



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского»

ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Новая серия

Серия Науки о Земле, выпуск 3

Продолжение «Известий Императорского Николаевского Университета» 1910–1918, «Ученых записок СГУ» 1923–1962,
«Известий Саратовского университета. Новая серия» 2001–2004



Научный журнал
2020 Том 20

ISSN 1819-7663 (Print)
ISSN 2542-1921 (Online)

Издается с 2006 года

СОДЕРЖАНИЕ

Научный отдел

География

Асадов Х. Г., Абдуллаева С. Н., Алиева А. Д.

Полумпирический метод определения относительной влажности воздуха по результату солнечно-фотометрических измерений осажденных водяных паров

152

Дмитриева Ю. Н.

Территориальная организация объектов социального обслуживания пожилого населения Байкальского региона

157

Макаров В. З., Гусев В. А., Шлапак П. А., Решетарова Д. А.

Выбор оптимального метода распознавания сельскохозяйственных культур по космоснимкам высокого разрешения (на примере Саратовского Заволжья)

162

Уставщикова С. В.

Демографическое старение сельского населения Саратовской области

171

Шлапак П. А., Морозова В. А., Морозова Е. А.

Разработка алгоритма математико-картографического моделирования зон затопления застроенных территорий (на примере участка реки Медведица у города Петровска Саратовской области)

176

Геология

Первушов Е. М., Худяков Д. В.

Позднемиеловые известковые губки юго-востока Восточно-Европейской платформы

184

Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Рябов И. П.

Сантон Вольско-Хвалынской структурной зоны. Статья 1. История исследования и строение разрезов

192

Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Рябов И. П.

Сантон Вольско-Хвалынской структурной зоны. Статья 2. Биостратиграфия и современное структурное положение

204

Журнал «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия «Науки о Земле»» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Запись о регистрации СМИ ПИ № ФС77-76643 от 26 августа 2019 года

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (специальности: 25.00.01; 25.00.02; 25.00.10; 25.00.23; 25.00.24; 25.00.30; 25.00.35; 25.00.36)

Индекс издания в объединенном каталоге «Пресса России» 36010, раздел 30 «Научно-технические издания. Известия РАН. Известия вузов». Журнал выходит 4 раза в год

Директор издательства

Бучко Ирина Юрьевна

Редактор

Малютина Елена Анатольевна

Художник

Соколов Дмитрий Валерьевич

Редактор-стилист

Кочкаева Инна Анатольевна

Верстка

Степанова Наталья Ивановна

Технический редактор

Каргин Игорь Анатольевич

Корректор

Певная Татьяна Константиновна

Адрес учредителя, издателя и издательства (редакции):

410012, Саратов, ул. Астраханская, 83

Тел.: (845-2) 51-45-49, 52-26-89

E-mail: izvestiya@info.sgu.ru

Подписано в печать 25.08.20.

Подписано в свет 31.08.20.

Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 8,6 (9,25).

Тираж 500 экз. Заказ 71-Т.

Цена свободная

Отпечатано в типографии Саратовского университета.

Адрес типографии:

410012, Саратов, Б. Казачья, 112А

© Саратовский университет, 2020



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле» принимает к публикации на русском языке общетеоретические, методические, дискуссионные, критические статьи, результаты исследований в области наук о Земле, краткие сообщения и рецензии, а также хронику и информацию.

Объем публикуемой статьи не должен превышать 16 страниц, 5 рисунков и 4 таблиц.

Статья должна быть аккуратно оформлена и тщательно отредактирована.

Последовательность предоставления материала:

– на русском языке: индекс УДК, название статьи, инициалы и фамилии авторов, сведения об авторах (ученая степень, должность и место работы, e-mail), аннотация, ключевые слова, текст статьи, благодарности, ссылки на гранты, библиографический список;

– на английском языке: название статьи, инициалы и фамилии авторов, ORCID, место работы (вуз, почтовый адрес), e-mail, аннотация, ключевые слова.

Отдельным файлом приводятся сведения о статье: раздел журнала, УДК, авторы и название статьи (на русском и английском языках); сведения об авторах: фамилия, имя и отчество (полностью), e-mail, телефон (для ответственного за переписку обязательно указать сотовый или домашний). Если название статьи слишком длинное, то для колонтитула следует привести его краткий вариант.

Иллюстрации и таблицы должны быть представлены отдельным файлом в формате jpg, tiff, cdr, bmp, разрешением не меньше 300 dpi. Рисунки должны быть представлены в черно-белом виде.

Все материалы предоставляются как в бумажном, так и электронном виде.

Требования к аннотации и библиографическому списку:

– аннотация должна отражать основную суть публикации; оптимальный объем 500–600 знаков;

– в библиографическом списке должны быть указаны только процитированные в статье работы; ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Более подробная информация о правилах оформления статей, образцы оформления различных источников приведены вместе со стилевым файлом по адресу: www.geo.sgu.ru.

Датой поступления статьи считается дата поступления ее окончательного варианта. Возвращенная на доработку статья должна быть прислана в редакцию не позднее чем через три месяца. Возвращение статьи на доработку не означает, что статья будет опубликована, после переработки она вновь будет рецензироваться.

Материалы, отклоненные редколлегией, не возвращаются.

Адреса для переписки с редколлегией серии: farik26@yandex.ru; 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, географический факультет, ответственному секретарю журнала «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле».

CONTENTS

Scientific Part

Geography

- Asadov H. H., Abdullayeva S. N., Aliyeva A. D.**
Semi-Empirical Method for Determination of Air Relative Humidity on Results of Sun-Photometric Measurements of Precipitated Water Vapors 152

- Dmitrieva Yu. N.**
Territorial Organisation of Social Services of the Elderly Population of the Baikal Region 157

- Makarov V. Z., Gusev V. A., Shlapak P. A., Reshetarova D. A.**
The Selection of the Optimal Detection Method for Agricultural Crops by Satellite Images of High Resolution (the Saratov Volga Region as an Example) 162

- Ustavshchikova S. V.**
Demographic Aging of the Rural Population of Saratov Region 171

- Shlapak P. A., Morozova B. A., Morozova E. A.**
The Development of an Algorithm for Constructing the Flood Zones Using Geoinformation Technologies (on the Example of the Medveditsa River Section Near Petrovsk) 176

Geology

- Pervushov E. M., Khudyakov D. V.**
Upper Cretaceous Calcareous Sponges of the Southeast of East European Platform 184

- Pervushov E. M., Seltser V. B., Kalyakin E. A., Ryabov I. P.**
The Santonian Stage in Volsk-Khvalynsk Structural Zone. Paper 1. The Research History and the Composition of Sections 192

- Pervushov E. M., Seltser V. B., Kalyakin E. A., Ryabov I. P.**
The Santonian Stage in Volsk-Khvalynsk Structural Zone. Paper 2. Biostratigraphy and the Modern Structural Position 204



**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА
«ИЗВЕСТИЯ САРАТОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. НОВАЯ СЕРИЯ.
СЕРИЯ: НАУКИ О ЗЕМЛЕ»**

Главный редактор

Макаров Владимир Зиновьевич, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, Россия)

Заместитель главного редактора

Первушов Евгений Михайлович, доктор геол.-минерал. наук, профессор (Саратов, Россия)

Ответственный секретарь

Молочко Анна Вячеславовна, кандидат геогр. наук (Саратов, Россия)

Члены редакционной коллегии:

Валашич Иренеуш, действительный член Польской академии наук, профессор (Варшава, Польша)

Гужиков Андрей Юрьевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор (Саратов, Россия)

Диденко Алексей Николаевич, доктор геол.-минерал. наук, член-корреспондент РАН (Хабаровск, Россия)

Калинин Николай Александрович, доктор геогр. наук, профессор (Пермь, Россия)

Коробов Александр Дмитриевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор (Саратов, Россия)

Переведенцев Юрий Петрович, доктор геогр. наук, профессор (Казань, Россия)

Рыхлов Александр Богданович, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, Россия)

Семенов Юрий Михайлович, доктор геогр. наук, профессор (Иркутск, Россия)

Файбусович Эрнест Львович, доктор геогр. наук, доцент, профессор (Санкт-Петербург, Россия)

Хоецян Ашот Владимирович, доктор геогр. наук, профессор (Ереван, Армения)

Чумаченко Алексей Николаевич, доктор геогр. наук, профессор (Саратов, Россия)

Шурыгин Борис Николаевич, доктор геол.-минерал. наук, профессор, член-корреспондент РАН (Новосибирск, Россия)

Яковенко Наталия Владимировна, доктор геогр. наук, доцент (Воронеж, Россия)

**EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL
«IZVESTIYA OF SARATOV UNIVERSITY. NEW SERIES.
SERIES: EARTH SCIENCES»**

Editor-in-Chief – Vladimir Z. Makarov (Saratov, Russia)

Deputy Editor-in-Chief – Evgeniy M. Pervushov (Saratov, Russia)

Executive Secretary – Anna V. Molochko (Saratov, Russia)

Members of the Editorial Board:

Ireneusz P. Walaszczyk (Warsaw, Poland)

Andrey Yu. Guzhikov (Saratov, Russia)

Aleksey N. Didenko (Khabarovsk, Russia)

Nikolay A. Kalinin (Perm, Russia)

Aleksandr D. Korobov (Saratov, Russia)

Yurij P. Perevedentsev (Kazan, Russia)

Aleksandr B. Rikhlov (Saratov, Russia)

Yuriy M. Semenov (Irkutsk, Russia)

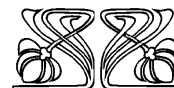
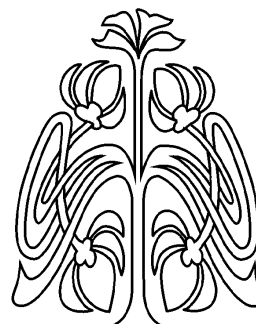
Ernest L. Faibusovich (St. Petersburg, Russia)

Ashot V. Khoetsyan (Erevan, Armenia)

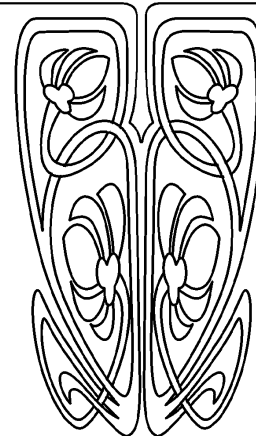
Aleksey N. Chumachenko (Saratov, Russia)

Boris N. Shurygin (Novosibirsk, Russia)

Nataliya V. Yakovenko (Voronezh, Russia)



**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ**





ГЕОГРАФИЯ

УДК 621.1:551.509

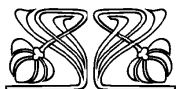
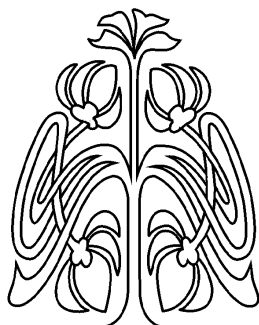
Полуэмпирический метод определения относительной влажности воздуха по результату солнечно-фотометрических измерений осажденных водяных паров

Х. Г. Асадов, С. Н. Абдуллаева, А. Д. Алиева

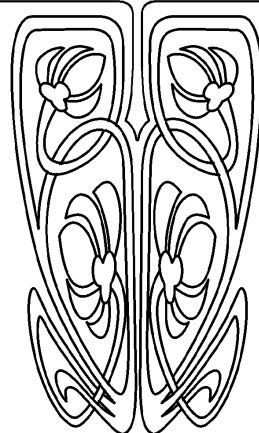
Асадов Хикмет Гамид оглы, доктор технических наук, профессор, Национальное аэрокосмическое агентство, Баку, Азербайджан, asadzade@rambler.ru

Абдуллаева Севиндж Новруз гызы, кандидат технических наук, доцент, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, asadzade@rambler.ru

Алиева Амида Джабраиль гызы, кандидат технических наук, заведующий отделом, Национальное аэрокосмическое агентство, Баку, Азербайджан, asadzade@rambler.ru



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ



Статья посвящена предлагаемому полуэмпирическому методу определения относительной влажности воздуха по результату измерений осажденных водяных паров с помощью солнечного фотометра. Анализ известного метода Батлера позволил предсказать возможность наличия экстремума в функциональной зависимости осажденных водяных паров от относительной влажности на поверхности земли. Регрессионные уравнения в виде квадратичных многочленов, известных для разных зон исследуемого региона, позволили вывести квадратное уравнение для любой из них на основе результатов предварительно проводимых измерений. Получено также уравнение для вычисления относительной влажности на уровне земли при известной измеренной величине осажденных водяных паров.

Ключевые слова: солнечный фотометр, водяные пары, относительная влажность, измерения, дистанционное зондирование, метод Батлера.

Поступила в редакцию: 05.03.2020 / Принята: 12.04.2020 / Опубликовано: 31.08.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Semi-Empirical Method for Determination of Air Relative Humidity on Results of Sun-Photometric Measurements of Precipitated Water Vapors

H. H. Asadov, S. N. Abdullayeva, A. D. Aliyeva

Hikmat H. oglu Asadov, <https://orcid.org/0000-0001-1052-1185>, National Aerospace Agency, 1 S. S. Akhundov St., Baku AZ1115, Azerbaijan, asadzade@rambler.ru

Sevindj N. gizi Abdullayeva, <https://orcid.org/0000-0002-1053-8125>, Azerbaijan State University of Oil and Industry, 20 Azadlig Ave., Baku AZ1010, Azerbaijan, asadzade@rambler.ru

Amida D. gizi Aliyeva, <https://orcid.org/0000-0003-3856-1914>, National Aerospace Agency, 1 S. S. Akhundov St., Baku AZ1115, Azerbaijan, asadzade@rambler.ru

The paper is devoted to suggested semi-empirical method for determination of air relative humidity based on results of measurements of precipitated water vapors using sun photometers. The analysis of known Butler method make it possible to predict the presence of extremes in functional dependence of precipitated water vapors on relative humidity on the earth surface. Regression equations in the form of quadratic algebraic units, known for different zones of the researched region enable to obtain the quadratic equation for any zone of the researched region on the basis of preliminary held measurements. The equation for calculation of relative humidity at the earth level depending on measured value of precipitated water vapors is obtained.



Keywords: sun photometer, water vapors, relative humidity, measurements, remote sensing, Butler method.

Received: 05.03.2020 / Accepted: 12.04.2020 / Published: 31.08.2020

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-152-156>

Введение

Относительная влажность воздуха, температура и давление являются показателями, влияющими на жизнь и деятельность населения всей планеты. При решении задач измерения влажности воздуха необходимо учесть тот факт, что степень насыщения воздуха водяным паром зависит от температуры. В ненасыщенном водяном паре рост температуры приводит к увеличению количества молекул воды. При достижении температуры воздуха точки росы водяные пары приходят в насыщенное состояние. Относительная влажность воздуха определяется по формуле

$$f = \frac{\rho}{\rho_0}, \quad (1)$$

где ρ – абсолютная влажность воздуха, т. е. количество водяного пара, содержащегося в одном кубическом метре при текущей температуре; ρ_0 – то количество пара, которое необходимо для насыщения кубического метра воздуха при той же температуре.

Для измерения влажности используются такие приборы, как гигрометры точки росы, психрометры, электролизные гигрометры, гигрометры инфракрасного излучения, электрические гигрометры с проводящей пленкой, волосяные гигрометры, гигрометры с биморфным элементом и др. Погрешность таких приборов обычно достигает $\pm(2,5)$ процентов.

Указанные приборы обычно имеют простую конструкцию, работают в ограниченном диапазоне температуры и обладают некоторой инерционностью. Вышеотмеченное указывает на необходимость поиска новых путей измерения относительной влажности воздуха. Одним из альтернативных путей измерения влажностных показателей являются дистанционные методы, в частности метод использования солнечных фотометров.

Настоящая статья посвящена теоретическим вопросам разработки метода определения относительной влажности воздуха на поверхности земли на основе результатов солнечно-фотометрических измерений.

Базовые положения измерения показателей водяного пара с помощью солнечных фотометров

Согласно [1], солнечно-фотометрический метод основан на взаимодействии энергии элек-

тромагнитных лучей Солнца с составляющими атмосферы.

На длине волн 940 нм результат измерения водяных паров вычисляется по формуле

$$V(940 \text{ нм}) = V_0(940 \text{ нм}) \times d^{-2} [\exp(-m_r \cdot \delta_{\text{atm}}(940 \text{ нм}))] \cdot T_w(940 \text{ нм}), \quad (2)$$

где $V(940 \text{ нм})$ – оптический поток на входе фотометра на длине волны 940 нм; $V_0(940 \text{ нм})$ – оптический поток на внешней границе атмосферы; d – расстояние между Землей и Солнцем в астрономических единицах; m_r – относительная оптическая масса; $\delta_{\text{atm}}(940 \text{ нм})$ – оптическая толщина атмосферы за исключением водяных паров; $T_w(940 \text{ нм})$ – пропускание водяных паров.

Отметим, что, согласно исследованиям, проведенным в международной наземной измерительной сети AERONET, показатель $T_w(940 \text{ нм})$ вычисляется по следующей формуле [2–4]:

$$T_w(940 \text{ нм}) = \exp(-a(m_w \cdot PWV)^b), \quad (3)$$

где m_w – относительная оптическая воздушная масса водяных паров; a и b – коэффициенты, зависящие от длины волны, состояния атмосферы; конструктивных показателей солнечного фотометра [5]; PWV – осажденный водяной пар, мм.

Показатели PWV и RH (относительная влажность) связаны через формулу [6]

$$PWV = \int_0^z \rho_v(z) dz, \quad (4)$$

где $\rho_v(z)$ – абсолютная влажность на высоте z , определяемая по формуле

$$\rho_v(z) = \frac{217 \cdot RH(z) \cdot e(z, T)}{T}, \quad (5)$$

где T – абсолютная температура; RH – относительная влажность; $e(z, T)$ – давление насыщенного пара, мб.

Предлагаемый метод

Полуэмпирический метод измерения относительной влажности воздуха на поверхности земли основывается на методе измерения осажденных водяных паров Батлера. Согласно [7, 8], по методу Батлера показатель PWV может быть определен по следующей упрощенной формуле:

$$PWV \approx \frac{P_0}{3T_0}, \quad (6)$$

где PWV – осажденный водяной пар, мм; P_0 – парциальное давление водяных паров на поверхности, мб; T_0 – абсолютная температура в Кельвинах.

При этом парциальное давление может быть вычислено по формуле

$$P_0 = (2,409 \cdot 10^{12})(RH)(\theta^4) \cdot e^{-22,640}, \quad (7)$$



где
$$\theta = \frac{300}{T_0} \tag{8}$$

Заявленный полуэмпиризм предлагаемого метода позволяет нам воспользоваться результатами экспериментальных исследований зависимости относительной влажности от температуры, изложенных в многочисленных публикациях (см, например: [9, 10]).

В качестве примера на рис. 1 приведены экспериментально снятые кривые взаимосвязанного изменения температуры и относительной влажности во времени [10].

Общий вид кривых, представленных на рис. 1, позволяет нам в первом приближении аппроксимировать функциональную связь между RH и T_0 следующим образом:

$$T_0 = A - k \cdot RH, \tag{9}$$

где $A = \text{const}$; $k = \text{const}$.

С учетом (6)–(9) нетрудно получить следующее выражение:

$$PWV = a_1 \cdot RH \frac{a_2^4}{(A - kRH)^3} \cdot e^{-\frac{a_2}{A - kRH}}, \tag{10}$$

где $a_1 = 0,803 \cdot 10^{12}(300)^4$; $a_2 = 22,64$.

Как видно из выражения (10), существует две тенденции изменения PWV от RH . При росте RH

увеличивается общий множитель, стоящий перед экспонентой. Одновременно происходит уменьшение самой экспоненты. Следовательно, можно ожидать наличие максимума в функциональной зависимости PWV от RH .

Отметим, что такое предположение вполне оправдывает себя на практике. Графики зависимости показателя PWV от относительной влажности воздуха на поверхности земли представлены на рис. 2 [11].

В работе [11] также приведены аналитические формулы регрессионных кривых, показанных на рис. 2, а, б соответственно:

$$PWV = -0,026(RH)^2 + 4,06(RH) - 108,50, \tag{11}$$

$$PWV = -0,056(RH)^2 + 9,33(RH) - 334,20. \tag{12}$$

Обобщая результаты, полученные в [11], можно предположить, что в общем случае регрессионная зависимость между PWV и RH может быть выражена в следующем виде:

$$PWV = d_1(RH)^2 + d_2(RH) + d_3, \tag{13}$$

где d_1, d_2, d_3 – постоянные величины, подлежащие определению.

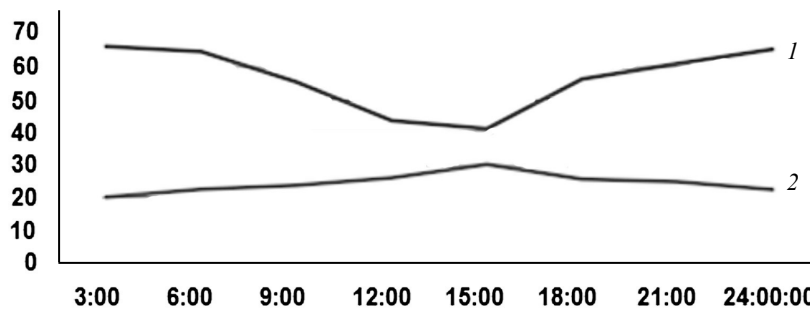


Рис. 1. Кривые экспериментально установленных величины относительной влажности (1) и температуры (2) [10]. На оси абсциссы указано время дня, а на оси ординаты – температура в Цельсиях и относительная влажность в процентах

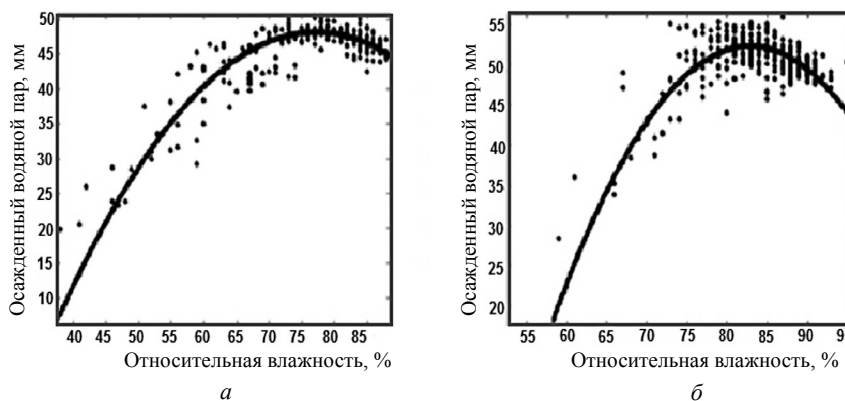


Рис. 2. Регрессионные кривые зависимости PWV от относительной влажности в центральном регионе (а) и южном (б) [11]



Для определения коэффициентов d_i , $i = 1, 3$ для любой исследуемой зоны предлагается следующая методика.

В течение дня с интервалом 2–3 часа три раза осуществляются измерения PWV и RH . На основании их результатов составляется система уравнений:

$$PWV_1 = d_1 RH_1^2 + d_2 RH_1 + d_3, \quad (14)$$

$$PWV_2 = d_1 RH_2^2 + d_2 RH_2 + d_3, \quad (15)$$

$$PWV_3 = d_1 RH_3^2 + d_2 RH_3 + d_3. \quad (16)$$

Решение системы уравнений (14)–(16) алгебраическим методом относительно неизвестных d_1, d_2, d_3 позволяет определить их значения, которые укажем как d_{10}, d_{20}, d_{30} .

Следовательно, для конкретно исследуемой зоны можно получить следующее регрессионное уравнение в виде многочлена

$$PWV_0 = d_{10} RH_1^2 + d_{20} RH + d_{30}. \quad (17)$$

Представим (17) в виде квадратного уравнения

$$RH^2 + \frac{d_{20}}{d_{10}} RH + \frac{d_{30} - PWV_0}{d_{10}} = 0. \quad (18)$$

Решение (18) имеет вид

$$RH = -\frac{d_{20}}{2d_{10}} + \sqrt{\frac{d_{20}^2}{4d_{10}^2} - \frac{d_{30} - PWV_0}{d_{10}}}. \quad (19)$$

Таким образом, (19) является предлагаемой формулой для определения относительной влажности воздуха на уровне земли при известной измеренной величине осадженного водяного пара PWV_0 .

Обсуждение полученных результатов

Таким образом, предложен метод определения относительной влажности на поверхности земли при известном измеренном значении осадженных водяных паров. Предлагаемый метод основан на методе Батлера, позволяющем вычислить показатель PWV при заданных значениях абсолютной температуры воздуха и парциального давления водяных паров на поверхности земли. Анализ базовых уравнений этого метода позволил предположить, что зависимость PWV от RH может иметь экстремальный характер. В процессе поиска результатов известных аналогичных экспериментальных исследований обнаружен факт наличия такой экстремальной зависимости. Форма известных регрессионных уравнений, полученных при исследовании указанной зависимости в виде квадратичного многочлена для

разных зон региона, позволила установить на основе предварительно проводимых измерений PWV и RH общую зависимость между PWV и RH в виде квадратичного многочлена, преобразованного далее в квадратное уравнение.

Решение этого уравнения дает расчетную формулу для вычисления RH при известном измеренном значении осадженных водяных паров.

Основные выводы

Анализ известного метода Батлера позволил предсказать возможность наличия экстремума в функциональной зависимости осадженных водяных паров от относительной влажности на поверхности земли.

Известные регрессионные уравнения в виде квадратичных многочленов, полученных для разных зон исследуемого региона, позволили вывести квадратное уравнение на основе результатов предварительных измерений в этих зонах.

Получено уравнение для вычисления относительной влажности на уровне земли в зависимости от измеренной величины осадженных водяных паров.

Библиографический список

1. Falaiye O. A., Abimbola O. J., Pinker R. T., Perez-Ramirez D., Willoughby A. A. Multi-technique analysis of precipitable water vapor estimates in the sub-Sahel West Africa // *Heliyon*. 2018. № 4. e00765. DOI: 10.1016/j.heliyon.2018.e00765
2. Holben B. N., Eck T. F., Slutsker I., Tanre D., Buis J. P., Setzer A., Vermote E., Reagan J. A. AERONET-a federated instrument network and data archive for aerosol characterization // *Remote Sens. Environ.* 1998. Vol. 66. P. 1–16.
3. Reagan J. A., Thome K., Herman B., Gall R. Water vapor measurements in the 0.94 micron absorption band: calibration, measurements and data applications // *IEEE 87CH2434-9: Proc. Int. Geosci. Remote. Sens. Symp.* // *J. Appl. Meteorol.* 1987. Vol. 2. P. 776–779.
4. Bruegge C. J., Conel J. E., Green J. S., Margolis J. S., Holm R. G., Toon G. Water vapor column abundance retrievals during FIFE // *J. Geophys. Res.* 1992. Vol. 97. P. 759–768.
5. Smirnov A., Holben B. N., Eck T. F., Dubovik O., Slutsker I. Cloud-screening and quality control algorithms for the AERONET database // *Remote. Sens. Environ.* 2000. Vol. 73. P. 337–349.
6. Maghrabi A., Al Dajani H. M. Estimation precipitable water vapour using vapour pressure and air temperature in an region in central Saudi Arabia // *J. of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*. 2013. Vol. 14, № 1. P. 1–8. DOI: 10.1016/j.jaubas.2012.11.001
7. Castilla R. M., Plando F. R. P., Vallar E. A., Galvez M. C. D., Morris V. R. Characterization of columnar water vapor measurements and its comparison with model estimates and surface meteorological parameters over manila, philippiness // *Proceedings of the 35th Asian Conference on Remote*



Sensing, Asian Association of Remote Sensing. Myanmar, 2014. P. 231–243.

8. Raj P. E., Devara P. C. S., Saha S. K., Sonbawne S. M., Dani K. K., Pandithurai G. Temporal variations in sun photometer measured precipitable water in near IR band and its comparison with model estimates at a tropical Indian station [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scielo.org.mx/pdf/atm/v21n4/v21n4a1.pdf> (дата обращения: 25.10.2019).

9. Wood W. H., Marshall S. J., Fargey Sh. E. Daily measurements of near-surface humidity from a mesonet in the foothills of the Canadian Rocky Mountains, 2005–2010 [Электронный

ресурс] // Earth Syst. Sci. Data. 2019. № 11. P. 23–34. URL: <https://doi.org/10.5194/essd-11-23-2019> (дата обращения: 25.10.2019).

10. Valsson Sh., Bharat Dr. A. Impact of Air Temperature on relative Humidity – A study [Электронный ресурс] // Architecture, Time Space and People. 2011. February. P. 38–40. URL: https://www.coa.gov.in/show_img.php?fid=98 (дата обращения: 25.10.2019).

11. Abimbola O. J., Falaiye O. A. Estimation of precipitable water vapour in Nigeria using surface meteorological data // Ife Journal of Science. 2016. Vol. 18, № 2. P. 541–549.

Образец для цитирования:

Асадов Х. Г., Абдуллаева С. Н., Алиева А. Д. Полуэмпирический метод определения относительной влажности воздуха по результату солнечно-фотометрических измерений осажденных водяных паров // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 152–156. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-152-156>

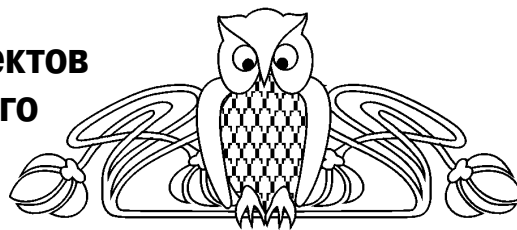
Cite this article as:

Asadov H. H., Abdullayeva S. N., Aliyeva A. D. Semi-Empirical Method for Determination of Air Relative Humidity on Results of Sun-Photometric Measurements of Precipitated Water Vapors. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2020, vol. 20, iss. 3, pp. 152–156 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-152-156>



УДК 911.3:30 (571.5)

Территориальная организация объектов социального обслуживания пожилого населения Байкальского региона



Ю. Н. Дмитриева

Дмитриева Юлия Николаевна, кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории экономической и социальной географии, Институт географии имени В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Yuliya.dmitr@mail.ru

В статье выполнена комплексная оценка размещения объектов социального обслуживания населения в разрезе муниципальных районов Байкальского региона. На основе полученных результатов территории сгруппированы по степени обеспеченности комплексными центрами, домами-интернатами и услугами обслуживания на дому. Выявлено, что основными факторами в организации системы социального обслуживания являются географическое положение района, высокая концентрация населения в зоне основной полосы расселения и высокий уровень урбанизации.

Ключевые слова: Байкальский регион, территориальная организация, социальная инфраструктура, муниципальные районы, демографическое старение населения.

Поступила в редакцию: 14.08.2019 / Принята: 12.04.2020 / Опубликована: 31.08.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Territorial Organisation of Social Services of the Elderly Population of the Baikal Region

Yu. N. Dmitrieva

Yuliya N. Dmitrieva, <https://orcid.org/0000-0001-8155-7625>, V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 1 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk 664033, Russia, Yuliya.dmitr@mail.ru

The article provides a comprehensive assessment of the location of social services facilities in the context of municipal regions of the Baikal region. Based on the results obtained, a grouping of territories was compiled according to the degree of provision with complex centers, boarding houses and home-based services. It was revealed that the main factors in the organization of social infrastructure facilities are the geographical location, the high concentration of the population in the main resettlement zone and the high level of urbanization.

Keywords: Baikal region, territorial organization, social infrastructure, municipal regions, demographic aging of the population.

Received: 14.08.2019 / Accepted: 12.04.2020 / Published: 31.08.2020

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-157-161>

Введение и постановка проблемы

В условиях депопуляции российского общества изучение потребностей старшей группы

населения довольно актуально. Разные аспекты территориальной организации объектов социальной инфраструктуры на региональном уровне РФ освещены в диссертациях социально-географической направленности: Г. Р. Ростова (Липецкая область, 2001), Д. В. Трошева (Пермская область, 2004), И. Ю. Барановского (Смоленская область, 2010), З. Б. Цуцовой (Северная Осетия, 2012), М. Р. Сафиуллина (Республика Башкортостан, 2012) [1–5]. Особенности и факторы размещения разных объектов социально-экономической инфраструктуры Байкальского региона (БР) освещались в работах отдельных авторов: С. В. Рященко, Т. И. Заборцевой, Н. В. Воробьева, Т. Н. Шеховцовой, Ю. М. Зеленюк, Л. А. Суменковой [6–11]. Согласно работам данных авторов, Байкальский регион включает три субъекта РФ, объединяемых принадлежностью к бассейну оз. Байкал: Иркутскую область (ИО), Республику Бурятия (РБ) и Забайкальский край (ЗК).

В настоящее время в субъектах БР постепенно увеличивается доля пожилого населения, что повышает требования к обеспеченности объектами социального обслуживания обширной территории региона. Общая численность населения БР (на 01.01.2018 г.) составила 4,4 млн чел. (ИО – 2,4; РБ – 0,9; ЗК – 1,1). В ИО проживают 437 тыс. человек в возрасте старше 60 лет, что составляет 18 % от общей численности населения, в РБ – 167 тыс. чел. (18%) и в ЗК – 175 тыс. чел. (16%) [12]. По шкале демографического старения ООН население считается старым, если доля лиц старше 65 лет в общей структуре населения становится более 7% [13]. Согласно данной шкале, для всех 32 районов ИО характерно старое население с дифференциацией показателя от 7,5 до 14,7 %; для 19 районов РБ (из 21) – от 7,1 до 14,1%; для 30 районов ЗК (из 31) – от 7,1 до 14,1% [14]. На демографическую ситуацию значительно влияет и механическое движение населения. Миграционный отток характерен для всех субъектов БР, за период с 2011 по 2018 г. ЗК покинуло более 50 тыс. чел., ИО – почти 49 тыс. и РБ – 22 тыс. чел. [12]. При этом среди покидающего регионами населения основную долю (до 70%) составляют молодые лица трудоспособного возраста.

Объекты и методы исследования

В статье использовались данные территориальных подразделений Федеральной службы



государственной статистики, показатели по муниципальным районам БР, сведения об объектах социального обслуживания официальных сайтов министерства социального развития, опеки и попечительства ИО, минсоцзащиты ЗК и министерства социальной защиты населения РБ.

Объектом исследования является социальное обслуживание пожилого населения БР. Предметом – территориальная организация объектов социального обслуживания пожилого населения БР (в целом региона и на уровне его муниципальных образований).

Показатель обеспеченности объектами инфраструктуры в разрезе муниципальных районов вычислялся в соответствии с нормативами обеспечения учреждениями социального обслуживания населения и инвалидов. В частности, норматив обеспечения комплексными центрами социального обслуживания населения (КЦСОН) равен единице на муниципальный район (город). Норматив обеспечения домами-интернатами (геронтологическими центрами, пансионатами и др. с постоянным проживанием) для престарелых и инвалидов – 30 мест на 10 тыс. жителей [15]. Таким образом, показатель обеспеченности:

1) КЦСОН соответствует одному центру на муниципальный район (МР);

2) домами-интернатами (O_{30}) при норме 30 мест на 10 тыс. жителей – 0,30 %.

Таким образом, вычисление обеспеченности домами-интернатами (O_{30}) проводилось по формуле

$$O_{30} = \frac{N}{P} \times 100\%,$$

где N – число домов-интернатов в данном районе;

P – численность населения муниципального района.

В результате по степени обеспеченности домами-интернатами муниципальные районы были разделены на группы:

– $O_{30} = 0,29$ % и менее – не обеспеченная группа МР;

– $O_{30} = 0,30$ % и более – обеспеченная группа МР.

Результаты исследования

Общая оценка территориальной организации объектов социального обслуживания

Анализ территориальной организации учреждений социально-медицинского обслуживания пожилого населения и инвалидов БР выявил в их размещении крайнюю неравномерность как по территориальному признаку, так и по виду предоставляемых услуг.

Выявлено, что субъекты БР наиболее обеспечены комплексными центрами социального обслуживания населения (КЦСОН) (общий показатель обеспеченности составил 91,3%). КЦСОН размещены в 29 районах ИО (показатель обеспеченности составил 91%), в 18 районах РБ (86%) и в 30 районах ЗК (97%). При этом общее количество КЦСОН по субъектам составило: 31, 19 и 35 соответственно (табл. 1). На неравномерность размещения по территории указывает наличие двух центров в некоторых районах и полное отсутствие в других. Численность лиц пожилого возраста и инвалидов, которым предоставляется социальное обслуживание на дому при данных центрах, в 2017 г. составляла: 11022 чел. (ИО), 2583 чел. (РБ) и 6834 чел. (ЗК) [12].

Таблица 1

Общая характеристика объектов социального обслуживания пожилого населения Байкальского региона [12, 16–18]

Характеристика объектов	Субъекты БР		
	ИО	РБ	ЗК
Количество стационарных учреждений социального обслуживания для граждан пожилого возраста и инвалидов (взрослых)	28	23	20
Число мест в них	4141	3806	2531
Количество комплексных центров социального обслуживания граждан пожилого возраста и инвалидов	31	19	35
В том числе с отделениями временного содержания	8	1	11
Число стационарных мест в них	281	294	716
Количество граждан пожилого возраста и инвалидов, обеспечиваемых социальным обслуживанием на дому	11022	2583	6834
Количество домов-интернатов для престарелых и инвалидов	7	6	7
Число мест в них	1417	525	870
Количество геронтологических центров	1	0	0
Число мест в них	296	0	0
Количество пансионатов и санаториев с постоянным проживанием	0	0	3
Число мест в них	0	0	470
Общая численность престарелых, постоянно проживающих в домах-интернатах, геронтологических центрах и пансионатах	1713	525	1340



Менее благоприятная обстановка сложилась с размещением стационарных учреждений. Общее их количество в БР составляет 71, но при этом они отсутствуют в 15 районах из 32 (ИО), в 10 районах из 21 (РБ) и в 21 районе из 31 (ЗК).

Дома-интернаты размещены преимущественно в городских округах (ГО) или в городах – административных центрах. Наличие учреждений для пожилого населения в областных центрах с большей численностью населения оказывает прямое влияние на показатель низкой обеспеченности. Общее количество домов-интернатов для престарелых и инвалидов составило всего 19 (по 6 в ИО и ЗК, 7 в РБ). Учреждения с постоянным проживанием представлены геронтологическим центром в пос. Маркова ИО и тремя пансионатами и санаториями ЗК. В данных учреждениях постоянно проживает 1,6 тыс. чел. (ИО), около 0,5 тыс. (РБ) и 0,7 тыс. (ЗК). В целом дома-интернаты для престарелых заполнены на 98% [16–18]. В нескольких учреждениях при отсутствии мест по государственному заданию предоставляется возможность размещения на коммерческой основе.

Анализ ситуации в БР по обеспеченности домами-интернатами показал, что при норме 30 мест

на 10 тыс. жителей (с учетом наличия учреждений в ГО) ими обеспечены только 8 муниципальных районов БР из 84, что составляет 9,5%. В ИО это Усть-Илимский, Эхирит-Булагатский и Заларинский районы; в РБ – Хоринский, Бичурский, Кабанский и Курумканский; в ЗК – Газимуро-Заводский район (табл. 2).

Группировка территорий БР

Анализ размещения объектов социальной инфраструктуры позволил выявить следующие группы муниципальных районов по наличию, степени обеспеченности данными учреждениями и спектром предоставляемых услуг.

Группа территорий с наиболее критической ситуацией – отсутствием КЦСОН и других объектов социального обслуживания пожилого населения. Территориально в группу вошли самые периферийные районы, с обширными площадями и низкой численностью населения (менее 10. тыс. чел.). В ИО группу представил Катангский район – самый большой северный район области; в РБ – Окинский район, расположенный на крайнем западе региона в горах Восточного Саяна. В ЗК самый крупный северный район – Каларский.

Таблица 2

Характеристика объектов социального обслуживания Байкальского региона [15–18]

Субъект	Муниципальный район (МР) с наличием дома-интерната для престарелых и инвалидов	Всего мест	Занято		Численность населения МР, тыс.	О ₃₀ ¹ в МР, %
			мест	%		
Иркутская область	1 Братский МР (Братский д.-и.)	290	288	99	282,3	0,10
	2 Иркутский (Ново-Ленинский д.-и.)	166	163	98	746,7	0,02
	3 Иркутский (Марковский геронтологический центр)	296	285	96	122,9	0,24
	4 Усть-Илимский (д.-и. «Лидер»)	325	321	99	97,3	0,33*
	5 Эхирит-Булагатский (д.-и. пос. Усть-Ордынский)	115	115	100	29,6	0,40*
	6 Черемховский (д.-и. г. Черемхово)	68	63	93	79,6	0,09
	7 Нижнеудинский (Шебергинский д.-и.)	52	49	94	53,6	0,10
	8 Заларинский (Заларинский д.-и.)	401	389	97	27,8	1,44*
Республика Бурятия	1 Хоринский (Хоринский спец. д.-и.)	103	101	98	17,1	0,60*
	2 Джидинский (Джидинский д.-и.)	49	49	100	24,2	0,20
	3 Кабанский (Посольский д.-и.)	176	176	100	56,6	0,31*
	4 Курумканский (Курумканский д.-и.)	45	44	98	13,6	0,33*
	5 Бичурский (Бичурский д.-и.)	77	77	100	22,9	0,34*
	6 Заиграевский (Заиграевский д.-и.)	75	73	100	51,1	0,15
Забайкальский край	1 Читинский (Атамановский д.-и.)	450	450	100	409,2	0,11
	2 Читинский (Сохондинский д.-и.)	140	140	100	409,2	0,03
	3 Газимуро-Заводский (Солонеченский д.-и.)	25	25	100	8,9	0,30*
	4 Борзинский (Борзинский д.-и.)	100	100	100	47,4	0,21
	5 Оловянинский (Ясногорский д.-и.)	50	50	100	35,9	0,14

Примечание. О₃₀¹ – обеспеченность домами-интернатами (д.-и.); (*) – показатель достаточной обеспеченности (равен 0,30 % и выше). Данные по численности населения приведены с учетом городских округов: Иркутск, Братск, Усть-Илимск, Черемхово, Чита.



Для второй группы характерно наличие на территории МР одного КЦСОН. При этом отсутствие домов-интернатов для престарелых в МР компенсируется услугами обслуживания на дому, предоставляемыми КЦСОН. Территориально группу представили в основном районы средней полосы расселения в каждом субъекте БР. В ИО в группу вошли следующие районы: Балаганский, Жигаловский, Казачинско-Ленский, Качугский, Киренский, Ольхонский, Аларский, Баяндаевский, Боханский и Нукутский. В РБ – Баунтовский эвенкийский, Еравнинский, Кижингинский, Муйский, Прибайкальский, Северо-Байкальский, Селенгинский, Тарбагатайский, Тункинский. В ЗК – Агинский, Акшинский, Борзинский, Забайкальский, Калганский, Карымский, Краснокаменский, Красночирковский, Могочинский, Нерчинско-Заводский, Ононский, Петровск-Забайкальский, Приаргунский, Сретенский, Тунгиро-Олекминский, Тунгокоченский, Улетовский, Хилокский, Чернышевский, Шелопугинский.

К данной группе также отнесены следующие три района БР, в которых отсутствуют КЦСОН, но их функцию выполняют другие учреждения. Численность населения в этих МР превышает 20 тыс. чел. в отличие от первой группы, что соответственно повышает спрос на социальные услуги. В ИО это Заларинский район, на территории которого размещены два стационарных учреждения, оказывающих услугу обслуживания на дому, и один из самых крупных домов-интернатов области для престарелых на 400 мест; Чунский район с наличием стационарного учреждения, оказывающего услугу обслуживания на дому, на 200 мест. В РБ – Баргузинский район (обслуживание на дому 400 чел.) и Мухомобирский район с двумя стационарными учреждениями (обслуживание на дому более 500 человек).

Более благоприятная обстановка сложилась в третьей группе районов с наличием и комплексно центра (с отделением временного содержания), и стационарного учреждения. В учреждениях выявлена более высокая численность лиц, обслуживаемых на дому. В нескольких муниципальных районах размещены дома-интернаты для престарелых и инвалидов. К группе относятся как районы основной зоны расселения региона с наличием городского округа и соответственно высокой численностью населения, так и северные районы с наличием промышленного города (поселка)-центра и высокой численностью населения. В ИО в группу вошли следующие районы: Братский, Зиминский, Иркутский, Тулунский, Усольский, Усть-Илимский, Черемховский, Бодайбинский, Куйтунский, Мамско-Чуйский, Нижнеилимский, Нижнеудинский, Слюдянский, Тайшетский, Усть-Кутский, Усть-Удинский, Шелеховский, Осинский, Эхирит-Булагатский. В БР – Закаменский, Иволгинский, Кяхтинский, Джидинский, Заиграевский Бичурский, Кабанский, Курумканский и

Хоринский районы. В ЗК – Балеийский, Газимурово-Заводский, Дульдургинский, Кыринский, Могойтуйский, Александрово-Заводский, Балеийский, Оловянинский, Читинский и Шилкинский районы.

Заключение

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

1. Объекты социального обслуживания пожилого населения размещены по территории Байкальского региона крайне неравномерно. Главными факторами такой картины размещения являются концентрация населения в основных зонах расселения и географическое положение района.

2. Большинство муниципальных районов БР обеспечены необходимыми социальными услугами комплексных центров. Исключение составляют наиболее удаленные от региональных центров районы: Катангский (Иркутская область), Окинский (Республика Бурятия) и Каларский (Забайкальский край).

3. Около 50% районов БР располагают стационарными учреждениями, часть из которых берет на себя функции отсутствующих комплексных центров. При этом большинство муниципальных районов БР, входящих в среднюю полосу расселения, обеспечены услугами и комплексных центров, и стационарных учреждений.

4. Урбанизированность территорий, приближенных к региональным центрам (г. Иркутск, г. Чита и г. Улан-Удэ), обеспечила наиболее благоприятную обстановку по количеству объектов социального обслуживания пожилого населения и ассортименту предоставляемых услуг. «Островами» с подобной картиной размещения выступают промышленные города-центры в нескольких периферийных районах БР.

Обеспеченность и территориальная доступность объектов социальной инфраструктуры для пожилого населения являются важными показателями развития любого региона, определяющими качественные характеристики организации пространства и уровня жизни населения.

Полученные результаты могут быть использованы региональными и муниципальными органами власти при разработке социальных программ повышения уровня социального благополучия населения.

Работа выполнена в соответствии с планами НИР ИГ СО РАН за счет средств государственного задания (№ госрегистрации темы – АААА-А19-119122490007-4; № темы – FUGS2019-0006; № проекта 0347-2019-0006) на тему «Общественно-географические факторы эколого-социально-экономических преобразований в сибирских регионах с позиции устойчивого развития».



Библиографический список

1. *Ростом Г. П.* Географические особенности развития социальной инфраструктуры в сельских поселениях Липецкой области : дис. ... канд. геогр. наук. Москва, 2001. 189 с.
2. *Трошев Д. В.* Территориальный анализ и диагностика сферы обслуживания сельского населения Пермской области : дис. ... канд. геогр. наук. Пермь, 2004. 207 с.
3. *Барановский И. Ю.* Территориальная организация сферы медицинского обслуживания населения Смоленской области : дис. ... канд. геогр. наук. Смоленск, 2010. 198 с.
4. *Цуцьева З. Б.* География социальной инфраструктуры Северной Осетии : дис. ... канд. геогр. наук. Краснодар, 2012. 206 с.
5. *Сафиуллин М. Р.* Территориально-структурные особенности и тенденции развития здравоохранения Российской Федерации и Республики Башкортостан : дис. ... канд. геогр. наук. Пермь, 2012. 183 с.
6. *Ряценок С. В.* Качество жизни в антропоэкологическом измерении // География и природные ресурсы. 2012. № 3. С. 115–119.
7. *Заборцева Т. И.* Территориальная организация природы и общества // География и природные ресурсы. 2018. № 1. С. 220–221.
8. *Воробьев Н. В.* Медико-демографические изменения в системах расселения Иркутского Прибайкалья // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2006. № 9-3. С. 348–353.
9. *Шеховцова Т. Н.* Территориальная организация социальной инфраструктуры Центральной экологической зоны Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. 2016. № S5. С. 179–183.
10. *Зеленюк Ю. М.* Пространственный фактор в организации медицинского обслуживания населения Иркутской области // Известия ИГУ. Сер. Науки о Земле. 2019. Т. 28. С. 48–61.
11. *Суменкова Л. А.* Социальное страхование Сибири : территориальная организация и финансовый анализ // Общество : политика, экономика, право. 2018. № 10. С. 57–61.
12. База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики – центральная база статистических данных. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm (дата обращения: 27.03.2019).
13. World Population Ageing. 2017. Highlights // Department of Economic and Social Affairs. New York : United Nations, 2017. 124 p.
14. *Дмитриева Ю. Н.* Территориальные различия показателей демографического старения населения (на примере Байкальского региона) // Известия ИГУ. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 25. С. 41–53.
15. Национальный стандарт РФ Социальное обслуживание населения [Электронный ресурс] // Нормативы обеспечения учреждениями социального обслуживания населения. URL: http://referat.semestr.ru/region/bashkortostan/2010/gos-standart_16.php (дата обращения: 03.02.2019).
16. Перечень подведомственных учреждений соцобслуживания, отделов социальной защиты населения [Электронный ресурс] // Министерство социальной защиты населения Республики Бурятия. URL: <http://egov-buryatia.ru/minsoc/> (дата обращения: 29.01.2019).
17. Подведомственные учреждения [Электронный ресурс] // Минсоцзащиты Забайкальского края. URL: <http://xn--h1aheeo5a.xn--80aaaac8algcgbgck3f10q.xn--p1ai/action/podvedomstvennyue-uchrejdeniya/> (дата обращения: 25.01.2019).
18. Социальное обслуживание граждан [Электронный ресурс] // Министерство социального развития, опеки и попечительства Иркутской области. URL: <http://irkobl.ru/sites/society/about/agency/> (дата обращения: 23.01.2019).

Образец для цитирования:

Дмитриева Ю. Н. Территориальная организация объектов социального обслуживания пожилого населения Байкальского региона // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 157–161. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-157-161>

Cite this article as:

Dmitrieva Yu. N. Territorial Organisation of Social Services of the Elderly Population of the Baikal Region. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2020, vol. 20, iss. 3, pp. 157–161 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-157-161>



УДК 528.88:631.15

Выбор оптимального метода распознавания сельскохозяйственных культур по космоснимкам высокого разрешения (на примере Саратовского Заволжья)



**В. З. Макаров, В. А. Гусев,
П. А. Шлапак, Д. А. Решетарова**

Макаров Владимир Зиновьевич, доктор географических наук, профессор, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, makarovvz@rambler.ru

Гусев Виктор Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, geograf-nauka@yandex.ru

Шлапак Павел Александрович, старший преподаватель, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, henryxiv@list.ru

Решетарова Даниэлла Александровна, ассистент, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, reshetarova_dana@mail.ru

Статья посвящена поиску оптимального метода распознавания сельскохозяйственных культур по космоснимкам высокого разрешения (на примере съемочных систем Landsat 8 и Sentinel 2). Перечислены преимущества и недостатки существующих алгоритмов обработки космоснимков разных спутниковых систем, обозначены критерии выбора оптимального метода дешифрирования. Результатом исследования стали применение оптимального алгоритма определения видов сельскохозяйственных культур и его верификация на пахотных землях Саратовского Заволжья.

Ключевые слова: спутниковые системы Landsat 8, Sentinel 2, данные дистанционного зондирования Земли, спектральные образы сельскохозяйственных растений, кривые спектральных яркостей, сельское хозяйство, Саратовское Заволжье.

Поступила в редакцию: 21.03.2020 / Принята: 12.04.2020 / Опубликована: 31.08.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

The Selection of the Optimal Detection Method for Agricultural Crops by Satellite Images of High Resolution (the Saratov Volga Region as an Example)

V. Z. Makarov, V. A. Gusev, P. A. Shlapak, D. A. Reshetarova

Vladimir Z. Makarov, <https://orcid.org/0000-0003-0505-5257>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, makarovvz@rambler.ru

Victor A. Gusev, <https://orcid.org/0000-0001-9223-2447>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, geograf-nauka@yandex.ru

Pavel A. Shlapak, <https://orcid.org/0000-0002-6418-8749>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, henryxiv@list.ru

Daniella A. Reshetarova, <https://orcid.org/0000-0002-7335-5051>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, reshetarova_dana@mail.ru

The article provides finding the optimal method for crop detection by high resolution satellite imagery (using the Landsat 8 and Sentinel 2 shooting systems as an example), examines the advantages and disadvantages of existing algorithms and recording systems and selects the optimal method. The result of the study is the application of the optimal algorithm for crop detection and its verification on arable lands of the Saratov Volga region.

Keywords: Landsat 8, Sentinel 2, Earth remote sensing data, spectral images, spectral brightness curves, agriculture, Saratov Volga region.

Received: 21.03.2020 / Accepted: 12.04.2020 / Published: 31.08.2020

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-162-170>

Актуальность исследования

Космические снимки являются одним из наиболее важных и широко применяемых инструментов получения информации для анализа пространственных данных. Ключевыми преимуществами методов аэрокосмических исследований являются: постоянная актуализация информации, высокая изобразительность и детальность рисунка снимаемой земной поверхности, строго определенные сроки получения данных, общедоступность спутниковой информации. Кроме того, космическая съёмка активно используется в картографии для актуализации и уточнения пространственной информации, в некоторых случаях заменяя полевые работы [1].

Наибольшее применение данные дистанционного зондирования находят в тех областях, где принципиально важна актуальная информация: мониторинг меняющейся экологической обстановки, прогнозирование развития опасных быстроразвивающихся процессов (затопление, лесные пожары), контроль состояния сельскохозяйственных угодий [2–6].

Одним из трендов в аэрокосмических исследованиях сельскохозяйственных угодий стало активное использование достаточно сложных



алгоритмов анализа снимков. Полученные со съёмочных систем изображения могут быть использованы для решения разных задач:

- мониторинга состояния растений на разных этапах вегетации [7–9];
- кадастровой оценки земельных угодий [10];
- идентификации сельскохозяйственных культур [11–14].

Проблема достоверного распознавания по космоснимкам сельскохозяйственных растений активно решается в России и за рубежом [1, 8, 9, 11–14]. Среди главных задач принципиально важными являются следующие: выбор доступных и достоверных методов распознавания культур, определение наиболее подходящих съёмочных систем и программных комплексов.

Часто для идентификации сельскохозяйственных растений используются снимки низкого разрешения (например, данные спектрорадиометра MODIS), по которым прослеживается изменение спектральных индексов [8, 9, 11, 13]. Однако недостаточная детальность этих снимков не позволяет проводить исследования на уровне отдельных сельскохозяйственных полей. Кроме того, полученная за весь вегетационный сезон информация теряет свою актуальность.

Другой подход при дешифрировании космоснимков заключается в применении специальных преобразований (например, трансформации Tasseled Cap, построения спектральных кривых) [1, 12, 15]. Но радиометрические возможности ныне используемых съёмочных систем не позволяют проводить идентификацию отдельных сельскохозяйственных культур по единовременным снимкам.

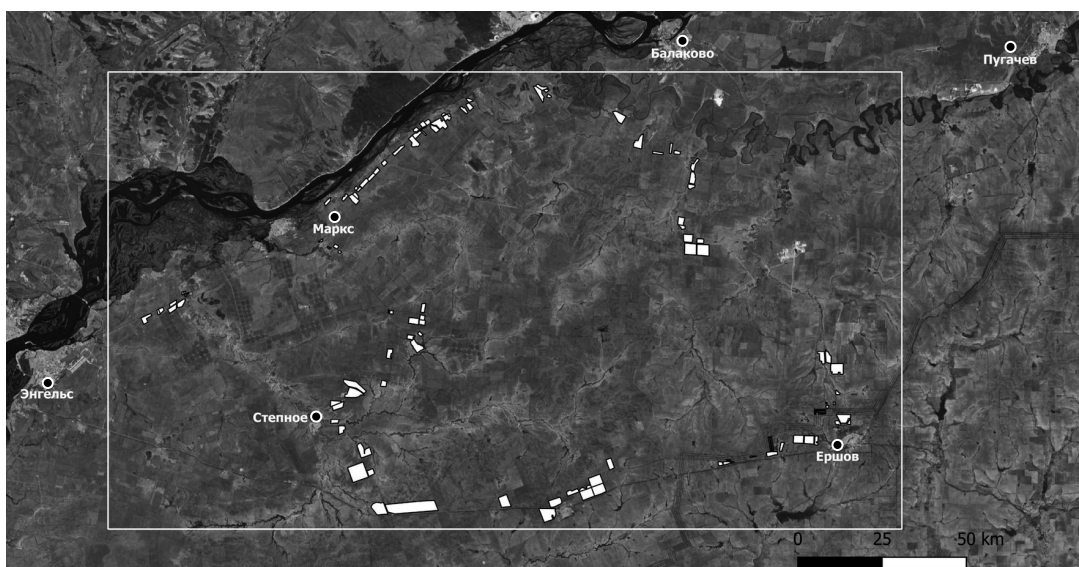
Целью данного исследования является выбор доступного и достоверного алгоритма распознавания сельскохозяйственных культур на космоснимках высокого разрешения. При этом важнейшими условиями решения указанной проблемы стали следующие: низкая стоимость используемых материалов и программного обеспечения, широкая возможность экстраполяции результатов, их доступность (в том числе для пользователей, не обладающих специальными знаниями в области аэрокосмических исследований), постоянно поддерживаемая актуальность информации.

В соответствии с поставленной целью решаются следующие задачи:

- выбор съёмочных систем с оптимальными характеристиками сенсоров;
- определение наиболее достоверных и применимых алгоритмов идентификации сельскохозяйственных культур;
- поиск программного обеспечения, позволяющего с наименьшими затратами реализовать выбранные алгоритмы;
- верификация распознавания сельскохозяйственных культур на основе полевых данных.

Характеристика объекта и методы исследования

Объектом исследования стали сельскохозяйственные угодья на волжских террасах и Низкой Сыртовой равнине в Саратовском Заволжье (рис. 1). Модельный полигон, где проводились полевые наблюдения, расположен в третьем и четвертом сельскохозяйственных округах в Марковском, Энгельском и Ершовском муниципальных районах в южной полосе типичной степи [16].



Условные обозначения

- Города
- Ключевые участки

Рис. 1. Схема расположения ключевых участков сельскохозяйственных культур в Саратовском Заволжье (мозаика составлена из снимков Landsat 8. Июнь 2019 г.)



Почвы преимущественно суглинистые и глинистые темно-каштановые. Распаханность территории в Марксовском районе составляет 62%, Энгельском – 48%, Ершовском – 60,6%, Балаковском – 54%, Советском – 73,5%. На землях волжских террас культивируются овощные культуры, пшеница, сорго, нут, кукуруза, ячмень, подсолнечник.

На плакорно-увалистых сыртовых равнинах возделывают яровую пшеницу, ячмень, просо, сорго. Сельскохозяйственные земли центральной части Левобережья являются важнейшим ресурсом аграрного комплекса Саратовской области. Однако они требуют постоянного контроля своего агроэкологического состояния. Этим обусловлено место выбора модельного полигона с ключевыми участками полевых работ. Кроме того, для использования алгоритмов распознавания видов сельскохозяйственных растений по космоснимкам необходимы продолжительная безоблачная погода, малая залесенность территории, разнообразие выращиваемых культур. Модельная территория отвечает указанным условиям.

На предварительном этапе работ в качестве источников информации были использованы почвенные, ландшафтные, климатические карты, цифровые модели рельефа, мозаики снимков среднего и высокого разрешения, хранящиеся в фондах НВОЦ ГИС-центра СГУ. На основе данных материалов были разработаны полевые маршруты, вероятные «участки интереса» (ROI), формы описания объектов.

Выбор конкретных земельных угодий на местности осуществлялся на основании следующих требований:

- однозначная идентификация культур в полевых условиях;
- минимальная засоренность полей;
- максимальное разнообразие участков в границах модельного полигона.

На полевом этапе были определены виды культур, выявлены стадии вегетации растений, получен качественный показатель проективного покрытия. В программном комплексе QGIS 3.4 созданы пространственные объекты типа «полигон» в shape-файлах. Затем вся полученная информация была внесена в базы данных как атрибутивные свойства объектов. Всего было изучено 112 ключевых участков на территории между населенными пунктами Энгельс – Балаково – Пугачев – Ершов – Степное. Полевые работы проводились во второй декаде июня 2019 г. Площадь участков определялась размерами массивов сельскохозяйственных полей (до 10 км²). Схема расположения ключевых участков представлена на рис. 1.

На ключевых участках было определено 17 видов сельскохозяйственных растений, выделены культуры, формирующие наиболее многочисленную выборку. Это подсолнечник, озимая пшеница, просо, нут. Затем все участки с разными культурами были разбиты на две груп-

пы: обучающие и проверочные. Разделение было проведено в пропорции 4/1 согласно принятым требованиям к разбиению выборочной совокупности признаков [7].

Для поиска наилучшего метода распознавания сельскохозяйственных культур сделан сравнительный анализ съёмочных систем, методов классификации и программных комплексов.

Выбор съёмочной системы

Были рассмотрены требования к характеристикам съёмочных систем. Предпочтение отдавалось системам со следующими характеристиками снимков:

1) доступность снимков. Все космоснимки можно разделить на коммерческие и свободно распространяемые. Стоимость является важным аргументом для выбора. Желательно получить как можно более дешёвые снимки хорошего качества. В последние десятилетия на рынке космоснимков наблюдается тенденция к уменьшению средней цены снимка по отношению к детальности изображения. Ныне в открытом доступе можно найти снимки с высоким пространственным разрешением [17];

2) актуальность снимков. Для мониторинга состояния сельскохозяйственных культур постоянное обновление информации имеет первоочередное значение. Актуальность снимка характеризуется параметром «временное разрешение», определяемым как периодичность повторения съёмки одной и той же сцены. Чем меньше значение временного разрешения, тем лучше прослеживаются изменения объекта во времени. Однако проявляется и другое соотношение: чем выше детальность снимка, тем ниже его временное разрешение [8];

3) детализация объектов на снимке. Определяется параметром «пространственное разрешение», который показывает минимальный предел различимости объекта на снимке. Сверхвысокая детализация может быть полезной для изучения небольших объектов, но создаёт дополнительные сложности при идентификации более крупных. Обычно чем выше детальность снимка, тем больше его стоимость, меньше пространственный охват [8];

4) радиометрическое разрешение снимка. Этот параметр определяет ширину зон электромагнитного спектра излучения, исходящего от объектов. Разные объекты имеют наиболее характерные показатели отражения в разных спектральных диапазонах. Для идентификации растений наиболее важен ближний инфракрасный диапазон (NIR) ~0,7–0,9 мкм. Чем уже интервал регистрации излучения в данном диапазоне, тем выше вероятность распознавания сельскохозяйственных культур [17].

Современные спутниковые системы и фонд космических снимков можно разделить по сочетанию вышеобозначенных характеристик на несколько групп (таблица).



Сравнение групп съёмочных систем по коммерческим, пространственным, временным и радиометрическим характеристикам снимков [7, 18, 19]

Название	Плата за использование	Пространственное разрешение, м / пространственный охват, км	Временное разрешение, количество дней	Количество каналов в NIR зоне
1. Коммерческие снимки сверхвысокого разрешения (Pleiades, SPOT, KOMPSAT, Ресурс-П и др.)	Присутствует	0,4–5/15–25	До 5	1–2
2. Свободно распространяемые снимки среднего и высокого разрешения (Landsat, Sentinel 2, Aster и др.)	Отсутствует	10–30/60–300	10–20	1–5
3. Свободно распространяемые снимки низкого разрешения (Sentinel 3, MODIS и др.)	Отсутствует	300–1000/1270–2300	1–2	10–12

Сравнительный анализ детекторов трёх спутниковых систем позволил сделать следующие выводы.

1. Съёмочные системы первой группы имеют снимки с высоким пространственным разрешением, высокой детальностью изображения объектов. Однако малое количество каналов в ближнем инфракрасном диапазоне, их слишком широкий диапазон не позволяют дешифровать разные виды сельскохозяйственных растений.

2. Съёмочные системы третьей группы, напротив, имеют достаточно большое количество узких каналов регистрации излучения в ближней инфракрасной зоне, но очень низкое пространственное разрешение, что также не позволяет идентифицировать сельскохозяйственные культуры. Например, массив сельскохозяйственных полей площадью 900 га на изображении спектрорадиометра MODIS в любом из каналов NIR диапазона будет визуализирован лишь с помощью 9 пикселей. Тем не менее эта группа систем достаточно часто используется для общей классификации снимков.

Отметим, что снимков, полученных с помощью третьей группы съёмочных систем, довольно много. На них представлены разные агроэкологические процессы и явления (загрязнение водоемов, тепловые характеристики подстилающей поверхности, вегетационные характеристики растений и др.) [8, 15].

3. Вторая группа съёмочных систем более отвечает обозначенным выше критериям. Детекторы рассматриваемой группы систем создают снимки с оптимальным сочетанием требуемых характеристик. Снимки имеют относительно высокое пространственное разрешение, сняты в нескольких узких каналах ближнего инфракрасного диапазона спектра. Отметим частую повторяемость съёмки. Важным преимуществом этой группы также является свободное распространение снимков.

На следующем этапе исследования определялась конкретная съёмочная система, наилучшим образом удовлетворяющая критериям поставленной задачи. Здесь принципиально важно оптимальное сочетание уровня пространственного разрешения снимка и числа каналов в диапазоне NIR.

Указанному требованию соответствуют снимки Sentinel 2 Европейского космического агентства. Изображения этой съёмочной системы имеют в ближнем инфракрасном диапазоне четыре узких (15–20 нм) канала и один широкий (115 нм), а также удовлетворяющее поставленной задаче пространственное разрешение (10–20 м). Кроме того, съёмка конкретной территории повторяется каждые 10 дней, что важно для мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий.

Итак, снимки системы Sentinel 2 являются оптимальными по пространственным, временным, радиометрическим характеристикам и наилучшим образом отвечают решению поставленной задачи.

Выбор алгоритма распознавания сельскохозяйственных культур

Необходимо выбрать оптимальный метод дешифрирования сельскохозяйственных растений, удовлетворяющий следующим требованиям:

- возможность идентификации сельскохозяйственных культур по единовременному снимку, а не по серии снимков за весь вегетационный период;
- обеспечение высокой достоверности классификации;
- реализация в разных программах.

Методы классификации снимков можно разделить на несколько групп.

1. *Использование спектральных индексов.* Эта группа методов в достаточной степени разработана. Существуют тысячи спектральных индексов, основанных на логических и математических операциях с каналами изображения. Индексные растры могут использоваться при классификации земельных угодий, изучении свойств растительных сообществ, почвенных характеристик, уточнении контуров водных объектов [15, 17, 20].

Преимуществами данной группы методов являются относительная простота и возможность использования в любом геоинформационном комплексе, даже специально не предназначенном для анализа снимков. Существенным минусом метода спектральных индексов является недостаточная достоверность идентификации сходных объектов.



В случае с распознаванием сельскохозяйственных культур эту проблему приходится решать путём добавления разновременных данных и формирования кривых изменения значений индексов во времени. Данное условие не позволяет говорить о высокой эффективности применения методов спектральных индексов при идентификации сельскохозяйственных культур [1].

2. *Распознавание с помощью специальных спектральных преобразований.* В эту группу включены преобразования Tasseled Cap, метод главных компонент (PCA) и др. Алгоритмы обладают высокой достоверностью, но требуют наличия специального программного обеспечения, нуждаются в адаптации к конкретным условиям и достаточно часто подтверждении результатов несколькими сессиями анализа по разновременным данным [12].

3. *Алгоритмы классификации растров.* Эта группа методов тщательно разработана. Количество алгоритмов классификации исчисляется десятками. Обычно их подразделяют на две большие подгруппы: с обучением (нейронные сети, дендрограмма принятия решений и др.) и без обучения (ISODATA, метод k-средних и др.). Первая подгруппа имеет куда больший процент достоверности, но очень требовательна к квалификации дешифровщика и качеству исходных данных. Вторая подгруппа имеет меньший уровень достоверности, но также весьма зависима от входной информации. Большой выбор алгоритмов классификации имеют специальные программные комплексы для анализа космоснимков.

Отдельно стоит отметить, что рассматриваемая группа методов редко используется на необработанных изображениях. Гораздо чаще алгоритмы классификации выполняются по построенным индексным растрам или, например, по синтезированным изображениям после применения метода главных компонент [15].

4. *Построение кривых спектральной яркости.* Реализация этого алгоритма весьма сложна и требует специализированного программного обеспечения, в котором должны быть построены кривые, отображающие исходящее излучение объекта в разных зонах спектра. Так формируется «спектральный образ» объекта, который позволяет однозначно его идентифицировать. Впоследствии формируется база эталонов отражательных свойств каждого класса. Регистрируемое излучение нового классифицируемого объекта сравнивается с уже существующими в базе данных, затем принимается решение об отнесении объекта к той или иной категории. Алгоритм характеризуется высокой достоверностью и не нуждается в разновременных данных, но достаточно требователен к обрабатываемым космоснимкам [13].

Отчасти метод построения кривых спектральной яркости схож с вышеописанными алгоритмами классификации с обучением. Качественное отличие заключается в том, что спектральные

кривые не ограничиваются расчетами по трём каналам, а создается трехмерный массив данных. К пространственной информации (планоые координаты) добавляется спектральная характеристика объекта (исходящее излучение, регистрируемое в разных диапазонах спектра и визуализируемое в виде кривой спектральной яркости).

Рассматриваемый метод крайне редко применяется при идентификации сельскохозяйственных культур, так как для формирования спектральных образов необходимо множество достаточно узких каналов в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне. Это требование до недавнего времени выполнялось лишь в небольшом сегменте гиперспектральных съёмочных систем (например, проект Hyperspec) и спектрорадиометрах низкого разрешения, таких как MODIS или Sentinel 3. Гораздо чаще метод спектральных кривых использовался в классификации землепользований, при идентификации горных пород [8,21,22].

С появлением в 2015–2016 гг. в открытом доступе материалов съёмочной системы Sentinel 2 возникла возможность идентификации растительности путём использования четырех узких и одного широкого канала NIR диапазона. В сочетании с высоким пространственным и временным разрешением снимки данной спутниковой системы оптимально подходят как для построения кривых спектральной яркости, так и для распознавания сельскохозяйственных культур. Поэтому метод построения кривых спектральной яркости по инфракрасным каналам космоснимков Sentinel 2 отвечает поставленным в исследовании задачам достоверного распознавания видов сельскохозяйственных культур.

Выбор программного обеспечения

Важными критериями выбора программного обеспечения (ПО) являются специфичность и доступность. Для решения конкретных задач можно выделить специальное ПО, решающее только вопросы обработки, анализа, классификации аэрокосмических изображений (ENVI, ScanEx IP, Erdas Imagine и др.). Эта группа ПО отличается мощным функционалом и широкими возможностями. В противоположный класс выделены продукты с общими функциями ГИС, включающими, в частности, и растровую обработку (ArcGIS, Mapinfo, Панорама, QGIS и др.). Функционал этих комплексов весьма обширен, но нередко ограничен в области анализа космоснимков.

Другим важным фактором выбора ПО является доступность. Одним из современных трендов развития программного обеспечения стала все возрастающая доступность (открытость) геоинформационных систем. Подобные примеры есть и в специальном сегменте ПО, направленном исключительно на обработку космоснимков (ILWIS, Multispec), и в общих ГИС-пакетах (QGIS). Одно из наиболее прогрессивных решений в открытых ГИС – блоковая структура, в которой отдельный



модуль является самостоятельной программой, реализованной на платформе открытого комплекса ГИС. QGIS служит ярким примером модульного строения ГИС. Здесь к достаточно ограниченному функционалу основной программы добавляется огромное количество дополнительных модулей разного назначения. Среди них имеются и весьма мощные инструменты, направленные на анализ и обработку космоснимков. Одним из достоинств модульной структуры ГИС является возможность работать с отдельными модулями пользователям, не имеющим высокой квалификации, для анализа космоснимков. Поэтому использование свободно распространяемого программного обеспечения QGIS вместе с дополнительными модульными расширениями наилучшим образом способствует решению поставленной в статье цели.

Результаты исследования и их обсуждение

После сравнительной характеристики съемочных систем, определения оптимального алгоритма идентификации сельскохозяйственных культур и выбора наиболее подходящего ПО был

выполнен комплекс полевых и камеральных работ.

На основе полевых данных с помощью модуля SemiAutomaticClassificationPlugin для QGIS 3.4 построены спектральные кривые разных сельскохозяйственных культур (рис. 2).

Виды растений с наибольшей выборкой на участках исследования (пшеница, подсолнечник, просо, нут) показаны на рис. 2. Наибольшей дифференциации значений графики достигают в диапазоне 0,7–0,85 мкм, что подтверждает гипотезу о применимости метода кривых спектральной яркости, построенных по инфракрасным каналам Sentinel 2 для распознавания сельскохозяйственных культур. Далее необходимо выполнить оценку полученных результатов на проверочной выборке. Из 25% отобранных участков для проверки идентификации каждой из представленных культур спектральный образ лишь одного участка не попал в границы, сформированные обучающей выборкой. Результаты классификации растений на ключевых участках сельскохозяйственных полей в Балаковском районе представлены на рис. 3.

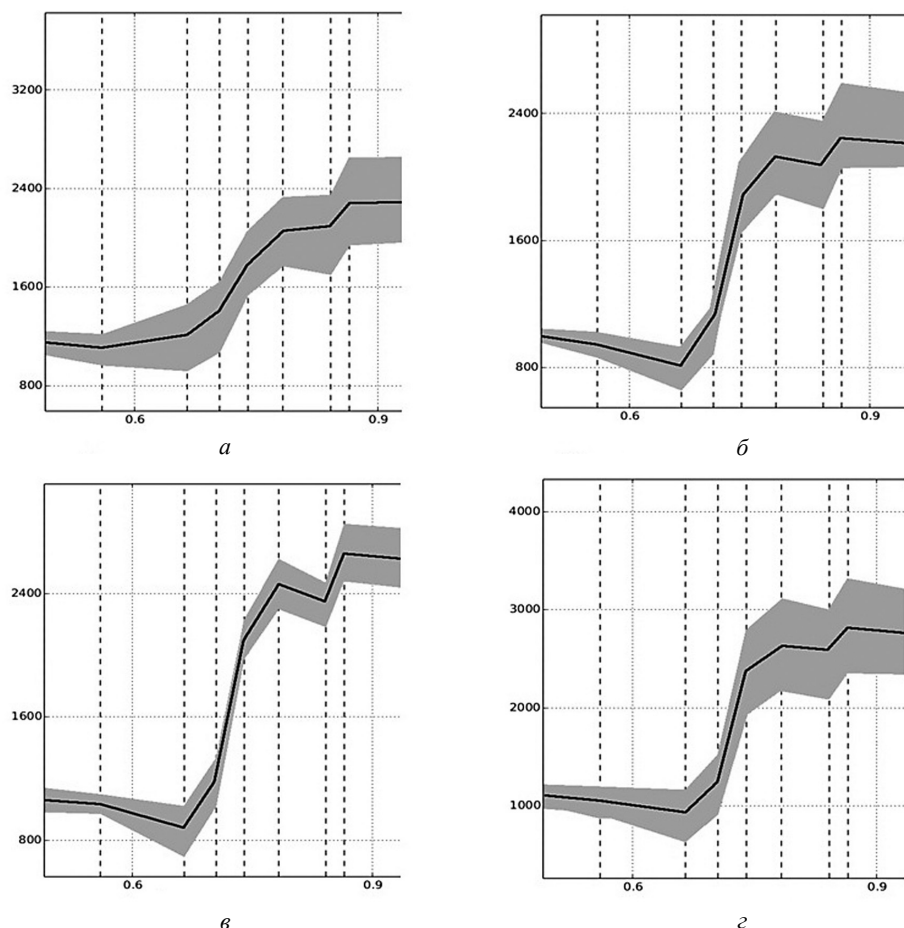


Рис. 2. Кривые спектральных яркостей озимой пшеницы (а), подсолнечника (б), просо (в) и нута (г). Вертикальная ось – длины волн, мкм, горизонтальная ось – регистрируемое исходящее излучение объектов. Черным показаны усредненные значения, серым – дисперсия спектральной яркости. Вертикальные пунктирные линии соответствуют видимым и ближним инфракрасным каналам Sentinel 2 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 8а соответственно)



Рис. 3. Фрагмент космоснимка Sentinel 2 (июнь 2019 г.) территории северо-востока Балаковского района. Результат распознавания сельскохозяйственных растений методом кривых спектральных яркостей

Подчеркнём необходимость уточнения данных дешифрирования разновременными снимками. Формирование спектрального образа каждого класса выполняется в момент наибольшего различия между отражательными способностями объектов. Для сельскохозяйственных культур на юге европейской части России это временной промежуток со второй декады мая по вторую декаду июня. Именно в данный период наблюдаются наибольшие различия между видами сельскохозяйственных растений на космоснимках [23]. В итоге была сформирована база эталонов (сигнатур) отснятых сцен. Полученные результаты дешифрирования космоснимков в дальнейшем могут быть использованы для распознавания сельскохозяйственных культур на остальной территории Саратовского Заволжья. Более широкая экстраполяция результатов выполненной работы нуждается в дополнительном эталонировании и адаптации алгоритмов. Необходимо указать также на ограничения, касающиеся применения метода спектральных яркостей:

- необходимость использования определенных съемочных систем, удовлетворяющих конкретным требованиям;
 - приуроченность съёмки к конкретному периоду вегетации сельскохозяйственных растений (май-июнь на юго-востоке европейской части России);
 - требовательность к специальному программному обеспечению;
 - необходимость анализа данных по разным каналам, соединенным в единый массив данных.
- С учётом обозначенных ограничений рассмотренный авторами опыт распознавания сельскохозяйственных культур по космоснимкам Sentinel 2 может быть успешно реализован в условиях степного Саратовского Заволжья.

Выводы

Для классификации сельскохозяйственных угодий выбраны космоснимки съемочной системы Sentinel 2. Снимки данной системы, полученные



в ближнем инфракрасном диапазоне, позволяют использовать метод построения кривых спектральной яркости для уверенного распознавания видов сельскохозяйственных культур.

Метод кривых спектральных яркостей отвечает требованиям достоверности распознавания сельскохозяйственных растений и позволяет осуществлять дешифрирование по одиночному космоснимку, сделанному в календарный период с наибольшими различиями в вегетации.

Свободно распространяемое программное обеспечение QGIS с модулями специальной обработки изображений отвечает требованиям дешифрирования и существенно удешевляет и облегчает мониторинг агроэкологической ситуации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Русского Географического Общества (проект № 07_2019-Р «Космические снимки для мелиорации Саратовского Заволжья»).

Библиографический список

1. Воробьева Н. С., Сергеев В. В., Чернов А. В. Информационная технология раннего распознавания видов сельскохозяйственных культур по космическим снимкам // Компьютерная оптика. 2016. Т. 40, № 6. С. 929–938.
2. Геоэкологический риск-анализ нефтяных месторождений Саратовской области с применением ГИС-технологий / А. Н. Чумаченко, А. В. Молочко, В. Э. Макаров [и др.]; под ред. А. Н. Чумаченко. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2017. 104 с.
3. Морозова В. А. Применение ГИС-технологий совместно с данными дистанционного зондирования (ДДЗ) для мониторинга и картографирования зон затопления на примере рек Саратовской области // Теория и практика гармонизации взаимодействия природных, социальных и производственных систем региона : материалы междунар. науч. практ. конф. : в 2 т. / редкол. : С. М. Вдовин (отв. ред.) [и др.]. Саранск : Издательство Мордовского университета, 2017. Т. 1. С. 359–364.
4. Чумаченко А. Н., Хворостухин Д. П., Морозова В. А. Построение гидрологически-корректной цифровой модели рельефа (на примере Саратовской области) // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 2. С. 104–109.
5. Проказов М. Ю., Шлапак П. А. Использование ГИС-технологий в картографировании геосистемных и геоэкологических характеристик Волжской островной поймы в районе г. Саратова // Геоинформационное картографирование в регионах России : материалы X Всерос. науч.-практ. конф. Воронеж : Научная книга, 2018. С. 137–141.
6. Чумаченко А. Н., Гусев В. А., Данилов В. А., Макаров В. Э., Затонский В. А., Пичугина Н. В., Федоров А. В., Шлапак П. А. Геоэкологическая оценка качества поверхностных вод бассейна реки Чардым Саратовской области // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2016. Т. 16, вып. 2. С. 93–97.
7. Комарова А. Ф., Журавлева И. В., Яблоков В. М. Открытые мультиспектральные данные и основные методы дистанционного зондирования в изучении растительного покрова // Принципы экологии. 2016. № 1. С. 40–74.
8. Терехин Э. А. Анализ спектральных свойств сельскохозяйственной растительности Белгородской области по спутниковым данным modis // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2013. № 10 (153). С. 150–156.
9. Pringle M. J., Denham R. J., Devadas R. Identification of cropping activity in central and southern Queensland, Australia, with the aid of MODIS MOD13Q1 imagery // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2012. Vol. 19. P. 276–285.
10. Перов А. Ю., Шумаева К. В., Ярыш С. С. Применение метода сегментирования объектов в Quantum GIS в рамках подготовительного этапа проведения кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения // Colloquium-journal. 2019. № 26. С. 53–45.
11. Wu Z., Thenkabail P., Mueller R., Zakzeski A., Melton F., Johnson L., Rosevelt C., Dwyer J., Jones J., Verdin J. Seasonal cultivated and fallow cropland mapping using MODIS-based automated cropland classification algorithm // Journal Applied Rem. Sens. 2014. Vol. 8. P. 1–17.
12. Хворостухин Д. П., Кликунов А. А. Применение ГИС, данных дистанционного зондирования Земли и преобразования Tasseled Cap для изучения современной растительности ландшафтов региона // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2013. Т. 13, вып. 2. С. 40–42.
13. Терехин Э. А. Спектральные отражательные свойства сельскохозяйственной растительности Белгородской области (по материалам космической съемки) // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2012. № 15 (134). С. 188–193.
14. Prishchepov A. V., Radeloff V. C., Dubinin M., Alcantara C. The effect of Landsat ETM/ETM + image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe // Remote Sensing of Environment. 2012. Vol. 126. P. 195–209.
15. Воронина П. В., Мамаш Е. А. Классификация тематических задач мониторинга сельского хозяйства с использованием данных дистанционного зондирования MODIS // ЖВТ. 2014. № 3. С. 76–102.
16. Макаров В. Э., Пичугина Н. В., Гусев В. А., Затонский В. А. Природный потенциал сельскохозяйственных округов Саратовской области // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2015. Т. 15, вып. 4. С. 13–18.
17. Чермошенцев А. Ю. Оценка измерительных свойств космических снимков высокого разрешения : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2012. 130 с.
18. Торсунова О. Ф. Исследование возможности применения космических снимков для определения границ зон с особыми условиями использования территорий // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий. 2017. № 3. С. 180–193.
19. Терёшкина Н. И., Карпова Л. А. Аналитический обзор применения спутниковых снимков для создания крупномасштабных картографических произведений // Наука и



инновации : Векторы развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых : в 2 кн. Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2018. Кн. 2. С. 277–279.

20. Морозова В. А. Расчет индексов для выявления и анализа характеристик водных объектов с помощью данных дистанционного зондирования [Электронный ресурс] // Современные проблемы территориального развития. 2019. № 2. С. 1–11. URL: [http:// https://terjournal.ru/wp-content/uploads/2019/05/ID85.pdf](http://https://terjournal.ru/wp-content/uploads/2019/05/ID85.pdf) (дата обращения: 20.12.2019).

21. Рогачев А. Ф. Методические подходы к получению и обработке данных дистанционного зондирования для

обоснования мелиоративных мероприятий // Известия НВ АУК. 2018. № 4 (52). С. 332–339.

22. Калиничева С. В., Железняк М. Н., Кириллин А. Р., Федоров А. Н. Выявление и картографирование мерзлых участков с использованием космических снимков (на примере Эльконского горста в южной Якутии) // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2017. № 3 (87). С. 30–36.

23. Казяк Е. В., Леценко А. В. Спектральные преобразования космических снимков Landsat 8 для картографирования растительности агроэкосистем // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. 2015. № 1. С. 79–84.

Образец для цитирования:

Макаров В. З., Гусев В. А., Шлапак П. А., Решетарова Д. А. Выбор оптимального метода распознавания сельскохозяйственных культур по космоснимкам высокого разрешения (на примере Саратовского Заволжья) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 162–170. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-162-170>

Cite this article as:

Makarov V. Z., Gusev V. A., Shlapak P. A., Reshetarova D. A. The Selection of the Optimal Detection Method for Agricultural Crops by Satellite Images of High Resolution (the Saratov Volga Region as an Example). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2020, vol. 20, iss. 3, pp. 162–170 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-162-170>



УДК 911.3:314

Демографическое старение сельского населения Саратовской области

С. В. Уставщикова

Уставщикова Светлана Владимировна, кандидат географических наук, доцент, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, sveus1@yandex.ru

Сельское население Саратовской области стремительно сокращается. Это связано с отрицательным естественным приростом, значительным миграционным оттоком. Эти факторы приводят к старению населения. Растет доля населения старше 60 лет в сельских районах. Увеличивается демографическая нагрузка на трудоспособное население, повышается индекс старения. Старение населения в большей степени обусловлено значительным миграционным оттоком молодежи из области. В этом заключается специфика региона. Возникает потребность в более углубленном исследовании феномена «демографическое старение» для каждого конкретного района области.

Необходима порайонная корректировка разработанных и намеченных к реализации направлений демографической и социально-экономической политики.

Ключевые слова: сельское население, демографическое старение, индекс старения, гендерные различия, шкала старения.

Поступила в редакцию: 25.03.2020 / Принята: 12.04.2020 / Опубликована: 31.08.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Demographic Aging of the Rural Population of Saratov Region

S. V. Ustavshchikova

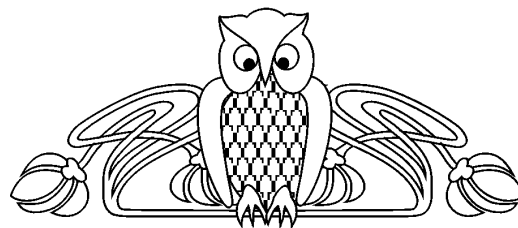
Svetlana V. Ustavshchikova, <https://orcid.org/0000-0003-0816-9866>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, sveus1@yandex.ru

The rural population of Saratov region is rapidly declining. This is due to the negative natural growth, and a significant migratory outflow. These factors lead to population aging. The proportion of people over 60 in the entire population of rural areas is growing. The demographic burden on the working-age population is increasing, and the aging index is increasing. The aging of population is largely due to a significant migration outflow of young people from the region. This is a specificity of the region. There is a need for a more in-depth study of the phenomenon of demographic aging for each specific area of the region.

A regional adjustment is necessary for the areas of demographic and socio-economic policy that have been developed and planned for implementation.

Keywords: rural population, demographic aging, aging index, gender differences, aging scale.

Received: 25.03.2020 / Accepted: 12.04.2020 / Published: 31.08.2020



This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-171-175>

Введение. Современная демографическая ситуация во многих странах мира, в том числе и Российской Федерации, характеризуется рядом неблагоприятных тенденций: сокращением рождаемости, старением населения.

Наиболее существенными факторами старения населения являются сокращение рождаемости, увеличение продолжительности жизни, миграции (отток населения, так как в нем в основном задействовано молодое население). В нашей стране при оценке процесса демографического старения (в качестве критерия используется доля лиц в возрасте от 60 лет и старше) применяется шкала, построенная французским демографом Ж. Божё-Гарнье и доработанная Э. Россетом [1]. По этой шкале Россия в 2000 г. вступила в 4-й этап – «очень высокий уровень демографической старости». Население страны старше 60 лет превысило 18% в общей численности населения.

Проблемой старения населения занимается значительное количество исследователей. Изучаемое ими проблемное поле можно разделить на несколько групп [2]:

- демографические аспекты старения;
- экономические последствия старения;
- социальная защита пожилого населения;
- социально-психологические аспекты старения.

По данным на 1 января 2019 г., в стране 21,8% населения находятся в возрасте старше 60 лет. Для сельского населения этот показатель равен 22,6%. Различают два типа старения населения: старение «снизу» как следствие снижения рождаемости и старение «сверху» как следствие увеличения средней продолжительности предстоящей жизни, снижения смертности в старших возрастах при условии низкой рождаемости. В России растет продолжительность жизни. Население стареет в результате низкой рождаемости при увеличении продолжительности жизни. Отличительной чертой старения населения в России является его ярко выраженный гендерный дисбаланс: численность женщин среди пожилых превышает численность мужчин почти в 2 раза.

Основная часть. Цель статьи – раскрыть тенденции демографического старения сельского населения Саратовской области. Методы ис-



следования: исторический, системный, анализ и обобщение, статистический.

Процесс старения населения имеет региональную дифференциацию. В ее основе, помимо демографических, лежат многочисленные социально-экономические, географические, политические и культурные причины. Предмет исследования – сельское население Саратовской области. Временной отрезок рассмотрения 2010 г. (данные переписи населения) – 1 января 2019 г. Именно для этого 10-летнего периода характерны очень интересные демографические и социально-экономические изменения. Период характеризовался естественной убылью (Саратовская область по итогам семи месяцев 2019 г. вошла в пятерку самых быстро вымирающих регионов России [3]), ростом (как и во всей стране) продолжительности жизни, значительным оттоком молодого населения в города области и другие регионы страны. За последние три года регион стал лидером по абсолютной убыли населения в России. Его покинули 46,68 тысяч человек, что больше, чем в любом другом субъекте РФ [3]. Значительно сократился приток внешних мигрантов – влияние ухудшения социально-экономического положения в области. Необходимо изменить эти тенденции. Если сокращение занятых в сельскохозяйственной отрасли неизбежно, то сельское население необходимо задержать хотя бы в городах области, в том числе в Саратовской агломерации. Следует развивать новые виды производства третичной сферы, привлекательные для молодежи в городах. В сельской местности нужно развивать виды производства для занятых в возрасте 70+.

Численность всего населения области сократилась за рассматриваемый период на 3,3%, сельского – на 8,5. Абсолютная численность сельского населения в возрасте от 60 лет и старше (именно этот возраст используется при оценке процесса

демографического старения) на 1 января 2019 г. в области составила 155,2 тысячи человек, что составляет 26,4% от всего сельского населения (1989 г. – 18,4) [4]. Численность населения в возрасте 60 лет и старше выросла во всех районах, несмотря на сокращение общей численности. Прирост в группе (население в возрасте 60+) происходит за счет возрастной передвижки переходных возрастных групп. Растет доля населения в возрасте 80+ в населении старше 60. Это объясняется ростом продолжительности жизни. Процент населения в возрасте 80 лет и старше среди населения 60+ показывает глубину старения. В сельском населении Саратовской области глубина старения выросла с 15,9% в 2010 г. до 17,1% в 2019 г. Глубина старения населения находится на среднем уровне, что обусловливается небольшими показателями ожидаемой продолжительности жизни.

Численность женщин в населении 60+ больше чем в 2 раза превышает численность мужчин (рис. 1).

Индекс старения сельского населения растет (число пожилых, приходящихся на 100 детей в возрасте от «0 до 15 лет»). За 2010–2019 гг. он вырос с 118,2 до 141,1 пожилого человека на 100 детей.

Процесс демографического старения сельского населения развивался в Саратовской области по-разному (табл. 1).

Население Левобережья по историческим причинам заселения и освоения (в частности, в результате миграции значительной части молодежи в годы строительства оросительных систем, интенсивного развития сельского хозяйства в 1970–1980 г.) долгие годы оставалось моложе сельского населения Правобережья. Даже на 2019 г. в Александрово-Гайском и Ровенском районах доля населения 60+ составляла около 18%. Этот показатель соответствует высокому,

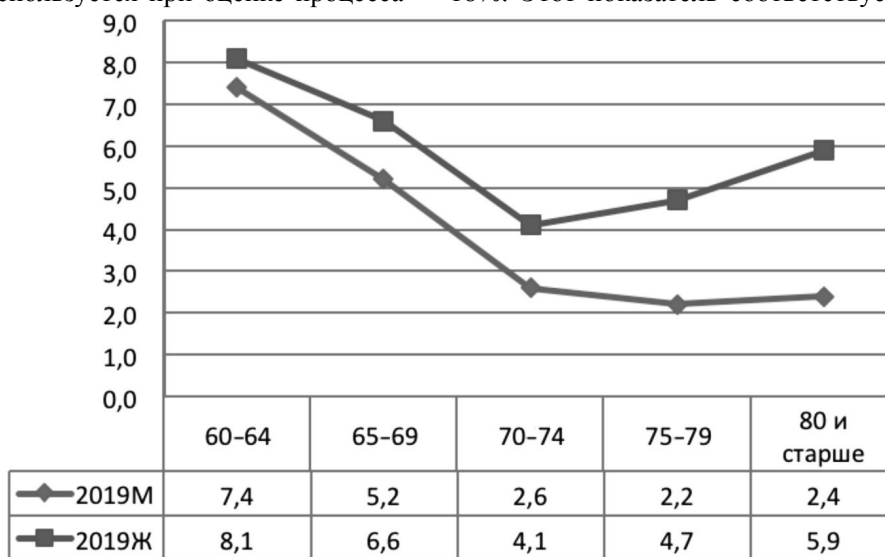


Рис. 1. Сельское население Саратовской области. Феминизация старения. Доля мужчин и женщин в возрасте 60+ в численности всех мужчин и женщин, %, 2019 г. [4, 5]



Таблица 1

Распределение районов Саратовской области по доле лиц в возрасте 60+ среди сельского населения, 2010/2019 г. [4, 5]

Регион	Доля лиц в возрасте 60+ в общей численности, %			
	Ниже средней, менее 20	Средняя, от 20 до 25	Выше средней, от 25 до 30	Высокая, от 30 до 35
Количество районов в группе 2010/2019				
Правобережье	4/–	11/8	5/7	–/5
Левобережье	13/3	5/9	–/4	–/2
Всего по области	17/3	16/17	5/11	–/7

а не очень высокому уровню демографического старения, который начинается с 18% и более.

Процесс старения населения Левобережья развивается «сверху» за счет современного стремительного оттока молодежи и, следовательно, увеличения абсолютной численности пожилых людей. Сокращение численности населения за 10 лет более чем на 10–12% произошло в 11 районах из 18. Самое значительное сокращение произошло в Пугачевском, Озинском, Ершовском, Духовницком, Новоузенском (21,5%), Краснопартизанском (27,8%) районах. Это привело к резкому росту доли населения старше 60 лет в данных районах (изменение более чем на 5% за 10 лет) и переходу их в категорию старения населения с долей старших возрастов 20–25%. В Дергачевском, Ершовском, Пугачевском, Советском районах доля населения в возрасте 60+ превысила 25%, в Краснопартизанском и Духовницком – 30%. Скорость старения в Левобережье за 2010–2019 гг. измеряется от плюс 3,3% в Александрово-Гайском и Ровенском районах, до 7,0 в Духовницком, Краснопартизанском. Быстрее всего стареет население Советского района (на 9,7% за 2010–2019 гг.) (рис. 2).

В Правобережье сокращение численности сельского населения на 10–12% произошло в 11 районах из 20. Выросла его численность в Саратовском и Вольском районах в результате административных преобразований (перевод поселков городского типа в статус сельских).

Наибольшее падение численности сельского населения произошло в Турковском (25,0%) и в Аркадакском (25,9%) районах. Скорость старения не такая значительная, как в Левобережье, только в 6 районах на 5% и более (рис. 3). Правобережье стареет. Численность его населения сокращается в результате других процессов. Старение «снизу» происходит по причине прежнего сокращения женщин фертильного возраста и, следовательно, очень низкой рождаемости, а «сверху» – в результате вымирания старшего поколения, несмотря на выросшую продолжительность жизни. Иными словами, глубина старения населения Правобережья (доля населения в возрасте 80+ среди населения в возрасте 60+) выше, чем в Левобережье. Семь районов находятся в группе со старением выше среднего (25–30%) и 5 – с высоким (30–35%) старением. Самое «старое» население в Аркадакском и Турковском районах (доля населения 60+ превысила 34% от всего населения района).

Исследование выявило, что сельские районы области различаются по таким значимым для определения старения сельского населения показателям, как:

- сокращение численности населения района за исследуемый период (в %);
- коэффициент старения (доля лиц в возрасте 60 лет и старше в общей численности населения);
- скорость старения, изменение доли населения 60+ за рассматриваемый период;



Рис. 2. Левобережье. Изменение доли лиц в возрасте 60 лет и старше в общей численности сельского населения за 2010–2019 гг. [4, 5]



Рис. 3. Правобережье. Изменение доли лиц в возрасте 60 лет и старше в общей численности населения за 2010–2019 гг.

– рост демографической нагрузки на трудоспособное население за счёт пожилых (данный показатель отображает число трудоспособных, приходящихся на одного человека в возрасте старше 60 лет);

– индекс старения (число пожилых, приходящихся на 100 детей в возрасте от 0 до 15 лет): «средний» – на 100 детей менее 100 человек в возрасте 60+; «высокий» – на 100 детей 100–200; «очень высокий» – на 100 детей более 200 человек.

Приведенные показатели наиболее часто используются при изучении демографического старения населения [6].

На основе данных показателей была проведена типология районов Саратовской области по характеру динамики демографического старения сельского населения (табл. 2).

Тип 1 – уровень демографического старения ниже среднего. Характеристика: скорость старения до 5%, рост или сокращение численности населения не более 12%. Трудоспособных 2,4 человека на одного человека 60+. Средний индекс старения.

Тип 2: 2А – средний уровень демографического старения. Характеристика: скорость

старения до 5% при сокращении населения около 12%;

2 Б – средний уровень демографического старения. Характеристика: скорость старения выше 5% при сокращении населения не более 12%.

Трудоспособных в обоих подтипах в среднем 1,6 человек на одного человека 60+. Высокий индекс старения.

Тип 3: 3А – уровень демографического старения выше среднего. Характеристика: скорость старения до 5% при сокращении населения более 12%;

3Б – уровень демографического старения выше среднего. Характеристика: скорость старения выше 5% при сокращении населения около 12%.

Трудоспособных в обоих подтипах в среднем 2,0–1,8 человека на одного человека 60+. Высокий индекс старения.

Тип 4 – уровень демографического старения высокий. Характеристика: скорость старения выше 5% при сокращении населения более 12%. Трудоспособных в среднем 1,3 человека на одного человека 60+. Очень высокий индекс старения.

Таблица 2

Территориальное распределение районов Саратовской области по характеру динамики демографического старения сельского населения, 2010–2019 гг.

Тип 1. Доля населения 60+ ниже средней, менее 20%	Тип 2. Доля населения 60+ средняя, от 20 до 25%. Делится на 2 подтипа: 2А, 2Б		Тип 3. Доля населения 60+ выше средней, от 25 до 30%. Делится на 2 подтипа: 3А, 3Б		Тип 4. Доля населения 60+ высокая от 30 до 35%
Александрово-Гайский, Ровенский, Новоузенский	Балаковский, Краснокутский, Перелюбский, Питерский, Федоровский, Энгельский, Екатериновский, Саратовский, Татищевский, Озинский, Аткарский, Петровский	Ивантеевский, Марковский, Красноармейский, Лысогорский, Новобурасский	Базарно-Карабулакский, Балтайский, Вольский, Калининский, Ртищевский, Самойловский	Советский, Балашовский, Дергачевский, Ершовский, Пугачевский	Духовницкий, Краснопартизанский, Аркадакский, Романовский, Турковский, Хвалынский, Воскресенский



К типу 1 относятся всего 3 района, все они в Левобережье. Характеризуются значительной долей казахского населения и специфическими условиями ведения сельского хозяйства: животноводство, бахчеводство.

К типу 4 относятся 7 районов: 2 левобережных, 5 правобережных. Это самые проблемные районы области. Сокращение населения высокое. Доля старшего поколения высокая, что приводит к сокращению детей. На 100 детей (0 – 15 лет) приходится 270 человек в возрасте 60+ в Аркадакском районе, 301 – в Турковском. Это самые значительные показатели в области.

Таким образом, негативные тенденции демографической ситуации в области способствуют дальнейшему сокращению общей численности населения, развитию процесса демографического старения. Эти тенденции определяют необходимость скрупулезной разработки эффективных мер социальной политики, которая является одним из главных ориентиров органов государственной власти. Социальная политика должна быть направлена на обеспечение финансовой состоятельности пенсионных систем районов, расширение сферы медицинского обслуживания, сети медицинских учреждений, качественную перестройку системы здравоохранения. Следует изменить ассортимент товаров и услуг в сельской местности в соответствии с запросами пожилых людей. Необходимость всестороннего использования потенциала пожилых людей должна приводить к трансформации структуры материального производства.

Библиографический список

1. Демографическое старение [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%> (дата обращения: 2.12.2019).
2. Яковенко Н. В., Комов И. В., Сафонова И. В., Дерягина М. В., Гостеева Ю. А. Демографическое старение населения в областях Центрального Федерального округа // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2019. Т. 43, № 2. С. 154–164.
3. Саратовская область попала в пятерку самых быстро вымирающих регионов России и выбилась в лидеры по миграционным потерям в ПФО [Электронный ресурс]. URL: <https://nversia.ru/news/saratovskaya-oblast-popala-v-pyaterku-samyh-bystro-vymirayuschih-regionov-rossii-i-vybilas-v-lidery-po-migracionnym-poteryam-v-pfo/> (дата обращения: 2.12.2019).
4. Возрастно-половой состав населения Саратовской области : стат. сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области. Саратов, 2012. 176 с.
5. Муниципальная статистика Саратовской области [Электронный ресурс]. URL: https://gks.ru/scripts/db_inet2/passport/pass.aspx?base=munst63&r=63603000 (дата обращения: 2.12.2019).
6. Шабунова А. А., Барсуков В. Н. Тенденции демографического старения населения Российской Федерации и пути их преодоления // Проблемы развития территории. 2015. № 1 (75). С.76–87.

Образец для цитирования:

Уставщикова С. В. Демографическое старение сельского населения Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 171–175. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-171-175>

Cite this article as:

Ustavshchikova S. V. Demographic Aging of the Rural Population of Saratov Region. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2020, vol. 20, iss. 3, pp. 171–175 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-171-175>



УДК (504.5.06+004.942):(470.44)

Разработка алгоритма математико-картографического моделирования зон затопления застроенных территорий (на примере участка реки Медведица у города Петровска Саратовской области)



П. А. Шлапак, В. А. Морозова, Е. А. Морозова

Шлапак Павел Александрович, старший преподаватель, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, henryxiv@list.ru

Морозова Валерия Андреевна, ассистент, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, riukarin@gmail.ru

Морозова Елена Алексеевна, магистрант, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, elena_hvesina@mail.ru

В статье рассматриваются аспекты разработки алгоритма построения зон затопления с помощью современных геоинформационных технологий на участке р. Медведица в пределах г. Петровска Саратовской области. Рассмотрен комплексный подход к построению зон затопления разной обеспеченности гидрологической величины. В результате применения разработанного алгоритма выявлены участки, подвергающиеся риску затопления с разными вероятностями (1, 5, 25 и 50%), с указанием глубины затопления.

Ключевые слова: зона затопления, половодье, паводок, геоинформационное моделирование, моделирование зоны затопления, р. Медведица, Саратовская область.

Поступила в редакцию: 24.03.2020 / Принята: 12.04.2020 / Опубликована: 31.08.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

The Development of an Algorithm for Constructing the Flood Zones Using Geoinformation Technologies (on the Example of the Medveditsa River Section Near Petrovsk)

P. A. Shlapak, V. A. Morozova, E. A. Morozova

Pavel A. Shlapak, <https://orcid.org/0000-0002-6418-8749>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, henryxiv@list.ru

Valeria A. Morozova, <https://orcid.org/0000-0002-5768-1201>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, riukarin@gmail.ru

Elena A. Morozova, <https://orcid.org/0000-0002-0827-3084>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, elena_hvesina@mail.ru

The article discusses aspects of developing an algorithm for flood zones modeling using modern geographic information technologies in

the area of the river near the town Petrovsk. The integrated approach to the flood zones modeling of different hydrological magnitude is considered. As a result of the developed algorithm application, flood risk areas with different probabilities (1, 5, 25 and 50%) with an indication of the depth of flooding are identified.

Keywords: flood zone, high water, flood, geoinformation modeling, flood zone modeling, Medveditsa River, Saratov region.

Received: 24.03.2020 / Accepted: 12.04.2020 / Published: 31.08.2020

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-176-183>

Актуальность исследования. Проблема прогнозирования возникновения и развития опасных природных явлений является одной из наиболее актуальных в географических исследованиях. Лесные пожары, разливы рек, сходы оползней, активизация водной эрозии – все эти и другие опасные явления заставляют исследователя искать способы их прогнозирования для оценки и минимизации ущерба. Несомненно, существует множество методик для прогноза и моделирования опасных для человека природных явлений [1–4]. Однако их усовершенствование, адаптирование для работы с локальными объектами исследования, поиск новых приемов для разработки методического алгоритма очень важны при решении многих конкретных задач.

К наиболее распространенным и опасным явлениям на территории Российской Федерации относится наводнение. Оно представляет угрозу для населенных пунктов и объектов инфраструктуры. Затопление может быть спровоцировано разливом рек из-за половодья, паводка, заторов, зажоров или ошибками в регулировании уровня воды на гидротехнических объектах [5–6].

Существующие исследования, направленные на изучение наводнений (затоплений, как более локального явления) и оценку возможного ущерба от них, в большинстве своем опираются на комплексную обработку данных на основе статистического, вероятностного подходов и методов риск-анализа [7–10].

Качественные результаты на основе такой обработки можно получить лишь при наличии актуальных данных, отличающихся полнотой и детальностью. Их отсутствие – причина невозможности создания надлежащих прогнозных моделей. К сожалению, получение нужных данных сложно обеспечить – нет стационарных или



временных пунктов наблюдения, слишком дорогими и затратными по времени являются полевые исследования. Поэтому возникает необходимость в комплексировании информации из разных источников об исследуемом объекте. Обозначенная проблема далеко не новая, но до сих пор многие вопросы остаются открытыми. Так, актуальной является проблема разработки и совершенствования методов математико-картографического моделирования и улучшения соответствующего программного обеспечения, позволяющего обрабатывать большие массивы статистических и картографических данных, объединять их с данными полевых исследований и данными дистанционного зондирования (ДДЗ).

В предлагаемой статье изложены результаты разработки алгоритма моделирования зон затопления разной обеспеченности гидрологической величины (раздел 68 ГОСТ 19179) [9] в пределах ключевого участка на р. Медведице у г. Петровска Саратовской области, основанного на геоинформационных технологиях.

Характеристика объекта и методы исследования

Особенно актуальным является исследование городских плотнонаселённых и часто затопляемых территорий. Поэтому в качестве объекта изучения была выбрана территория г. Петровска с населением более 20 тысяч человек. Этот город Саратовской области расположен в верхнем течении р. Медведица. Значительная часть его территории (как частный сектор, так и участки с многоквартирными домами) периодически на протяжении достаточно длительного времени

подвергается затоплению во время половодья и паводков (рис. 1).

Алгоритм построения зоны затопления включает следующие этапы:

- подготовку и создание базы данных (БД);
- моделирование зон затопления;
- анализ результатов (рис. 2).

Следует отметить, что алгоритм достаточно стандартен для выполнения работ, связанных с математико-картографическим моделированием. Детали каждого из блоков рассмотрим подробно.

Подготовка и создание базы данных

Для создания модели затопления необходимо использовать целый комплекс данных. Перечислим основные виды данных, которые необходимы для исследования: сведения о расходах и уровне воды, о шероховатости речного дна, о типах землепользования на ключевом участке, рельефе, зданиях и сооружениях, мостах. Обозначенная информация имеется в разных источниках, которые можно разделить на несколько групп: многолетние сведения Гидрометеослужбы РФ (гидрологические посты и метеостанции), картографические материалы, данные дистанционного зондирования.

Дадим характеристику каждой выделенной группе источников.

1. Многолетние сведения Гидрометеослужбы РФ (*гидрологические посты и метеостанции*). Этот источник информации включает в себя многолетние данные об уровне и расходе воды в пределах выбранного гидропоста, а также об осадках и снежном покрове. Оптимальным вариантом является расположение

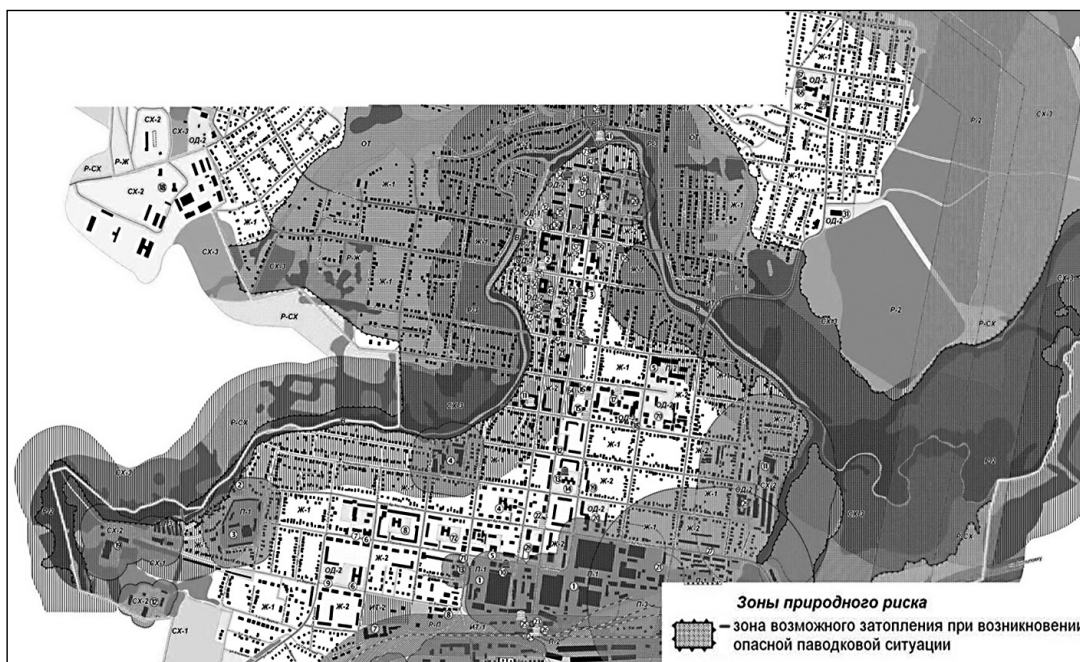


Рис. 1. Карта с особыми условиями использования территории г. Петровска с указанием зон возможного затопления при паводковой опасности [11]

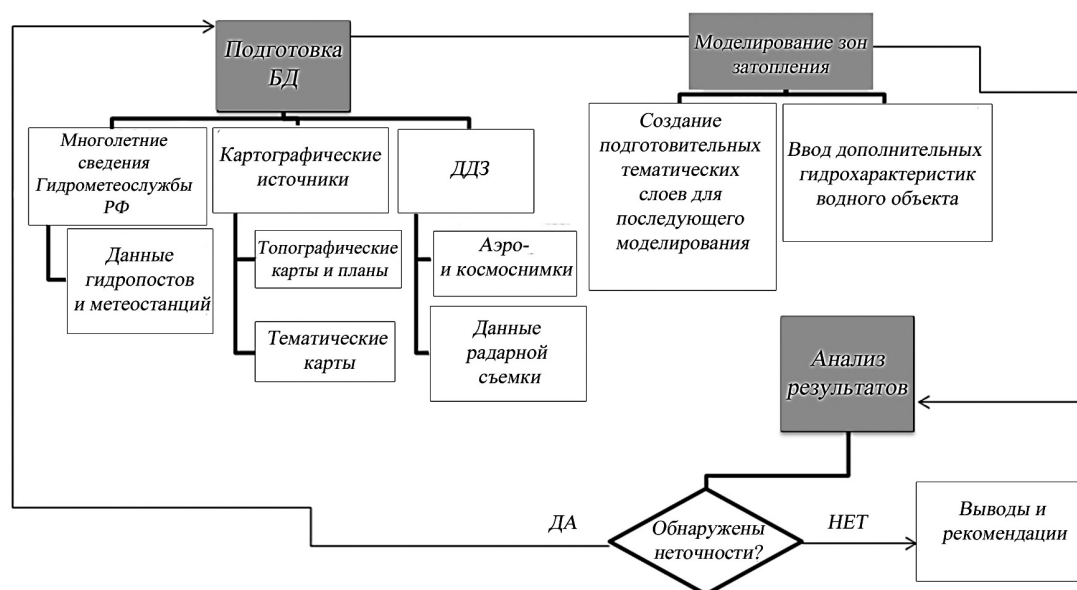


Рис. 2. Блок-схема алгоритма построения зон затопления (сост. авторами)

стационарного пункта наблюдения в пределах зоны затопления. К сожалению, это условие редко соблюдается. Гидрологический пост в г. Петровске существовал непродолжительный период в 30-е гг. XX в. (был расположен в 637 км от устья реки). Поэтому данные гидропоста в Петровске не отвечают двум важнейшим требованиям: длительности и актуальности наблюдений [9, 12]. В связи с этим необходимо использовать информацию с гидрологического поста-аналога. Согласно источникам [9, 12], в качестве поста-аналога можно выбрать створы выше или ниже по течению от основного гидрологического поста и отвечающие требованиям качества полученной на них информации. В данном исследовании рассматривался гидропост в р. п. Лысые Горы, находящийся ниже по течению (166 км) р. Медведица. Для построения зон затопления были использованы данные о среднемноголетнем расходе воды и показатели затопления паводками разной обеспеченности из гидрометеорологических справочников [12, 13].

2. *Картографические материалы.* Основой для картографирования и построения математико-картографических моделей послужили топографические и тематические карты функционального зонирования территории и типов землепользования. На основе этих карт создавались векторные слои цифровой карты: контуры гидрографических объектов, коммуникации, инженерно-технические сооружения, изолинии рельефа, отметки высот и т. п. Несомненно, при исследовании территорий на предмет затопления и уязвимости к этому явлению необходимо использовать более подробную и геометрически точную информации о рельефе, объектах инфраструктуры. Поэтому рекомендуется применять карты крупного масштаба вплоть до топографических планов (от 1:50000 и крупнее).

3. *Данные дистанционного зондирования Земли.* Для актуализации информации, взятой с топографических карт, были использованы данные радарной съемки SRTM и мозаика космоснимков Landsat-8 OLI. По этим данным уточнялись контуры гидрографии. Создание гидрологически-корректной цифровой модели рельефа было осуществлено на основе комбинации векторных слоев, оцифрованных по топокартам (изолинии, отметки высот), и открытых данных радарной съемки SRTM [14–16]. Очевидно, что для повышения точности построения моделей следует брать данные о рельефе с карт более крупного масштаба, использовать для уточнения этих данных дополнительно оцифрованные структурные линии (линии наибольшего ската, водоразделов, тальвегов). Кроме того, SRTM является цифровой моделью естественного и искусственного рельефа, что требует дополнительной работы с мозаикой. Отсюда вытекает необходимость предварительной обработки данных [14].

Моделирование зон затопления

Для создания модели затопления территории был использован программный комплекс ESRI ArcGIS, HEC-RAS 5.0 и ArcGIS HecGeoRas [17]. Модуль HEC-RAS моделирует гидравлику потока воды через естественные реки и каналы. Программа была создана для управления речными системами, гаванями и использования в гидрологических исследованиях.

Процесс моделирования начинается с конвертации собранной на первом этапе базы данных (векторные и растровые слои с характерной атрибутивной информацией).

Как итог, были созданы необходимые слои, представленные в табл. 1.



Таблица 1

Характеристика тематических слоев HecGeoRAS

Название слоя	Наполнение слоя	Описание содержимого слоя
Stream centerline + tributies	Линейные объекты	Осевая линия водного потока и крупные притоки
Bank lines	Линейные объекты	Береговые линии
XS cut lines	Линейные объекты	Морфостворы
Flow path centerlines	Линейные объекты	Максимально возможные границы зоны затопления
Ineffective flow areas	Полигональные объекты	Водные объекты, обладающие очень низкой скоростью течения или не имеющие ее совсем
Blocked obstructions	Полигональные объекты	Безводные области (здания)
LandUse	Полигональные объекты	Данные по землепользованию
Manning K	Числовые характеристики	Коэффициенты Маннинга (шероховатость)

Дадим характеристику каждому из перечисленных тематических слоев.

1. *Stream centerline + tributies*. *Центральный поток + притоки*. Первый шаг подготовки тематических слоев заключается в создании центральной линии водотока, необходимой для идентификации речной сети. Центральная линия, как и большинство подготавливаемых файлов, проводится в обязательном порядке от верхней границы моделируемого участка к нижней (по течению). Затем объекту присваивается в слое название реки и название участка (функция ID). Следующим шагом является получение из центральной линии 3D объекта – продольного профиля моделируемого участка реки, для этого используется функция «Stream centerline attributes».

После завершения редактирования данного слоя ему присваивается уникальное имя, чтобы программа могла его идентифицировать. Для этого используется функция «Assign RiverCode/ReachCode».

Далее необходимо убедиться, что созданные тематические слои связаны между собой и имеют правильную атрибутику. Для этого добавляются все поля атрибутов для реки с помощью команды «Streamcenterlineattributes/All» из контекстного меню HecGeoRas. Затем в информацию о речном объекте добавляются новые поля и проводится верификация имеющихся.

2. *Bank lines*. *Береговые линии*. Там же, как и в случае с векторизацией центральной линии, создаются линии берега для расчёта прохождения высоких расходов воды при выходе потока на пойму (строго вниз по течению: левый и правый берег соответственно).

По завершении редактирования данного слоя на выходе остается два объекта: правый и левый берег.

3. *XS cut lines*. *Поперечные створы*. Поперечные профили задаются на тех участках потока, где встречается изменение расхода воды, уклонов, формы поперечного сечения русла или шероховатости, а также в местах начала или конца дамб, мостов, плотин и т. д. независимо от расстояния между сечениями.

Именно поперечные профили являются ключевыми входными данными для программного комплекса HEC-RAS. Создаваемые поперечные профили должны полностью отражать плановое очертание русла, а также все особенности рельефа поймы. Необходимо, чтобы поперечники захватывали всю пойму и в обязательном порядке проходили перпендикулярно руслу реки. Обязательным условием является создание объектов внутри слоя: строго слева направо (по направлению течения). В конце данного этапа работ создаются 3D-профили для последующего моделирования.

4. *Flow path centerlines*. *Максимально-возможные границы зон затопления (линии водного потока)*. Слой определяет зону разлива водного объекта. В этих пределах рассчитывается затопленные территории. В этом слое необходимо оцифровать центральную линию водотока и границы исследуемой территории, в пределах которой проводился анализ.

5. *Ineffective flow areas*. *Неэффективные водные области*. Слой содержит водные объекты, не имеющие скорости течения или обладающие очень низкой скоростью (области перед/за опорой моста, старицы, озера, пруды).

В рамках исследуемого участка такие области выявлены не были.

6. *Blocked obstructions*. *Блокирующие препятствия*. Этот слой формируется из объектов, являющихся преградой для водного потока. Самым ярким примером являются здания.

7. *LandUse*. *Типы землепользования*. Слой необходим для определения коэффициентов шероховатости (коэффициент Гоклера – Маннинга) – показателей сопротивления, оказываемого руслом протекающему потоку. Тип землепользования определяет стоковые характеристики, просачивание воды в почвогрунты, возможное загрязнение речной системы [18].

8. *Manning K*. *Коэффициенты шероховатости по Маннингу*. Для каждого поперечного профиля нужно установить свое значение коэффициента Маннинга. Этот слой задействует данные, полученные из предыдущего пункта. Следует также учитывать, что коэффициент ше-



роховатости Маннинга на берегу будет выше, чем на основном потоке.

Как итог, все необходимые картографические слои с характерной атрибутикой были созданы (рис. 3).

Далее проводится проверка топологии водного объекта и всех связанных с ним слоев, выставляется расход воды (cfs) и определяются дополнительные условия для каждого поперечного профиля. Следует учитывать, что эти ограничения будут индивидуальны для каждого водного объекта: нормальная глубина, кривая расходов, если таковая имеется, известный уровень воды в пределах морфостворов, критическая глубина.

Эти условия позволяют уточнить границы будущих зон затопления и учесть все дополнительные параметры водного объекта. Характеристики данных параметров представлены в табл. 2.

После введения всех условий проводятся анализ гидрологических данных, построение поперечных профилей участка в 2D- и 3D-форматах (рис. 4), а также осуществляется непосредственное построение зон затопления разной обеспеченности.

Результаты моделирования зон затопления представлены на рис. 5.

На слой с зонами затопления были наложены слои застройки, классифицированные как дачные, частные и жилые для последующей пространственной выборки по зонам гидрологической обеспеченности. Данные вероятности попадания объектов в потенциальные зоны затопления приведены в табл. 3.

Анализ результатов и выводы

Анализ табл. 3 показал, что наибольшей угрозе затопления подвергаются дачные массивы и дома частного сектора. Полученные результаты могут быть подтверждены реальными данными о чрезвычайных ситуациях в г. Петровске в 2012 г. и 2018 г. [19, 20].

Анализ зон затопления позволяет предварительно оценить возможный ущерб и риск затопления исследуемой территории. Такие исследования могут быть положены в основу оценки социального, экономического и физического риска [21], а также использованы не только для прогноза и



Рис. 3. Тематические слои будущей математико-картографической модели, созданные с помощью модуля HecGeoRas ArcGIS v.10.2

Таблица 2

Характеристика дополнительных вводных условий для каждого участка между профилями при моделировании устойчивого водного потока

Название граничного условия	Характеристика
<i>Normal Depth</i> (нормальная глубина)	Программа аппроксимирует данные на основе уклона водного потока или водной поверхности на исследуемом гидросте
<i>Critical depth</i> (критическая глубина)	Программа рассчитывает критическую глубину для поперечного профиля и используется в качестве входного условия
<i>Rating Curve</i> (кривая уровней и расходов)	Уровень воды интерполируется на основе этих данных. Обычно используется в случае контрольной станции (гидропоста), где уровень воды и расходов постоянно измеряется
<i>Known water surface</i> (известный уровень воды)	Известный уровень водной поверхности для данного участка. Используется в случаях, когда уровень воды был измерен для указанного расхода воды

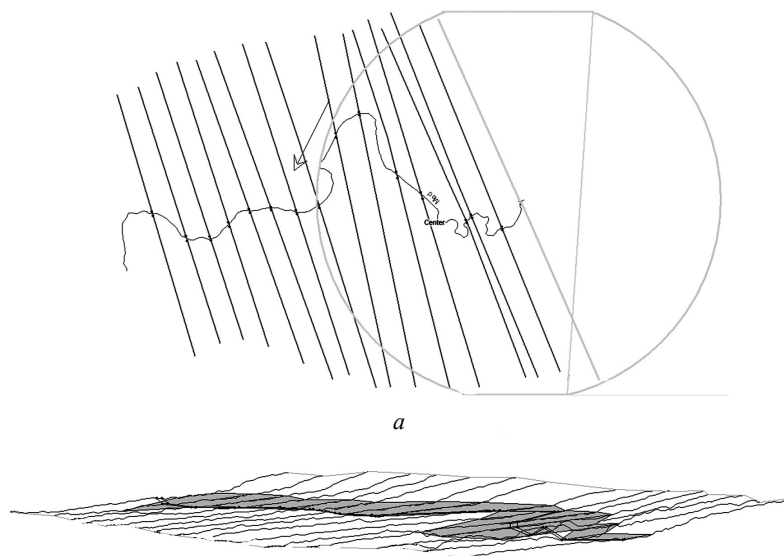


Рис. 4. Интерфейс HEC-RAS: *а* – 2D представление морфостворов; *б* – 3D представление морфостворов, превращение плоской модели в объемную

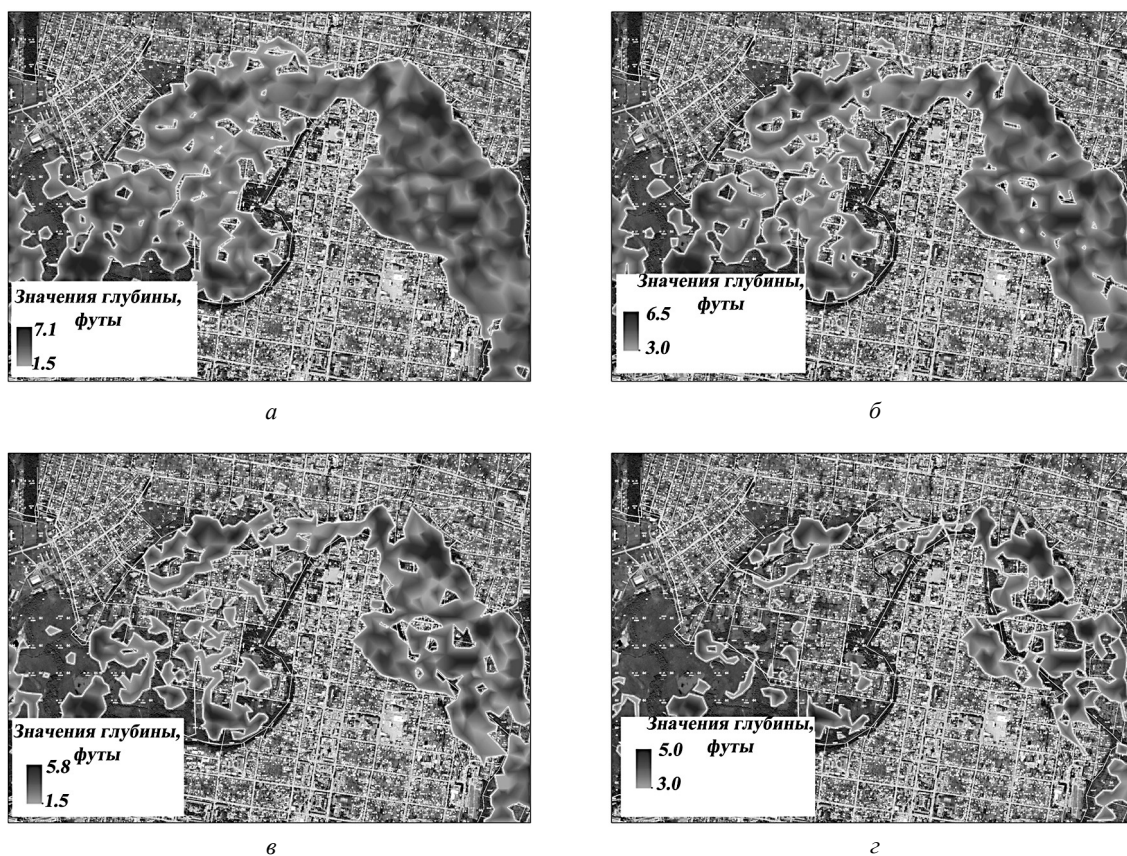


Рис. 5. Модели затопления дачных и жилых участков в г. Петровске в долине р. Медведица с разной степенью обеспеченности: *а* – 1%; *б* – 5%; *в* – 25%; *г* – 50%



Таблица 3

Попадание объектов в потенциальные зоны модели затопления

Степень обеспеченности модели, %	Количество дачных участков	Количество участков частного сектора	Количество многоквартирных малоэтажных домов
1	348	971	5
5	340	745	3
25	296	519	0
50	127	203	0

оценки ущерба от наводнений, но и для изучения косвенных последствий затопления городской территории. К таким последствиям можно отнести вынос рекой опасных химических элементов, размещённых в долине реки, снос плодородного слоя почвы, разрушение твердого покрытия дорог и площадок [22].

Отметим недостатки и проблемы, обнаруживаемые при построении математико-картографической модели затопления по предложенному методическому алгоритму.

1. Необходимо наличие детальной, достоверной и актуальной информации по гидрологическому режиму реки и рельефу её долины.

2. Важно, чтобы в зоне потенциального затопления или недалеко от нее находился действующий гидрологический пост [23]. В предлагаемой модели отсутствует показатель замусоренности русла реки. Нередко это является одним из определяющих факторов развития процесса затопления.

3. Модель существенно усложняется при зарегулированности русла реки. В этом случае необходимо вводить дополнительные параметры, учитывающие характеристики гидротехнических сооружений и режим их работы, абразивные процессы [24].

Предлагаемая математико-картографическая модель затопления территории может быть экстраполирована на подобные уязвимые территории как в пределах Саратовской области, так и в других регионах со схожими условиями. В дальнейших исследованиях планируется уточнение алгоритма математико-картографического моделирования на основе анализа перечисленных недостатков. Полученные результаты послужат основой для будущего районирования территории по степени риска затопления и для дальнейшего комплексного анализа территории.

Подобные модели можно использовать при решении ряда гидрологических и социально-экономических задач.

Библиографический список

1. Patel K. B., Yadav S. M. One Dimensional Unsteady Flow Analysis using HEC-RAS Modelling Approach for flood in Navsari City [Электронный ресурс] // Recent Advances in Interdisciplinary Trends in Engineering & Applications: International Conference. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3351780 (дата обращения: 27.09.2019).

2. Brauneck J., Pohl R., Juepner R. Experiences of using UAVs for monitoring levee breaches [Электронный ресурс] // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/46/1/012046> (дата обращения: 27.09.2019).

3. Harahap R., Jeumpa K., Hadibroto B. Flood Discharge Analysis with Nakayasu Method Using Combination of HEC-RAS Method on Deli River in Medan City [Электронный ресурс] // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/970/1/012011> (дата обращения: 27.09.2019).

4. Романовский П. В. Применение методов компьютерного моделирования зон затопления при максимальных расчетных уровнях воды для решения проектных задач при рекультивации нарушенных земель, а также проектирования зданий и сооружений вблизи водных объектов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330, № 2. С. 186–201.

5. Эвакуация жителей из Иркутской области [Электронный ресурс] // Lenta.ru – Новости России и мира сегодня. URL: <https://lenta.ru/news/2019/07/29/wateragain/> (дата обращения: 27.09.2019).

6. Жителям российского села пригрозили наводнением после «падения метеорита» [Электронный ресурс] // Lenta.ru – Новости России и мира сегодня. URL: <https://lenta.ru/news/2019/01/21/bureya/> (дата обращения: 27.09.2019).

7. Голубева А. Б. Зоны затопления для равнинных рек Алтайского края : расчет ущербов и анализ рисков // Известия АО РГО. 2015. № 4 (39). С. 43–48.

8. Ноговицын Д. Д., Шеина З. М., Сергеева Л. П. Применение ГИС-технологий при определении зоны затопления в Якутии // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. № 1(4). С. 967–969.

9. СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик [Электронный ресурс] // Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035578> (дата обращения: 27.09.2019).

10. Голубева А. Б., Земцов В. А. Оценка опасности и рисков наводнений в г. Барнауле (пос. Затон) // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 373. С. 183–188.

11. ФГБОУ ВПО СГУ им. Н. Г. Чернышевского. НВОЦ «ГИС-ЦЕНТР». Правила землепользования и застройки территории МО г. Петровск Петровского муниципального района Саратовской области [Электронный ресурс] // Официальный сайт администрации Петровского района. URL: <https://petrovsk64.ru/upload/medialibrary/02c/02c5446537a6d5636575aed972711a5d.pdf> (дата обращения: 27.09.2019).



12. Государственный гидрологический институт : основные гидрологические характеристики при нестационарности временных рядов, обусловленной влиянием климатических факторов [Электронный ресурс]. URL: http://www.hydrology.ru/sites/default/files/Books/a5_2017_sto_ggi_52.08.41_180917.pdf (дата обращения: 05.02.2020).
13. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 7. Донской район / под ред. М. С. Протасьева. Л. : Гидрометеоздат, 1973. 460 с.
14. Морозова В. А. Применение ГИС-технологий совместно с данными дистанционного зондирования (ДДЗ) для мониторинга и картографирования зон затопления на примере рек Саратовской области // Теория и практика гармонизации взаимодействия природных, социальных и производственных систем региона : материалы междунар. науч. практ. конф. : в 2 т. / редкол. : С. М. Вдовин (отв. ред.) [и др.]. Саранск : Издательство Мордовского университета, 2017. С. 359–364
15. Чумаченко А. Н., Хворостухин Д. П., Морозова В. А. Построение гидрологически-корректной цифровой модели рельефа (на примере Саратовской области) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 2. С. 104–109.
16. EarthExplorer : USGS science for a changing world [Электронный ресурс]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 28.09.2019).
17. HEC-RAS : USGS science for a changing world [Электронный ресурс]. URL: <https://www.usgs.gov/software/hec-ras> (дата обращения: 28.09.2019).
18. Гусев В. А., Басамыкин С. С., Шлапак П. А. Оптимизация структуры землепользования для увеличения устойчивости агроландшафтов // Изв. Саратов. ун-та Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2016. Т. 16, вып. 3. С. 133–137.
19. Уровень воды в Петровске падает [Электронный ресурс] // Lenta.ru – Интернет-газета «Четвертая Власть». URL: <https://www.4vsar.ru/news/104025.html> (дата обращения: 05.10.2019).
20. В Петровске Саратовской области река Медведица затопила 62 дома [Электронный ресурс] // Российская газета. URL: <https://rg.ru/2012/04/12/reg-pfo/petrovsk-anons.html> (дата обращения: 05.10.2019).
21. Геоэкологический риск-анализ нефтяных месторождений Саратовской области с применением ГИС-технологий / А. Н. Чумаченко, А. В. Молочко, В. З. Макаров [и др.] ; под ред. А. Н. Чумаченко. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2017. 104 с.
22. Чумаченко А. Н., Гусев В. А., Данилов В. А., Макаров В. З., Затонский В. А., Пичугина Н. В., Федоров А. В., Шлапак П. А. Геоэкологическая оценка качества поверхностных вод бассейна реки Чардым Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2016. Т. 16, вып. 2. С. 93–97.
23. Морозова В. А. Анализ гидрологических данных и оценка зоны затопления на участке реки Большой Иргиз в районе г. Пугачёв Саратовской области. Современные проблемы территориального развития [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека «Киберленинка». URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-gidrologicheskikh-dannyh-i-otsenka-zony-zatopleniya-na-uchastke-reaki-bolshoy-irgiz-v-rayone-g-pugachyov-saratovskoy-oblasti/viewer> (дата обращения: 05.10.2019).
24. Саратовское Предволжье. Ландшафтная структура. История освоения. Проблемы природопользования / Макаров В. З., Чумаченко А. Н. [и др.] : под ред. В. З. Макарова. Саратов : Издательство ИП Кошкин В. А., 2014. 180 с.

Образец для цитирования:

Шлапак П. А., Морозова В. А., Морозова Е. А. Разработка алгоритма математико-картографического моделирования зон затопления застроенных территорий (на примере участка реки Медведица у г. Петровска Саратовской области) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 176–183. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-176-183>

Cite this article as:

Shlapak P. A., Morozova V. A., Morozova E. A. The Development of an Algorithm for Constructing the Flood Zones Using Geoinformation Technologies (on the Example of the Medveditsa River Section Near Petrovsk). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2020, vol. 20, iss. 3, pp. 176–183 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-176-183>



ГЕОЛОГИЯ

УДК 563.46(116.3:470)

Позднемеловые известковые губки юго-востока Восточно-Европейской платформы

Е. М. Первушов, Д. В. Худяков

Первушов Евгений Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, pervushovem@mail.ru

Худяков Денис Вячеславович, аспирант, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, smag666@gmail.com

Рассмотрены особенности площадного распространения и стратиграфической приуроченности известковых спикульных форм губок на территории юго-востока Восточно-Европейской платформы. Скелеты известковых губок, преимущественно представителей рода *Porosphaera*, установлены в карбонатных породах турона, коньяка, кампана и маастрихта, а также в основании кремнистых образований палеоцена. Максимальное видовое разнообразие и широкое площадное распространение известковых губок характерны для маастрихтского времени. Почти на всем протяжении позднемелового времени ареалы известковых форм не совпадали с биоценозами кремниевых губок, особенно с моментами появления и участками расселения гексактинеллид.

Ключевые слова: известковые губки, *Calcareea*, верхний мел, турон, кампан, маастрихт, палеоцен, Восточно-Европейская платформа.

Поступила в редакцию: 16.01.2020 / Принята: 12.04.2020 / Опубликовано: 31.08.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Upper Cretaceous Calcareous Sponges of the Southeast of East European Platform

E. M. Pervushov, D. V. Khudyakov

Evgeny M. Pervushov, <https://orcid.org/0000-0002-7962-0274>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, pervushovem@mail.ru

Denis V. Khudyakov, <https://orcid.org/0000-0003-3483-6458>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, smag666@gmail.com

The features of areal distribution and stratigraphic confinement of calcareous spicular sponge forms in the southeast of East European Platform are considered. The skeletons of calcareous sponges essentially representatives of the genus *Porosphaera* are found in the carbonates of Turonian, Coniacian, Campanian and Maastrichtian, as well as at the base of siliceous formations of the Paleocene. The Maastrichtian calcareous sponges are characterized by the highest species diversity and a wide lateral extension. Throughout the Late Cretaceous the geographic range of calcareous forms did not coincide with the biocenoses of siliceous sponges, especially hexactinellids.

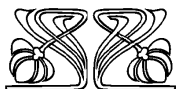
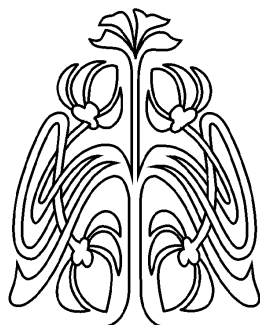
Keywords: calcareous sponges, Upper Cretaceous, Turonian, Coniacian, Campanian, Maastrichtian, Paleocene, East European Platform.

Received: 16.01.2020 / Accepted: 12.04.2020 / Published: 31.08.2020

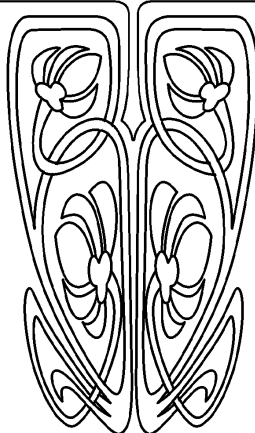
This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-184-191>

© Первушов Е. М., Худяков Д. В., 2020



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





Введение. К настоящему времени геохронология сукцессии губок на протяжении меловой – палеогеновой истории юго-востока Европейской палеобиогеографической области (ЕПО) до некоторой степени очерчена. Поздне-меловые спонгиосообщества Восточноевропейской провинции составляли кремниевые губки, среди которых количественно и по видовому разнообразию доминировали гексактинеллиды. Представительный фоссильный материал способствовал рассмотрению морфологии и модульной организации гексактинеллид, как *Lychniscosa*, так и *Hexactinosa* [1]. Тем не менее более или менее детально проведен анализ строения скелета и систематики лишь трех семейств: *Ventriculitidae* [2, 3], *Coeloptychiidae* и *Leptophragmidae* [4]. Материалы по другим многочисленным и разнообразным представителям гексактинеллид (*Lychniscosa*: *Camerospongiidae*, *Callodictyonidae*; *Hexactinosa*: *Aphrocallistidae*, *Botryosellidae*, *Craticulariidae*, *Euretidae*, *Zittelspongiidae*) не опубликованы. Кремниевые губки – демоспонгии, находки которых известны из пород почти всех ярусов верхнего мела и сызранской свиты палеоцена [5], попали в поле зрения исследователей лишь в последние годы [6].

В карбонатных породах верхнего мела, распространенных на юго-востоке Восточно-Европейской платформы (ВЕП), находки известковых губок редки и рассматриваются как экзотичные элементы поздне-меловых спонгиосообществ. Комплексные исследования опорных разрезов турон – коньякских и кампан – маастрихтских отложений Поволжья и сопряженных территорий позволили выделить здесь местонахождение известковых губок (рисунков), сформировать представления об их видовом разнообразии и стратиграфической приуроченности [7].

По публикациям в отечественных изданиях история изучения поздне-меловых известковых губок едва прослеживается. Из терминальных интервалов карбонатных пород маастрихта и перекрывающих отложений палеоцена М. Н. Матесова [8] выделила несколько мелких форм известковых губок (*Eudea* sp., *Halliroa* sp., *Porosphaera* sp.).

В «Основах палеонтологии» [9] из верхнего мела Мангышлака и Германии упоминаются два вида рода *Porosphaera*, а для территории Поволжья указаны находки представителей *Cribrospongia* sp., *Cupulospongia* sp., *Peronidella* sp. З. И. Хмилевский [10] обратил внимание на полиморфизм *Porosphaera globularis* из верхнего маастрихта Западной Украины. Из меловых отложений Белоруссии упоминаются известковые губки *Eudea* sp. [11]. При рассмотрении общих закономерностей в распространении спонгиосообществ [2] отмечены обособленность ареалов известковых губок и заметное их участие в структуре палеоценозов на поздних этапах поздне-меловой истории порифер.

На территории Западной Европы известковые губки известны из верхнесеноманских – ранне-туронских отложений, а на юго-востоке Европы

наиболее древними считаются их находки в породах среднего турона. Впоследствии они расселялись в восточном направлении, в том числе и по экотонным районам Европейской и Средиземноморской палеобиогеографических областей. Известковые губки широко распространились в пределах Западноевропейской провинции, обитая здесь на протяжении позднего мела и палеоцена. Первые описания необычных губок шаровидного очертания [12–14] опубликованы по материалам изучения территорий, соответствовавших ранее этой палеобиохории. Да и в последующем находки известковых губок упоминались и описывались в связи с изучением спонгиофауны из верхне-меловых отложений Англии [15–16], Германии [17–23] и Франции [24–26]. Исследования по поздне-меловым известковым формам Польши [27–28] позволяют проследить геохронологию и направления расселения спонгиофауны в пределах ЕПО и экотонных палеобиохорий.

Материал. Первые авторские сборы известковых губок, представителей рода *Porosphaera*, были сделаны в конце 70-х годов прошлого века при проведении геолого-съёмочных работ в среднем течении р. Урал. Впоследствии некоторое количество экземпляров этих форм было найдено при поверхностных сборах в карбонатных карьерах г. Вольска, рабочего поселка Озинки и по правому берегу р. Волга.

Во втором десятилетии XXI века активно проводились тематические исследования верхне-меловых отложений как в связи с совершенствованием региональной стратиграфической схемы верхне-меловых отложений Поволжья, так и в связи с системным изучением ортостратиграфических групп микро- и макрофауны. Это предполагало комплексный подход к выделению из вмещающих пород всех фоссилий вне зависимости от типа и степени их сохранности. Благодаря подобным исследованиям очень мелкие известковые губки были впервые установлены в ряде изученных разрезов, в том числе и в туронском – коньякском интервале пород [7].

Существенной составляющей коллекции известковых губок являются материалы сборов фоссилий А. А. Эрлангера из верхне-меловых (кампан – маастрихт) отложений Мангышлака, хранившиеся в фондах кафедры исторической геологии и палеонтологии Саратовского университета. Частично сохранились и переданные на эту кафедру сборы М. Н. Матесовой фоссилий из верхне-меловых – палеоценовых отложений Вольской впадины. В 1996 году Е. М. Первушову была передана коллекция фоссилий из кампанских – маастрихтских отложений Копетдага (собрана геологом-съёмщиком Владимиром Павловичем Калугиным). Первые находки известковых губок из маастрихта северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба предоставил член Самарского палеонтологического общества Р. А. Гунчин.

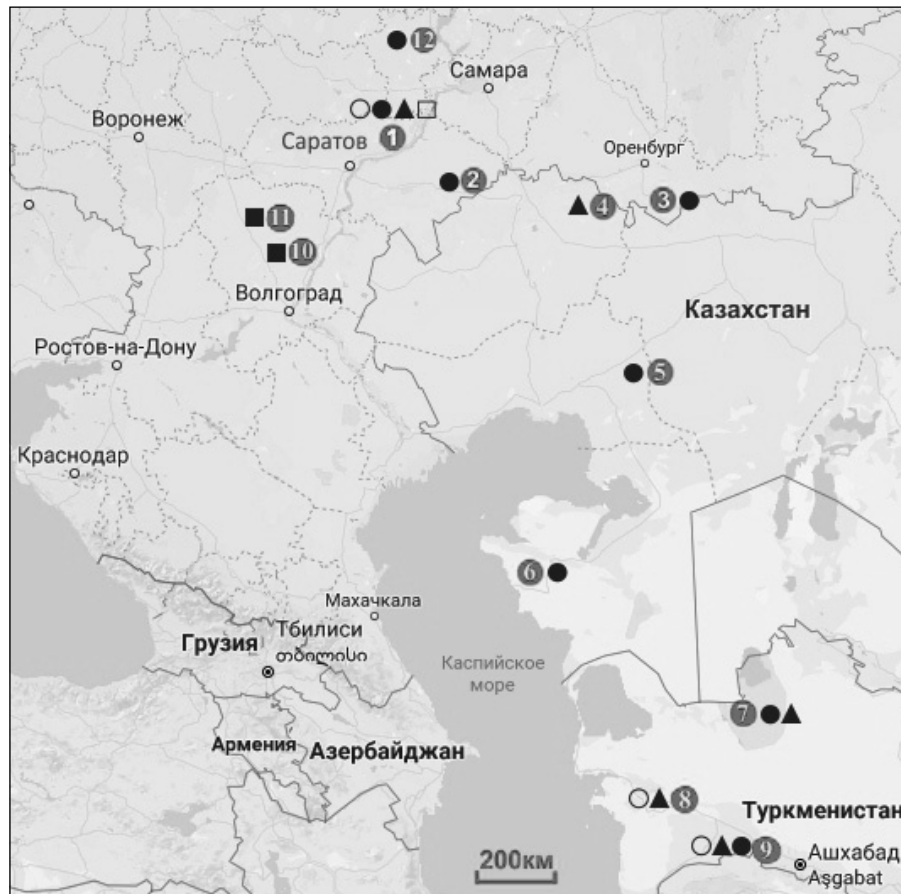


Схема расположения местонахождений известковых губок (род *Porosphaera*).

Условные обозначения: Стратиграфическое положение пород, вмещающих фоссилии: ■ – туронский ярус; □ – коньякский ярус; ▲ – кампанский ярус; ● – маастрихтский ярус; ○ – нижний палеоцен. Местонахождения: 1 – г. Вольск (разрезы, расположенные в пределах Вольской впадины «Красный Октябрь», «Рыбное», «Комсомолец», «Мирный-1», «Большевик» и «Коммунар»); 2 – «Озинки-1, -2»; 3 – «Акбулак»; 4 – «Чингерлау» (Утва); 5 – «Актолагай»; 6 – «Мангышлак»; 7 – «Капланкыр»; 8 – «Беркет»; 9 – «Копетдаг»; 10 – «Чухонастовка-2»; 11 – «Филин»; 12 – «Подвалье»

При анализе площадного распространения известковых губок на территории юго-востока ВЕП и на сопряженных территориях используется коллекция в количестве 336 экз., среди них представители рода *Porosphaera* – 265 экз.

Сборы и препарирование скелетов известковых губок, собранных на территории Поволжья, существенно отличаются от поиска и обработки скелетов кремниевых губок. Это определяется несколькими факторами.

1. Скелеты известковых губок очень мелкие, их размеры составляют от первых миллиметров до первых сантиметров, а средняя высота или диаметр скелетов гексактинеллид и демоспонгий равны одному дециметру, достигая иногда 3–4 дециметров (*Ventriculites cribrosus* (Phillips, 1829), *Pachychiton* sp.).

2. Скелеты известковых губок обычно белого цвета, как и вмещающие их карбонатные породы, на фоне которых очень трудно выделить мелкие конические или шаровидные фоссилии. Редко

встречаются слабофосфатизированные или лимонитизированные фоссилии коричневого или красно-желтого цвета. Скелеты известковых губок из терминальных интервалов маастрихта и подошвы палеоцена часто выполнены кремнеземом с характерным темно-синим окрашиванием. Скелеты же кремниевых губок из верхнемеловых пород Правобережного Поволжья обычно в той или иной степени фосфатизированы, реже выполнены кремнеземом или гидроокислами железа, что в любом случае позволяет их легко диагностировать на фоне вмещающих пород разного литологического состава.

3. Немногочисленные известковые губки встречаются в равномерно рассеянных захоронениях, их скелеты не образуют сколько-нибудь заметных скоплений, приуроченных к каким-либо линзам или уровням. Скелеты кремниевых губок, преимущественно гексактинеллид, известны именно благодаря их массовому скоплению, «губковым» горизонтам, которые прослеживаются в



регионе в структуре сеноманских, коньякских, сантонских, кампанских и маастрихтских отложений.

Сборы скелетов известковых губок непосредственно из вмещающих пород малопродуктивны и при работе в карьерах предполагают большие временные затраты. При изучении значительных по мощности разрезов карбонатных пород предварительно выделялись интервалы с визуально определяемым скоплением фрагментов скелетов и раковин карбонатопроизводящих организмов (мшанок, иглокожих, замковых брахиопод и т. п.). Подобные интервалы обрабатывались водными растворами легких кислот или перекиси водорода, иногда содержащими красящий компонент. При этом порода окрашивается в разные оттенки серого, а шаровидные включения выглядят более выпуклыми на фоне вертикальной субплоской поверхности обнажения.

При комплексном изучении опорных разрезов удачным оказалось использование материалов из порошков, получаемых при отработке микрофаунистических проб, отбираемых с интервалом 0,5–1 м. Нахождение в этих порошках члеников скелетов иглокожих, спикул известковых губок способствовало определению уровней распространения скелетных форм порифер. Наиболее удачными с точки зрения сбора статистически значимого материала оказались поверхностные сборы фоссилий по педиментам в заброшенных карьерах (местонахождения «Чухонастовка», «Филин») и в широких придорожных расчистках (местонахождение «Озинки-2»).

Обычно скелеты известковых губок характеризуются хорошей сохранностью, за исключением форм, длительное время экспонировавшихся на земной поверхности. Собранные из коренных пород скелеты хорошо поддаются препарированию, и финишная их очистка проводится в ультразвуковой ванне с применением поверхностно активных веществ. Фоссилии, выполненные кремнеземом или содержащие кремнисто-пелитовый материал, очищаются от вмещающей породы с трудом, теряя при этом качество сохранности дермальной поверхности фоссилий.

Палеоэкология и тафономия. Поздне меловые известковые губки, главным образом *Porosphaera*, являются представителями стенофациальных, стенотермных фаун. Не вдаваясь в определение абсолютных значений температуры и динамики придонных вод, батиметрического положения поверхности субстрата, при которых успешно развивались известковые губки, особенности их распространения можно представить при сравнении с известными условиями обитания одновозрастных кремниевых губок [1, 2].

Для территории Западноевропейской провинции была предложена схема субширотной зональности расселения основных групп поздне меловых губок [25, 26]. Предполагается, что северные палеобиохории населяли кремниевые

губки, преимущественно гексактинеллиды, для переходной палеобиохории были характерны демоспонгии и известковые формы, а южную палеобиохорию, экотонную со Средиземноморской палеобиогеографической областью, населяли губки с карбонатным спикульным и каркасным скелетом.

Анализ литологического состава и текстурно-структурных особенностей пород, вмещающих скелеты известковых губок, а также биоценологических отношений этих организмов с сопутствующими группами эпибентосных беспозвоночных свидетельствует о том, что поздне меловые *Porosphaera* обитали в условиях «псевдоабиссали» [22]. Это условия, соответствующие зоне нижней сублиторали, с устойчивым спокойным ламинарным перемещением прогретых придонных вод, с минимальными энергетическими потребностями и затратами организма.

В отличие от известковых губок, гексактинеллиды начиная с поздне сеноманского времени осваивали верхние участки сублиторали с очень активной водной средой, обитая под воздействием сгонно-нагонных и вдольбереговых течений и штормового волнения. Свидетельством тому служат значительные размеры скелетов многих гексактинеллид, очень толстая скелетообразующая стенка (*Cephalites*, *Orthodiscus*), развитая система ризоид и крупные элементы ирригационной системы, многие примеры частичной и полной регенерации их скелетов. Поздне меловые известковые губки и гексактинеллиды – яркий пример антагонистов, эпибентосных сессильных фильтраторов, ареалы которых были пространственно разобщены батиметрическими, термальными и гидродинамическими параметрами водной придонной среды.

На рубеже поздне мелового и палеоценового времени происходила инверсия условий обитания представителей известковых и кремниевых спонгий. Гексактинеллиды постепенно адаптировались к прохладным водам более глубоководных зон морских бассейнов, что сопровождалось вымиранием многих представителей этой группы [1, 2]. Известковые губки постепенно освоили прогретые мелководные участки сублиторали, возвращаясь также в состав рифовых сообществ.

Тафономическая характеристика захороненных известковых губок также существенно отличается от известных ориктоценозов кремниевых губок [1]. Скелеты известковых форм чаще всего захоронены в автохтонном положении, но вместе с ними не встречены удлиненные ризоидные спикулы, удерживавшие организм над илистым субстратом. Редко прослеживаются следы перетолжения и окатывания фоссилий. На скелетах *Porosphaera* и *Eudea* отмечаются поселения червей – трубкожилов и мшанок, следы биоэрозии [23]. Скелеты известковых губок редко подвергаются селективной фоссилизации, лишь



в породах палеоцена встречаются сильно прокремненные фоссилии.

Геохронология и динамика ареалов (см. рисунок). В Западноевропейской провинции известковые губки были распространены начиная с позднесеноманского – туронского времени [15, 21]. В юго-восточной части Восточноевропейской провинции наиболее ранние находки представителей этой группы спонгий известны из мергелей среднего турона.

Турон. Единичные находки мелких сферических скелетов *Porosphaera globularis* (Phillips, 1835) известны из местонахождений, расположенных в южной части Правобережного Поволжья («Филин», «Чухонастовка-2»).

Коньяк. Единичные находки *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829) установлены в мергелях карьера «Коммунар» (северная окраина г. Вольска).

Сантон. Находки известковых губок не известны. В Англо-Парижском бассейне известковые губки известны из интервала верхний коньяк – нижний кампан [15, 16].

Кампан. На территории Правобережного Поволжья находки *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829) и *P. cf. pyramidalis* sp. nov. установлены из мергелей карьера «Коммунар» (северная окраина г. Вольска).

В Западном Копетдаге (Туркменистан), в карбонатных породах верхнего кампана при двучленном строении этого яруса, установлено значительное количество разнообразных представителей одного рода – *Porosphaera*. В разрезах «Капланкыр», «Казанджик» и «Торгай» найдены: *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829), *P. cf. plana* (Stolley, 1892), *P. cf. nuciformis* (Hagenow, 1904), *P. cf. fundamentalis* sp. nov., *P. cf. pyramidalis* sp. nov. Среди многочисленных скелетов поросфер выделены экземпляры, которые рассматриваются как ранее неизвестные представители этого рода.

В Западном Казахстане, в верховьях р. Чингерлау (Утва), в высоких обрывах карбонатных пород кампанского – маастрихтского возраста при поверхностных сборах найдены скелеты *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829) и близкородственных форм.

Маастрихт. Многочисленные и разнообразные в видовом отношении сборы известковых губок на территории Поволжья происходят из разрезов, расположенных в Вольской впадине («Большевик», «Комсомолец», «Коммунар», «Красный Октябрь», «Мирный» и «Рыбное»). Здесь установлены, преимущественно вписем мелу нижнего маастрихта, представители одного рода – *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829), *P. cf. nuciformis* (Hagenow, 1904), *P. pyramidalis* sp. nov., *P. fundamentalis* sp. nov. (фототаблица). Несколько найденных здесь форм рассматриваются как ювенильные, а некоторые, как предполагается, ранее не были известны в составе рода *Porosphaera*.

Севернее, на Правобережье Самарской области, в разрезе «Подвалье» найден единственный экземпляр *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829).

В левобережной части Поволжья в двух разрезах в окрестностях рабочего поселка «Озинки» найдены *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829) и *P. fundamentalis* sp. nov. На юге (Соль-Илецкий район) и на западе Оренбургской области (урочище «Акбулак») в меловых обрывах правого борта р. Чингирлау (Утва), найдены скелеты *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829), *P. cf. plana* (Stolley, 1892) и *P. pyramidalis* sp. nov.

В Туркменистане (отроги Западного Копетдага, урочища «Капланкыр» и «Торгай») в карбонатных породах верхнего маастрихта установлены *Porosphaera plana* (Stolley, 1892), *P. nuciformis* (Hagenow, 1904) и *P. cf. pyramidalis* sp. nov.

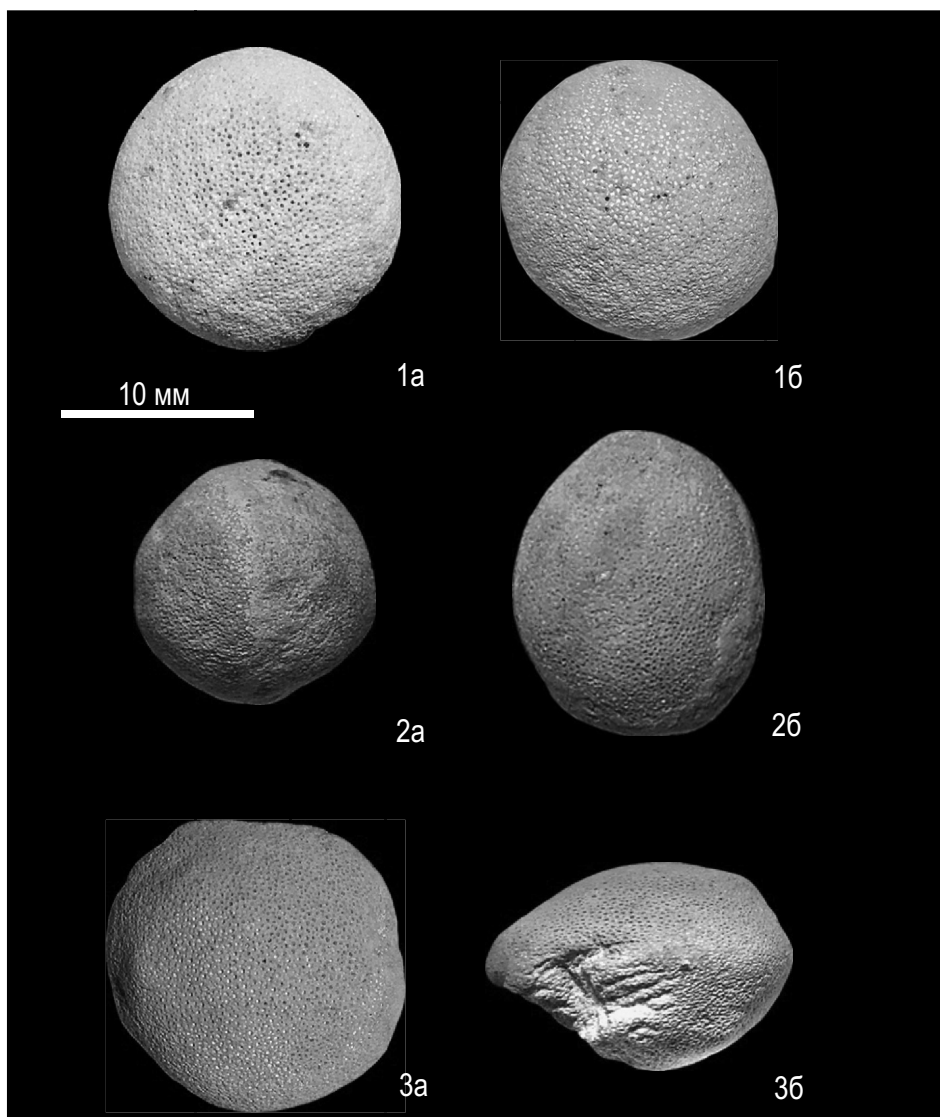
На территории Западного Казахстана («Мангышлак», плато «Актолагай») из интервалов мелмергельных пород кампанского – маастрихтского возраста установлены многочисленные губки *Porosphaera*: *P. globularis* (Phillips, 1829), *P. cf. plana* (Stolley, 1892), *P. cf. nuciformis* (Hagenow, 1904), *P. cf. fundamentalis* sp. nov., *P. cf. pyramidalis* sp. nov., но многие формы не удалось идентифицировать с известными представителями рода. Восточнее, в Примугоджарье, при проведении геолого-съёмочных работ в переходных интервалах пород маастрихта – палеоцена найдены немногочисленные мелкие скелеты *Porosphaera* sp.

На юго-западе ВЕП представители *Porosphaera* известны из пород верхнего маастрихта [10].

Палеоцен. В подошве кремнисто-пелитовых образований сызранской свиты (верхний дат – нижний зеландий), распространенных в Вольской впадине, собрано большое количество мелких скелетов известковых губок. Этот базальный комплекс, содержащий, помимо многочисленных кораллов, раковины брахиопод и зубы акуловых рыб, доступен для изучения в карьерах «Красный Октябрь», «Большевик» [5, 8] и в серии разрезов южнее г. Вольска. Известковые губки составляют конденсированное скопление вместе с более крупными и доминирующими в количественном отношении листообразными скелетами демоспонгий. В этом образовании скелеты сферических известковых губок (? *Bactronella* sp., *Eudea* sp., *Halliroa* sp. *Porosphaera* sp.) часто растворены и поэтому рассыпаются или пропитаны кремнеземом.

В Туркменистане (Западный Копетдаг, урочище «Казанджик») в породах датского – зеландского возраста установлены *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829), *P. cf. plana* (Stolley, 1892); *P. cf. pyramidalis* sp. nov.

Описание представителей известковых губок, установленных в верхнемеловых и палеоценовых отложениях юго-востока ВЕП, Туранской плиты и Копетдага, так же как и предполагаемые новые формы, будет представлено в последующем.



Объяснения к фототаблице.

Фиг. 1. *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829); колл. HD-SSU 311/1/6-4: 1а – сверху, 1б – сбоку. Карьер «Красный Октябрь», г. Вольск; нижний маастрихт.

Фиг. 2. *Porosphaera plana* (Stolley, 1892); колл. HD-SSU 311/1/6-5: 2а – сверху, 2б – сбоку. Вольская впадина; маастрихт.

Фиг. 3. *Porosphaera nuciformis* (Hagenow, 1904); колл. HD-SSU 311/2/6-9: 3а – сверху, 3б – сбоку. Урочище «Торгай», Западный Туркменистан; верхний маастрихт.

Отрезок масштабной линейки соответствует 10 мм

Аспекты систематики и биостратиграфического значения известковых губок. На территории ВЕП и сопряженных с ней Скифской и Туранской плит известковые губки из отложений верхней юры и нижнего мела [29] известны несколько больше, чем их позднемиеловые представители. Отчасти это обусловлено привлечением позднеюрских и раннемиеловых спонгий к разрешению вопросов биостратиграфического расчленения вмещающих образований и комплексным рассмотрением палеоценозов рифообразующих организмов. Анализ зарубежных публикаций, в которых так или иначе рассматриваются позднеме-

ловые известковые губки, позволяет заметить, что содержание некоторых родов и видов разными исследователями понимается неоднозначно. В частности, описываемый, изображаемый или упоминаемый во многих работах вид *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829) может быть морфологически очень широко охарактеризован. Среди Поволжских экзemplаров этого вида, рассматриваемого сейчас в широком смысле (sensu lato), выделены формы с центральным оскуломом и парагастральной полостью, а также формы, у которых эти элементы отсутствуют. Предполагается, что отверстие, расположенное в центре апикальной части многих



скелетов, является естественным морфологическим элементом в строении организма (скелета), соответствующим строению спикульной решетки. Закономерность положения оскулюма в строении рассматриваемых известковых губок подчеркивается в сравнении с известными примерами посмертной биоэрозии скелетов этих губок [23]. Если функциональное предназначение оскулюма и парагастральной полости понятно (эти элементы известны в строении многих юрских и меловых известковых губок), то их значение для систематики как таксономического критерия не определено.

Поскольку общепринятые критерии выделения вида в составе известковых губок, в частности среди *Porosphaera*, достоверно не установлены и не согласованы сообществом специалистов, то и рассуждения о биостратиграфической значимости рассматриваемых форм во многом лишены смысла. Губки *Porosphaera* распространены в верхнемеловых отложениях Европы и Северной Америки [30, 31]. Находки представителей рода *Porosphaera* известны в верхнеюрских отложениях Центрального Ирана [32].

Стратиграфическое распространение некоторых представителей рода *Porosphaera* показано на примере верхнемеловых отложений Южной Англии [15, 16]. Виды *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829) *Porosphaera nuciformis* (Hagenow, 1904) встречаются в интервале от верхнего коньяка – турона до низов верхнего кампана. Вид *Porosphaera patelliformis* Hinde, 1904 известен от турона до низов верхнего кампана. Вид *Porosphaera pileolus* Morris, 1904 распространен от среднего турона до верхов нижнего кампана. Вид *Porosphaera arreta* Hinde, 1904 известен из интервала пород турона – кампана Девоншира, нижнего сантона Йоркшира и верхнего сантона – кампана Кента и Сассекса.

Наиболее известный и широко понимаемый вид *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829) распространен в писчем мелу маастрихта Северной Германии (остров Рюген) [19], а в более южных районах Германии и Польши он известен в верхах нижнего кампана или более широко – в кампане [22, 23, 28]. Подробный анализ распространения *Porosphaera globularis* на территории Европы дан в работе польских исследователей [28]. Предварительное изучение распространения представителей поросфер в верхнемеловых отложениях юго-востока ЕПО показывает, что эти губки наиболее часто встречаются в породах маастрихта, в то время как в кампанских отложениях их находки единичны. Образование кампанского возраста на территории Правобережного Поволжья отличаются фаціальным разнообразием при доминировании пород терригенного и кремнисто-терригенного состава, в которых редко встречаются фоссилии. На участках выхода карбонатных пород в Левобережном Поволжье (Озинки, Меловой Мар) присутствие пород кампанского яруса достоверно не установлено.

Выводы

1. Скелеты известковых губок на территории юго-востока Восточно-Европейской платформы установлены в карбонатных породах туронского, коньякского, кампанского и маастрихтского ярусов, а также в основании кремнисто-терригенных образований нижнего палеоцена.

2. Расселение представителей рода *Porosphaera* в пределах юго-востока Восточноевропейской провинции обусловлено трансгрессиями прогретых теплопроводных масс в среднетуронское – среднеконьякское и позднекампанское – маастрихтское время. Их максимальное количественное представительство, видовое разнообразие и широкое площадное распространение отмечаются в маастрихтское время.

3. В породах верхнего мела Восточно-Европейской платформы наиболее широко распространены представители рода *Porosphaera*: *P. globularis* (Phillips, 1829), *P. plana* (Stolley, 1892), *P. nuciformis* (Hagenow, 1904), *P. ? woodwardi* (Carter, 1904), *P. ? patelliformis* Hinde, 1904, *P. ? arreta* Hinde, 1904. Представители родов, известные в верхнемеловых отложениях Западной Европы (*Eudea*, *Elasmotoma*, *Halliroa*, *Pharetrospongia*), на территории юго-востока ВЕП не изучены.

Авторы выражают благодарность геологу В. П. Калугину, передавшему обширные сборы кампанских – маастрихтских губок Копетдага, и Р. А. Гунчину (Самарское палеонтологическое общество) за предоставленный экземпляр скелета известковой губки из местонахождения «Подвалье».

Библиографический список

1. Первушов Е. М. Морфотипы и модульная организация позднемеловых гексактинеллид (Porifera, Hexactinellida). Саратов : Издательство Саратовского университета, 2018. 208 с.
2. Первушов Е. М. Позднемеловые вентрикулитидные губки Поволжья // Труды / НИИГеологии Саратовского государственного университета. Саратов : Издательство ГосУНЦ «Колледж», 1998. Т. 2. 168 с.
3. Первушов Е. М. Состав и структура семейства Ventriculitidae (Porifera, Hexactinellida) // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2019. Т. 19, вып. 1. С. 49–62. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-1-49-62>
4. Первушов Е. М. Позднемеловые скелетные гексактинеллиды России. Морфология и уровни организации. Семейство Ventriculitidae (Phillips, 1875), partim ; семейство Coeloptychiidae Goldfuss, 1833 – (Lychniscosa) ; семейство Leptophragmidae (Goldfuss, 1833) – (Hexactinosa). Саратов : Научная книга, 2002. 274 с.
5. Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Мусатов В. А., Ермохина Л. И., Ильинский Е. И., Лопырев В. А., Романов Н. С., Худяков Д. В., Воронков И. Р. Фаунистический комплекс пограничных интервалов маастрихта – палеоцена Вольской впадины // Изв. Сарат. ун-та. Нов.



- сер. Сер. Науки о Земле. 2019. Т. 19, вып. 2. С. 109–126. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2019-19-2-109-126>
6. Первушов Е. М., Романов Н. С. Демоспонгии верхнего мела – палеоцена юго-востока Восточно-Европейской платформы // Геологические науки-2019 : материалы науч. межвед. конф. (с междунар. участ.). Саратов : Техно-Декор, 2019. С. 65–66.
 7. Первушов Е. М., Худяков Д. В. Поздне меловые известковые губки Поволжья // Геологические науки-2019 : материалы науч. межвед. конф. (с междунар. участ.). Саратов : Техно-Декор, 2019. С. 69–70.
 8. Матеева М. Н. Полезные ископаемые Вольского Поволжья // Труды / Вольский краеведческий музей. 1935. Ч. 1. 68 с.
 9. Основы палеонтологии. Губки. Археоциаты. М. ; Л. : Издательство АН СССР, 1962. 485 с.
 10. Хмилевский З. И. К полиморфизму некоторых малоизвестных на Восточно-Европейской платформе верхнемеловых губок // Палеонтологический сборник. 1979. № 16. С. 41–49.
 11. Махнач В. В. Коллекция губок музея земледения Белорусского государственного университета // Современная палеонтология : классические и новейшие методы : Четвертая Всерос. науч. школа молодых ученых-палеонтологов : тез. докл. М. : Палеонтологический институт РАН, 2007. С. 27.
 12. Phillips J. Illustrations of the geology of Yorkshire, or a description of the strata and organic remains. The Yorkshire Coast, 1829. P. 1. 186 p.
 13. Pořta F. Beitrage zur Kenntnis der Calcispongien aus der Kreideformation // Bulletin international de l'Académie des Sciences de Bohême. 1903. Т. 8. P. 1–6.
 14. Hinde G. J. On the Structure and Affinities of the genus Porosphaera, Steinmann // Journal of the Royal Microscopical Society, London. 1904. P. 1–25.
 15. Oakley K. Cretaceous sponges some biological and geological considerations // Proc. Geol. Assoc., London. 1937. Vol. 48. P. 330–348.
 16. Wood R. Sponges // Fossils of the Chalk. Field Guides to Fossils / ed. by A. B. Smith, D. J. Batten. L. : Palaeontological Association, 2002. P. 27–41.
 17. König W. Die Schwamme des Campans von Misburg und Hover // Arbeitskreis Palaontologie Hannover. 1988. Bd. 16, h. 2. S. 35–49.
 18. Krauze K. Porosphaera globularis – ein unscheinbares, aber doch kein uninteressantes Fossil aus der Kreide // Arbeitskreis Palaontologie Hannover. 2004. № 32. S. 24–27.
 19. Nestler H. Spongien aus der weissen schreibenkreide der Insel Rugen // Paleont. Abh. 1961. Bd. 1, n. 1. S. 1–70.
 20. Nestler H. Die Reconstruction des Lebensraumes der Rugener schreibkreide-Fauna (Unter-Maastricht) mit Hilfe der Palaeoekologie und Paleobiologie // Geol. Jahrgang., Berlin. 1965. Bd. 49. S. 1–147.
 21. Schneider S., Jäger M., Kroh A., Mitterer A., Neibuhr B., Vödratzka R., Wilmsen M., Wood C. J., Zagorssek K. Silicified sea life – Macrofauna and palaeoecology of the Neuburg Kiesel-erde Member (Cenomanian to Lower Turonian Wellheim Formation, Bavaria, southern Germany) // Acta Geologica Polonica. 2013. Vol. 63, № 4. P. 555–610.
 22. Ulbrich H. Die Spongien der Usenburger-Entwicklung (obers unter-Campan) der Subherzynen Kreidemulde // Paleontologi, Leipzig. 1974. № 291. S. 1–173.
 23. Neumann C., Wisshak M., Bromley R. G. Boring a mobile domicile : an alternative to the conchicolous life habit // Current Developments in Bioerosion. Erlangen Earth Conference Series / eds. M. Wisshak, L. Tapanila. Berlin ; Heidelberg : Springer-Verlag, 2008. P. 307–327. DOI: 10.1007/978-3-540-77598-0_16
 24. Defretin-Lefranc S. Contribution a l' etude des spongiaires siliceux du Cretace superieur du Nord de la France. These doct. sci. natur. Lille : Universite de Lille, 1958. 178 p.
 25. Termier G., Termier H. Paleoenvironnement Lithorokbathyal : signification des types de spongiaires. 8 reun. ann. sci. terre, Marseille. P., 1980. P. 1–342.
 26. Termier G., Termier H. Spongiaires du Cretace Moyen // Cretac. Res. 1981. № 3–4. P. 427–433.
 27. Hurcewicz H. Porosphaera from the Upper Cretaceous in the vicinity of Krakow // Acta Paleontologica Polonica. 1960. Vol. 5. P. 435–449.
 28. Jurkowska A., Świerczewska-Gładysz E., Dubicka Z., Olszewska-Nejbert D. Porosphaera globularis (Phillips, 1829) (Porifera, Calcarea) in the Campanian (Upper Cretaceous) of extra-Carpathian Poland // Acta Geologica Polonica. 2015. Vol. 65, № 1. P. 121–139.
 29. Шемякин П. Н. Губки «губкового горизонта» и его стратиграфическое положение в юго-восточном Крыму : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Л., 1965. 16 с.
 30. Laubenfels M. Porifera // Treatise on Invertebrate paleontology. Part E. Geol. Soc. Amer. Kansas : The University of Kansas, 1955. P. 21–121.
 31. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part E (Revised). Vol. 3. Porifera. Kansas : The University of Kansas, 2000. 872 p.
 32. Senowbari-Daryan B., Fursich F. T., Wilmsen M. Porosphaera (Porifera), a globular sponge from the Upper Jurassic of the Central Iran // Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia. 2011. Vol. 117, № 3. P. 451–462.

Образец для цитирования:

Первушов Е. М., Худяков Д. В. Поздне меловые известковые губки юго-востока Восточно-Европейской платформы // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 184–191. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-184-191>

Cite this article as:

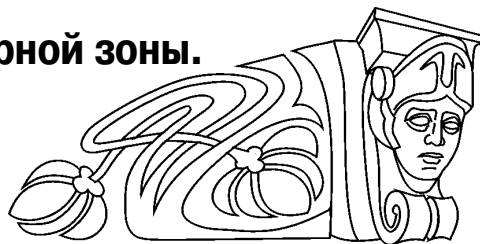
Pervushov E. M., Khudyakov D. V. Upper Cretaceous Calcareous Sponges of the Southeast of East European Platform. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2020, vol. 20, iss. 3, pp. 184–191 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-184-191>



УДК 551.763.333(116.3:470.4)

Сантон Вольско-Хвалынской структурной зоны.

Статья 1. История исследования и строение разрезов



Е. М. Первушов, В. Б. Сельцер, Е. А. Калякин, И. П. Рябов

Первушов Евгений Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, pervushovem@mail.ru

Сельцер Владимир Борисович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, seltservb@mail.ru

Калякин Евгений Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского; ПАО «Подзембургаз», Щелково, Московская область, eakalyakin@mail.ru

Рябов Илья Павлович, аспирант, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского; Саратовский филиал ПАО НК «РуссНефть», ryaboff.il@yandex.ru

В карбонатных карьерах в окрестностях г. Вольска, в отложениях коньякского и кампанского ярусов установлен горизонт, обогащенный глауконитом и фосфоритовыми включениями. Приведено краткое описание изученных разрезов. Прослежено распространение синхронных образований и в пределах Хвалынского района. Выделение ниже-верхнесантонских отложений, а также образований нижнего кампана обосновано присутствием фауны иноцерамов, белемнитов и морских ежей. Прослежено их вертикальное распространение. Из интервалов пород верхнего сантона и нижнего кампана выделены ранее неизвестные на юго-востоке Русской плиты комплексы кремниевых губок и элазмобранхий.

Ключевые слова: верхний мел, коньяк, сантон, нижний кампан, иноцерамы, цефалоподы, морские ежи, кремниевые губки, бентосные фораминиферы, Поволжье.

Поступила в редакцию: 06.04.2020 / Принята: 12.04.2020 / Опубликована: 31.08.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

**The Santonian Stage in Volsk-Khvalynsk Structural Zone.
Paper 1. The Research History and the Composition of Sections**

E. M. Pervushov, V. B. Seltser, E. A. Kalyakin, I. P. Ryabov

Evgeny M. Pervushov, <https://orcid.org/0000-0002-7962-0274>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, pervushovem@mail.ru

Vladimir B. Seltser, <https://orcid.org/0000-0002-0302-4222>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, seltservb@mail.ru

Evgeny A. Kalyakin, <https://orcid.org/0000-0002-2976-7868>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia; Podzemburgaz, 20 Burovay St., Shchelkovo 141101, Moscow region, Russia, eakalyakin@mail.ru

Ilya P. Ryabov, <https://orcid.org/0000-0002-1701-7605>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia; PJSC «RussNefte» Saratov branch, 21 Sakko i Vantsetti St., Saratov 410056, Russia, ryaboff.il@yandex.ru

The horizon enriched in glauconite and phosphorite was revealed at the carbonatic outcrops near Volsk in the Coniacian and Campanian stage deposits. The short descriptions of studying sections are presented. The spread of synchronous deposits within Khvalynsky district was traced. The Lower and Upper Santonian and the Campanian age deposits are proved by the presence of the inoceramids, belemnites and echinoides. Its vertical distribution was traced. From the upper Santonian and lower Campanian deposit intervals, complexes of siliceous sponges and elasmobranch assemblages previously unknown in the southeast of the Russian Plate were identified.

Keywords: Upper Cretaceous, Coniacian, Santonian, lower Campanian, inoceramid, belemnites, echinoids, siliceous sponges, elasmobranchs, Volga region.

Received: 06.04.2020 / Accepted: 12.04.2020 / Published: 31.08.2020

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-192-203>

Введение. Одним из результатов тематического изучения разрезов туронских – коньякских и подстилающих/перекрывающих отложений является уверенное прослеживание надежно микро- и макрорепалеонтологически обоснованной подошвы пород сантона [1–4]. Рассмотрены известные стратотипы, опорные и вновь выявленные разрезы банновской (турон) и вольской (коньяк) свит, расположенные на юго-востоке Рязано-Саратовского и в юго-западной части Ульяновско-Саратовского прогибов. При смещении исследований верхнемеловых отложений в пределы северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба, в частности Вольско-Хвалынского структурного района, мы сталкиваемся с разнообразием мнений о строении интервала пород этого возраста. Разноречивыми оказались представления предшествующих исследователей о присутствии на данной территории сантонских отложений, их стратиграфической характеристике и площадном распространении.

Поскольку при характеристике туронских – коньякских отложений Среднего и Нижнего



Поволжья необходимо дать обоснованную характеристику кровли этого стратиграфического комплекса, подошвы сантонских пород на примере существовавших структурно-фациальных зон, перед авторами данной публикации была поставлена задача рассмотреть особенности распространения сантонских отложений в Вольско-Хвалынском районе.

Помимо известных крупных карьерных разработок, расположенных в окрестностях г. Вольска («Красный Октябрь», «Большевик» и «Коммунар»), изучены разрезы, находящиеся севернее: на окраине г. Хвалынска это карбонатный карьер на южном склоне горы «Богданиха» и разрез «Апалиха», расположенный между городами Вольск и Хвалынк (рис. 1, 2). Привлечены материалы картировочного бурения (Воскресенская и Труевомазинская площади).

Предыстория исследования сантонских, а также подстилающих и перекрывающих отложений Вольско-Хвалынской структурной зоны

Несмотря на полуторавековую историю изучения верхнемеловых отложений Поволжья, представления о строении значительного по мощности разреза карбонатных пород в окрестностях г. Вольска остаются дискуссионными. Опуская первые упоминания о выходах мела и находках фоссилий в этом районе, отметим, что задокументированные сборы и биостратиграфические построения по склонам возвышенностей и первым выработкам в районе Вольска и Хвалынска были предприняты В. Г. Хименковым [5, 6]. Изучая коллекцию белемнитов, собранных этим исследователем, и опираясь на собственные наблюдения, А. Д. Архангельский высказал мнение о присутствии в вольских разрезах отложений нижнего сенона (сантонский ярус в современной интер-

претации) в составе горизонтов *Inoceramus pachti* и *Pteria tenuicostata* [7]. Относительно системные результаты наблюдений по активно разрабатываемым карьерам, литологии пород и распространению фоссилий опубликовала М. Н. Матесова [8, 9], не отметив наличие в карьерах нижнего сенона, но упоминая находки скелетов губок *Ventriculites pedester*. Позже Е. В. Милановский уверенно указал на присутствие здесь сантонских отложений на основании находок белемнитов *Actinocamax verus* var. *fragilis* Arkh. [10].

В начале второй половины XX столетия при проведении рекогносцировочных маршрутов и геолого-съёмочных работ в вольских разрезах отмечено отсутствие пород коньякского яруса, но выделены интервалы пород, содержащих нижнесантонские фоссилии [11, 12]. В работе Т. Л. Дервиз с соавторами [13] вольские разрезы представлены как типичный пример распространения мел-мергельных пород сантона. На большей части Правобережного Поволжья мощность пород нижнего сантона достигает первых десятков метров, а их подошва обычно литологически отчетлива и подчеркивается фосфоритовым «губковым» горизонтом. При проведении геолого-съёмочных работ и структурного бурения в регионе это базальное образование рассматривается как маркирующий горизонт [14–16]. В последующем в специализированных работах по верхнему мелу Поволжья [17–19] указывается присутствие сантонских мергелей в Вольско-Хвалынском районе, обосновывая это тем, что в верхней части кремнисто-мергельных пород встречены створки *Oxytoma tenuicostata* (Roem.). Заметим, что упоминаемый вид ранее рассматривался в составе родов *Avicula* или *Pteria*, что отражает эволюцию взглядов на систематическое положение представителей группы. В северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба [18–20] условно выделяются нижние интервалы сантона

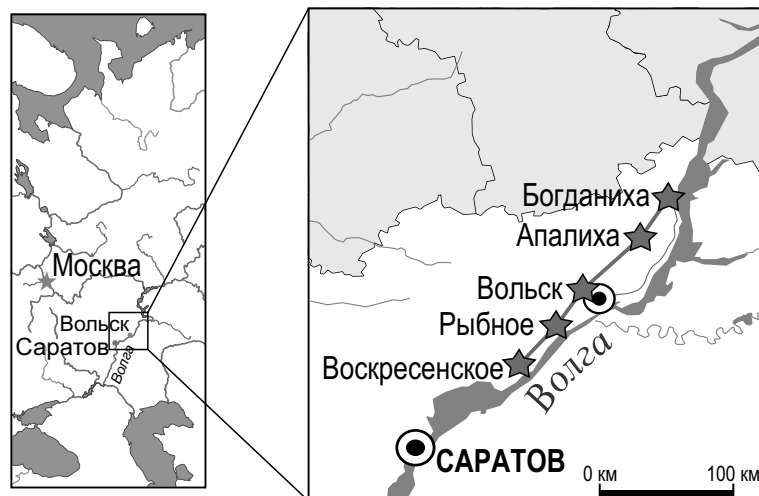


Рис. 1. Обзорная схема расположения изученных разрезов коньякских – нижнекампанских отложений на южном окончании северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба

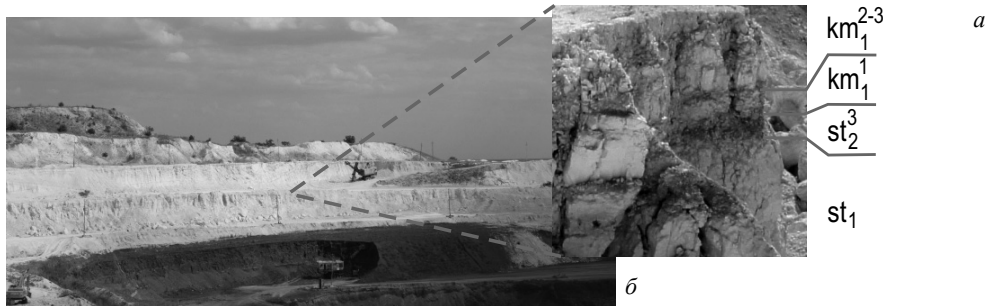
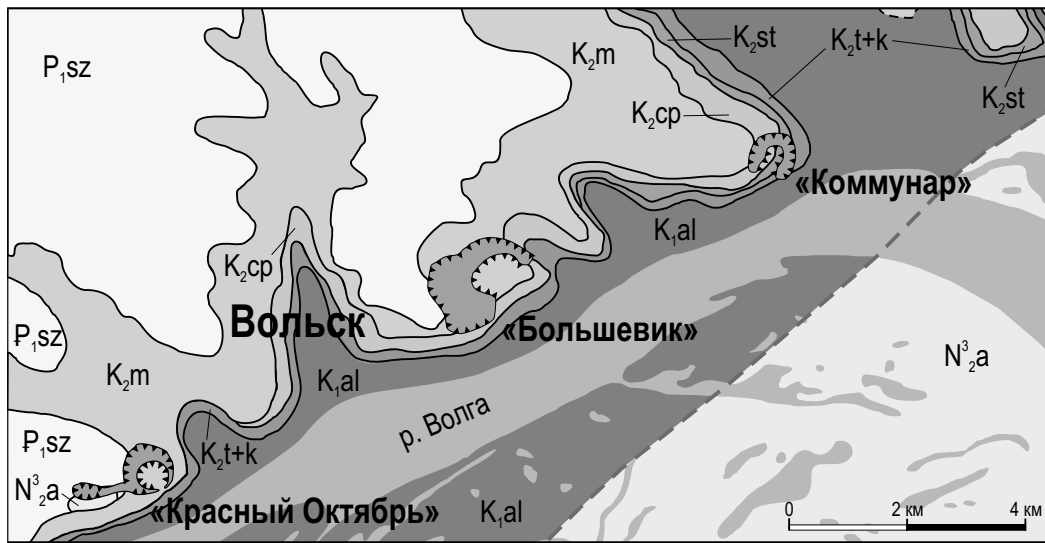


Рис. 2. Разрезы «Коммунар», «Большевик» и «Красный Октябрь»: а – геологическая позиция карбонатных карьеров в окрестностях г. Вольска; общий вид карьеров «Коммунар» (б), «Большевик» (в), «Красный Октябрь» (г) и детальное строение глауконитово-фосфоритового горизонта в этих разрезах



и более уверенно прослеживается верхняя часть подъяруса.

В обобщающей монографии по юрским и меловым отложениям Восточно-Европейской платформы (ВЕП) вольские разрезы рассматриваются в качестве основных при изучении верхнемеловых отложений региона [21]. По мнению авторов этой монографии, сводный разрез верхнего мела Вольска составляет три интервала: турон-коньякский и кампанский, примерно равные по мощности – 10–12 м, и наиболее мощный (до 50 м), маастрихтский. Позже Д. П. Найдин [22] представил обобщенные данные по строению верхнемеловых пород Вольского района на основе сборов фоссилий, сделанных в 50-х годах прошлого века, уточнив наличие здесь верхнетурон – нижнемаастрихтского, верхнекампанского и нижнемаастрихтского интервалов. Таким образом, сформировалось мнение, что сантонских образований в рассматриваемом районе нет. Этот вывод контрастирует с известными данными по большим значениям мощности пород сантона на сопредельных площадях. По мнению авторов данной работы, мощность пород верхнего сантона в вольских разрезах изменяется от 0 до 0,25–0,3 м. В расположенном юго-западнее стратотипе мезинолапшиновской свиты (верхний сантон) мощность синхронных образований составляет 5,5 м, и ее значения возрастают в северном и южном направлениях [23–25].

Неоднозначные представления о сантонских отложениях Вольского района способствовали тому, что разрезы этой структурной зоны обошли вниманием при рассмотрении вопроса о стратиграфическом положении так называемых «птериевых» слоев верхнего сантона – нижнего кампана [26–28]. По итогам тематических исследований верхнего мела Вольской структурной зоны интервалы сантонских пород также не были установлены [29–32], но был определен стратотипический разрез вольской свиты (коньяк) в карьере «Коммунар» [33, 34].

На рубеже XX–XXI веков изданы среднемасштабные геологические карты [35–37], в которых, на наш взгляд, представлено наиболее достоверное расчленение и площадное распространение верхнемеловых отложений. В частности, в пределах открытых разрезов мела в окрестности г. Вольска прослежено выклинивание сантонских отложений между карьерами «Большевик» и «Красный Октябрь» (см. рис. 2).

Разночтения в понимании строения верхнемеловых отложений Вольско-Хвалынской структурной зоны обусловлены рядом причин. Одна из них – это обобщенные представления о стратиграфии верхнего мела на основе составленного сводного разреза для данного района. Проведенные нами исследования показывают, что в разрезах меловых карьеров «Красный Октябрь», «Большевик» и «Коммунар» верхний мел представлен разными интервалами на уровне под-

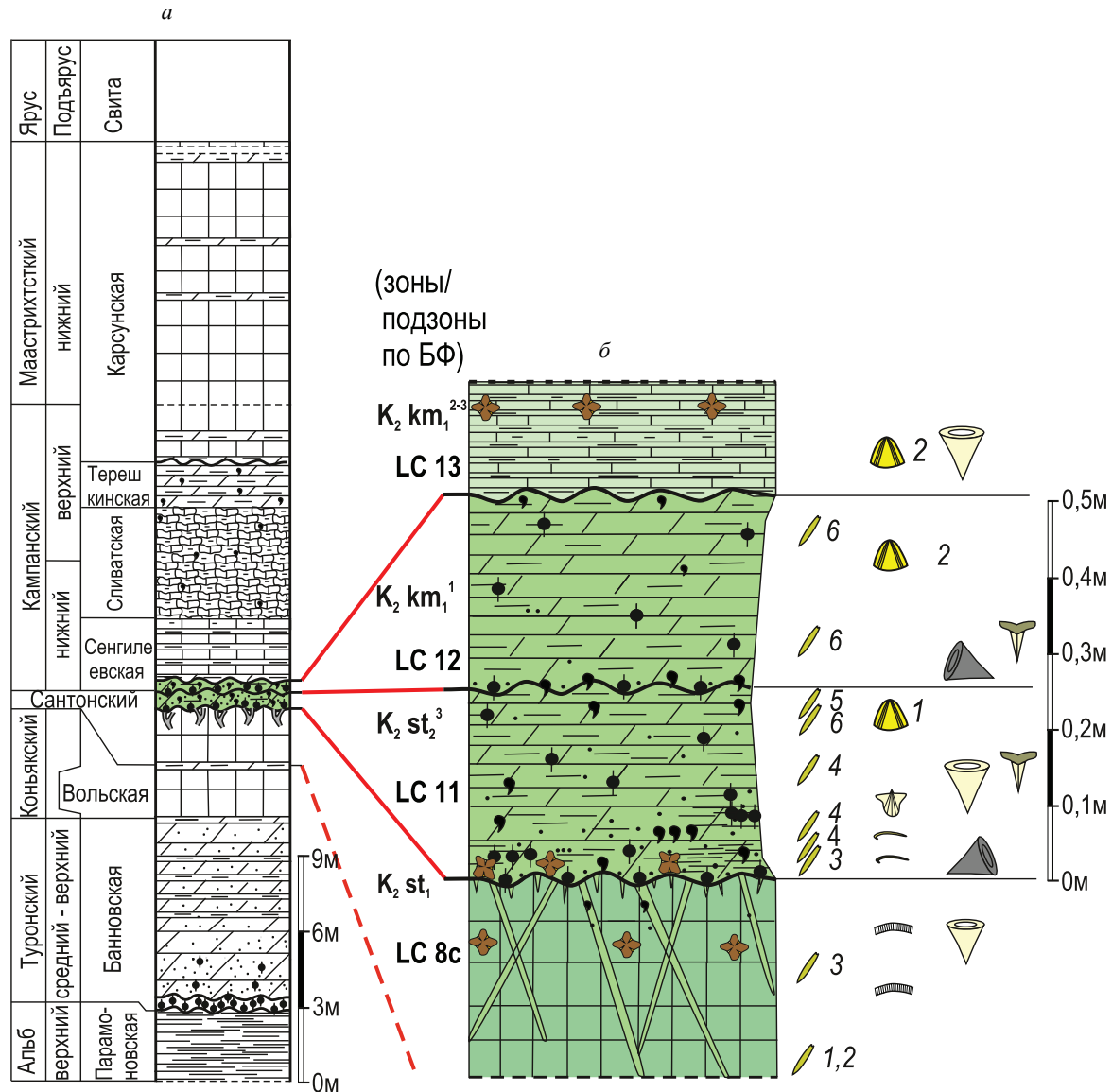
яруса, а синхронные интервалы пород отличаются по мощности [38, 39]. В данном случае подобное явление прослежено на примере сантонских и нижнекампанских образований (рис. 3, 4).

При проведении предшествующих палеонтологических и стратиграфических изысканий мало внимания уделялось анализу структурного плана территорий, что было обусловлено решением тематических или производственных задач. Неоднократно отмечалось, что верхнемеловые отложения Вольской «депрессии», при сравнении с южными и западными районами Правобережного Поволжья, отличаются карбонатным составом пород большой мощности (до 70–80 м). Предполагалось, что к этой структуре могут быть приурочены стратиграфически наиболее полные разрезы, которые могли бы рассматриваться как опорные. Однако последующие исследования показали, что их слагают стратиграфически существенно сокращенные интервалы пород [30, 31]. В разрезах, расположенных севернее г. Вольска («Апалиха», «Богданиха»), которые расположены на явно выраженных отрицательных конседиментационных структурах, мощность карбонатных пород рассматриваемых стратиграфических интервалов заметно больше, чем в Вольской «депрессии» (см. рис. 4).

Среди причин, способствовавших формированию разноречивых взглядов на строение верхнемеловых пород в окрестностях Вольска, отметим также разную дискретность отбора проб с учетом полевого выделения стратиграфических интервалов, которую использовали предшественники при геолого-съёмочных и тематических исследованиях. Камеральные исследования как производные от методик полевых работ на разных этапах геологических изысканий реализовали тот или иной набор микро- и макропалеонтологических анализов.

К тому же в карбонатных карьерах г. Вольска прослеживание нормальной последовательности напластования нередко осложнено древними крупными оползневыми телами, что особенно заметно в карьере «Коммунар». Кроме того, выделение маломощных прослоев терригенного состава затруднено технологическими особенностями разработки. Поскольку уровни с содержанием глауконита и фосфоритовых включений являются вредными компонентами в составе разрабатываемой полезной толщи, к гипсометрическим отметкам их простираения приурочены горизонтальные поверхности рабочих ступеней карьеров, где у основания уступов эти прослои терригенного материала перекрыты бортовым коллювием и техногенным хлидолитом.

Коньяк–нижнекампанский интервал пород в Вольско-Хвалынской структурной зоне изучен по разрезам «Красный Октябрь», «Большевик», «Коммунар», «Апалиха» и «Богданиха» (см. рис. 1, 2). Неоднократное описание карьеров составлялось в условиях хорошей обнаженности.



Условные обозначения

- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| Мел | Фосфоритовые желваки | Зубы хрящевых рыб |
| Мел "комковатый" | Глауконит | Морские ежи: 1 – <i>Micraster</i> sp., 2 – <i>Offaster pilula</i> (Lamarck) |
| Мергель | Ходы роющих организмов | Раковины устриц: a – автохтонные, b – аллохтонные |
| Мергель песчаный | Марказитовые конкреции | Створки <i>Oxytoma</i> sp. |
| Мергель глинистый | Призматический слой иноцерамид | Скелеты кремниевых губок: a – автохтонные, b – аллохтонные |
| Ростры белемнитов: 1 – <i>Belemnitella propinqua</i> (Mob.); 2 – <i>Praeactinocamax</i> sp.; 3 – <i>Actinocamax verus fragilis</i> (Arkh.); 4 – <i>Belemnitella praecursor praeprecursor</i> Naid.; 5 – <i>Actinocamax verus cylindricus</i> Makh.; 6 – <i>Belemnitella praecursor mukronatiformis</i> Jeletz. | | |

Рис. 3. Разрез верхнемеловых отложений в карьере «Коммунар» (г. Вольск): а – общий вид туронского – нижнемаастрихтского интервала; б – детальное строение глауконитово-фосфоритового горизонта верхнего сantonа – нижнего кампана

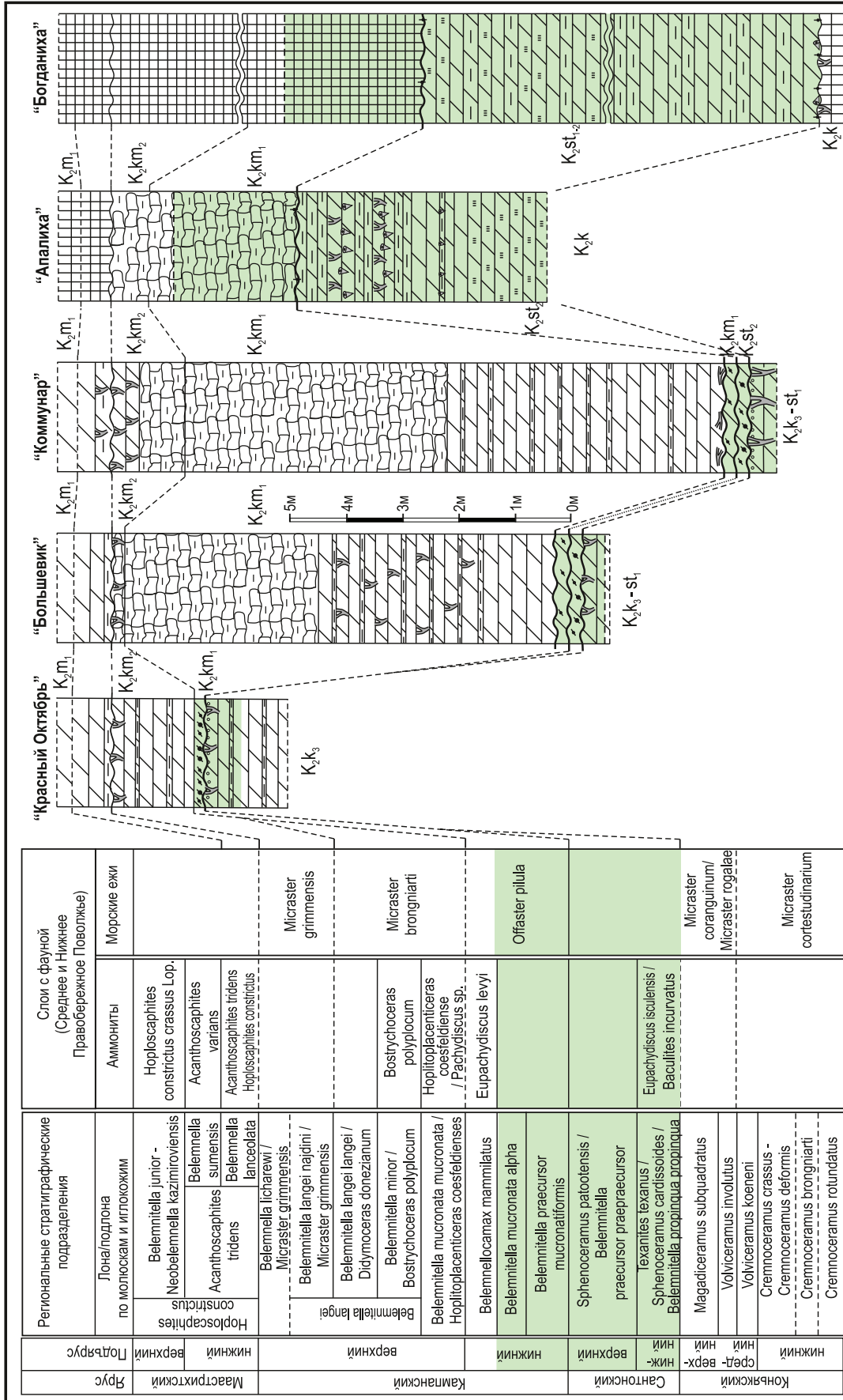


Рис. 4. Схема сопоставления сантонских и нижней части нижнекампанских отложений Вольско-Хвалынской структурной зоны. Условные обозначения см. рис. 3



Проводились послонные сборы, фиксировались уровни находок макрофауны и особенности ее сохранности. Установлено, что в разрезах «Большевик» и «Коммунар» во многометровом монотонном разрезе карбонатных пород можно проследить едва заметный, но выдержанный маломощный прослой глин и мергелей глинистых, обогащенных терригенным материалом, зернами глауконита и включениями фосфоритов. Обнаружить этот прослой в серии разрезов удалось благодаря влажному состоянию вмещающих пород в весеннее время. Влажные прослои глин, насыщенные глауконитом, выделяются на сером фоне карбонатных пород ярко-зеленым цветом с оттенками черного.

В качестве опорного разреза переходного интервала коньякских – кампанских отложений Вольской структурной зоны рассматривается карьер «Коммунар», расположенный на северной окраине г. Вольска. Здесь по литологическому составу пород, а впоследствии и по их палеонтологической характеристике последовательно выделены четыре интервала: нижнесантонский, верхнесантонский, нижнекампанский базальный горизонт и основание нижнекампанских мергелей (см. рис. 3). С характеристикой этих четырех интервалов разреза «Коммунар» проводилось сопоставление остальных изученных разрезов Вольско-Хвалынского района.

Верхние интервалы мел-мергельных пород нижнего сантона. В разрезе «Коммунар» (см. рис. 3, слой 1) породы, относимые нами к нижнему сантону, представлены мергелем светло-серым, массивным, неясно слоистым. Кровля сложена «мостовой» из гальки, валунчиков и окатышей мергелей неправильных сферических очертаний размером до 0,1–0,15 м, с крупными норами илоедов. Поверхность кровли хорошо заметна в разрезе благодаря интенсивной пигментации поверхности окатышей в желтый и коричневый цвета. По латерали некоторые участки мергеля слабо пропитаны фосфатом и представлены в виде включений субплоских очертаний, иногда составляющих агрегаты. Ниже кровли на 0,5–1 м распространены субавтохтонно захороненные скелеты губок-гексактинеллид, реже их фосфатизированные фрагменты, а на глубину до 1,5 м порода пронизана крупными ходами илоедов, заполненными песчаным темным мергелем вышележащего слоя. В мергеле рассеяны различно ориентированные фрагменты призматического слоя и целые раковины иноцеромов. Ниже мергель становится более монотонным, выполняя единый уступ карьера. В верхнем полутораметровом интервале найдены редкие белемниты *Belemnitella propinqua* (Mob.), *Actinocamax verus fragilis* Arkh., иноцеромы *Sphenoceras pachtii* (Arkh.) и губки *Plocoscyphia* sp., *Camerospongia* sp., *Microblastium* sp., *Sororistirps* sp., *Sporadoscinia* sp., *Etheridgia* sp., *Cephalites* sp., *Guettardiscyphia* sp., *Labyrintholites* sp., *Polyscyphia* [Eurete] sp.

По присутствию видов-индексов бентосных фораминифер (БФ) в данном интервале выделяется нижнесантонская фораминиферная подзона *Ataxorbignyina variabile/Cibicides beaumontianus* LC8c, в составе комплекса установлены коньякские формы *Marssonella oxycona* (Reuss), *Heterostomella carinata* (Franke), *Gavelinella costulata* (Marie), *Globorotalites mischelianus* (d'Orb.), *Pseudovalvulineria vombensis* (Brotz.), *Osangularia whitei* (Brotz.), *Gyroidinoides turgidus* (Hag.) и характерные для переходного коньяк-сантонского интервала фораминиферы *Cibicidoides eriksdalensis* (Brotzen), *Stensioeina exculpta* (Reuss), последняя здесь же и прекращает свое существование. Установлены типичные сантонские формы: *Stensioeina incondita* (Koch), *S. perfecta* (Koch), *Praebulimina ventricosa* (Brotz.). Отметим, что в данной работе название подзоны LC8c отличается от принятого в схеме, разработанной В. Н. Беньямовским [40, 41]. Это обусловлено тем, что среди видов, определенных ранее как характерные для данной подзоны, по результатам изучения нижнесантонских отложений Поволжья [1–4] наиболее часто встречаются именно *Ataxorbignyina variabile* (d'Orbigny) и *Cibicides beaumontianus* (d'Orbigny). Мощность интервала до 2,0 м.

В карьере «Большевик» описываемый интервал, оцениваемый нами в 1,2–1,5 м, сложен тонкослоистым мергелем с зернами глауконита и кварца. Порода темно-серая со светло-зеленым и желтоватым оттенком пронизана вниз субвертикальными ходами донных роющих организмов. Ближе к кровле увеличивается количество гравия зеленовато-черных фосфоритов и железистых стяжений до 2 см в диаметре. Определена только спонгиофауна: *Etheridgia* sp., *Plocoscyphia* sp., *?Polyscyphia* sp., *Etheridgia* sp., *Plocoscyphia* sp., единичные *Sororistirps* sp., *?Napaean* sp., *?Becksia* sp., *Botryosella* sp. В предыдущих работах [30] в описываемом интервале В. Н. Беньямовским была выделена зона LC9 на основании присутствия видов-индексов, однако не упоминается ни *Ataxorbignyina variabile* (d'Orbigny), ни *Cibicides beaumontianus* (d'Orbigny), что может объясняться низкой концентрацией раковин фораминифер в бедных карбонатной микрофауной кремнелых нижнесантонских мергелях. Тем не менее эти данные дают возможность корреляции этих интервалов как близквозрастных и подтверждают присутствие отложений сантонского возраста ниже «губкового» горизонта, несмотря на то что в предыдущих работах была принята иная точка зрения.

В карьере «Красный Октябрь», находящемся южнее, эта часть разреза охарактеризована грубым беловато-серым мергелем со значительной примесью псаммитового и алевроитового материала. Поверхность кровли подчеркивается темно-серым песчаным мергелем с галькой фосфоритов размером до 3 см. В беловато-сером мергеле на уровне 0,3 м ниже кровли найдены ростры белемнитов



Belemnitella propinqua (Mob.) и *Actinocamax* sp., скелеты губок *Ventriculites* sp., ?*Actinocyclus* sp., *Guettardiscyphia* sp., *Balantionella* sp., ?*Polyscyphia* [*Eurete*] sp., единичные *Demospongia* s.l. Ниже этого уровня встречены раковины *Sphenoceramus subcardissoides* (Schlüt.), *Inoceramus* cf. *russiensis* (Nik.).

Ранее во всех трех карьерах описываемые интервалы рассматривались в объеме нижележащих коньякских отложений: 12 м в карьере «Коммунар», 8–10 м в карьере «Большевик» и до 3 м в карьере «Красный Октябрь» [29–32], а присутствие сантонских отложений здесь не было установлено.

Севернее, в окрестностях Хвалынска, карбонатные породы туона – коньяка представлены грубым песчанистым мелом (2,5 м) с рассеянными фрагментами створок иноцерамов, а также раковин устриц и брахиопод. Отложения вскрываются в основании карбонатной пачки в тальвегах оврагов, развивающихся в сторону р. Волги.

Глауконитово-фосфоритовый, «губковый», горизонт и неконденсированные образования верхнего сантона. Губковый горизонт ярко и полно представлен в карьере «Коммунар» благодаря четко выраженной подошве, литологическому составу и насыщенности окаменелостями [38, 39]. Этот маломощный слой хорошо выделяется и прослеживается среди многометровых светло-серых карбонатных пород во влажном состоянии. Он представлен (см. рис. 3, слой 2) мергелем глинистым и глиной карбонатной, светло-серыми в сухом состоянии и зелеными, зеленовато-синими во влажном. Мергель песчанистый, глауконитово-кварцевый, в средней части тонкоплитчатый, с обилием фосфоритовых включений в нижней его части. Выделяются три генерации терригенных включений: черные с зеленоватой патиной, со сглаженной поверхностью и следами активной биоэрозии; темно-коричневые со структурированной поверхностью мелких зерен; светло-коричневые рыхлые карбонатные. Окамыши и галька образованы по скелетам кремниевых губок и их фрагментам. В подошве залегает «булыжная мостовая» – галька и окамыши слабофосфатизированных мергелей, окрашенных окислами железа. Подошва слоя четкая, выражена по смене литологического состава пород и их окраске. В слое присутствует богатый комплекс спонгиофауны: *Etheridgia* sp., *Sororistirps* sp., *Napaeana* sp., *Orthodiscus* sp., *Plocoscyphia* sp., *Paraplocia* sp., *Ventriculites* sp., *Ventriculites* cf. *striatus* Smith, ?*Schizorabdus* sp.? *Microblastium spinosum* (Sinz.), *M.* sp., *Leptophragma murchisoni* (Goldf.), *Coeloptychium patella* (Leon.), *Rhizopoterion interruptum* (Eichw.), *Cephalites* sp., *Sestrocladia* sp., ?*Sporadoscinia* sp., *Becksia* sp., *Camerospongia* sp., ?*Polyptycha* sp., *Guettardiscyphia trilobata* (Roem.), *Paracircularia* sp., *Botryosella* sp., *Eurete* sp., *Zittelispongia* sp., *Sporadopyle* sp., а также крупные сегменты го-

ризонтового отворота стенки *Orthodiscus* sp. размером до 0,3 м. Характерны гнездообразное распределение крупных форм и разная ориентация плоских и субконических фрагментов губок, а также створок и фосфатизированных ядер устриц. Отдельно найдены тонкие створки *Chlamys* sp. и *Oxytoma* sp., рostrы белемнитов *Belemnitella praecursor praepreacursor* Naid., *Actinocamax verus fragilis* Arkh., остеологический материал костных и селяхивых рыб. Ближе к кровле найдены рostrы *Actinocamax verus cylindricus* Makh. *Belemnitella micronatiformis* Jeletz., створки *Oxytoma intermedia* A. Ivan., неполный панцирь *Micraster* sp. Комплекс БФ здесь обновляется за счет появления верхнесантонских *Stensioeina pommerana* (Brotz.), *S. gracilis* (Brotz.), *Pseudovalvulineria stelligera* (Marie), а также *Bolivinoidea strigillatus* (Chapm.) и *B. culverensis* (Barr), что подтверждает верхнесантонский возраст и свидетельствует о принадлежности ассоциации БФ к зоне *Stensioeina pommerana* LC11. Мощность 0,2–0,25 м.

В разрезе «Большевик» литологический состав и мощность рассматриваемого интервала во многом аналогичны. Подошва слоя четкая и неровная, скопление крупных окатышей подчеркивает ее поверхность на фоне подстилающих серых мергелей. Вмещающие серо-зеленые глинистые мергели насыщены зернами глауконита, дресовой и мелкой галькой фосфоритов, часто образованных по стенкам скелетов губок, из которых определены *Etheridgia* sp., *Sororistirps* sp., *Orthodiscus* sp., *Rhizopoterion* sp., ?*Microblastium* sp., ?*Plocoscyphia* sp., *Ventriculitidae* s.l., *Leptophragmidae* s.l. Переход к перекрывающему слою отчетливый и постепенный за счет увеличения содержания карбонатной составляющей и заметного уменьшения содержания глауконита и иного терригенного материала. В верхнем, более карбонатном интервале слоя присутствуют рostrы *Belemnitella praecursor praepreacursor* Naid. Микрофаунистическая характеристика данного интервала в предыдущих работах [30] не указывалась, наиболее близок был комплекс, определенный Беньямовским как верхнесантонский LC9, который упоминался при описании слоя 1 (см. рис. 3).

В южном направлении мощность слоя сокращается вплоть до полного исчезновения. В разрезе «Красный Октябрь» этот интервал отсутствует. Редкие мелкие фосфориты и фрагменты кремниевых губок *Sororistirps* sp., ?*Lepidospongia* sp., *Etheridgia* sp. и *Craticulariidae* s.l. встречены в подошве глауконитового мергеля нижнего кампана (см. рис. 3).

В 45 км северо-западнее Вольска, в разрезе «Апалиха» вскрыт неконденсированный интервал неравномерно окремнелых мергелей, содержащих скелеты кремниевых губок и тонкие створки *Oxytoma tenuicostata* (Roem.). Здесь, под подошвой нижнекампанских отложений, вскрыто переслаивание глинистых и массивных мергелей. Описание сверху вниз.



1. Мергель глинистый темно-серый, слюдястый, с зеленоватым оттенком, горизонтально тонкослоистый по прослоям глинистых и карбонатных разностей. В породе обилие горизонтально ориентированных левых створок *Oxytoma tenuicostata* (Roem.), часто очень крупных – до 3–5 см, и линз их скоплений до степени ракушняка. Реже встречаются тонкие створки *Pecten* sp. и *Chlamys* sp. Чешуя костистых рыб слагает нижние поверхности стенок нор декапод. Выделено четыре подобных прослоя рыхлых мергелей, мощность которых изменяется от 0,1 до 0,3 м.

2. Мергель светло-серый и белый, плотный, неравномерно окремненный, с горизонтальными трещинами отдельности по прослоям и линзам пелитового материала. Прослои мергеля образуют выступы в рельефе стенки разреза. Участки прокремнения придают породе повышенную крепость, их поверхность окрашена окислами железа в ярко-желтый и коричневый цвет. Равномерно распространены створки *Oxytoma tenuicostata* (Roemer), редкие *Pecten* sp., *Chlamys* sp. и *Liostraea* sp. В верхней части рассеяны скелеты тонкостенных губок-гексактинеллид в субавтохтонном положении. Участки прокремнения породы содержат в разной степени ассимилированные мелкие фрагменты скелетов губок (Ventriculitidae, а также *Sporadocinia* sp. и *Becksia* sp.). Некоторые скелеты замещены гидроокислами железа. В слое заметны вертикальные скульптурированные ходы илоедов диаметром до 1,5–2,0 см. Мощность прослоев кремнистых мергелей изменяется от 0,4 до 0,6 м. Ниже прослеживаются опоквидные мергели и мергели с облаковидными пятнами прокремнения видимой мощностью до 1,5 м.

Переход между разностями мергелей рыхлыми глинистыми и плотными, массивными постепенный. Мощность интервала 2,5–3,0 м. Ниже прослеживаются пятнистые опоквидные мергели и мергели, видимая мощность которых до 1,3–1,5 м.

В окрестности Хвалынского (разрез «Богданиха») аналогичные образования представлены крепкими опоквидными пятнистыми мергелями с подчиненными прослоями глин. В породе встречается скопление тонких створок *Oxytoma tenuicostata* (Roem.).

Глауконитовый мергель, базальный горизонт нижнего кампана. В разрезе «Коммунар» в основании пород, относящихся к нижнему кампану, залегает мергель глауконитовый серо-зеленый, с примесью псаммитового и алевритового материала, с рассеянными хорошо окатанными черными фосфоритами (см. рис. 3, слой 3). В его кровле прослеживается уровень глинизации с округлыми и линзовидными мергельными ксенолитами, перемежающимися с тонкими линзами серо-зеленых глин и светло-серого песчанистого мергеля. В верхней половине слоя равномерно рассеяны

панцири морских ежей в субавтохтонном захоронении, а ближе к кровле и в автохтонном положении определены *Offaster pilula* (Lam.), *Offaster* sp., *Galeola* ex gr. *senonensis* (d'Orb.) и *Micraster* sp. Отмечены редкие ростры белемнитов *Belemnitella mucronata* cf. *alpha* Naid. К подошве слоя приурочены находки зубов скатов и зубы сельдяевых рыб, в составе которых определены представители 13 родов. Комплекс БФ обновляется за счет появления *Pseudogavelinella clementiana clementiana* (d'Orb.), что позволяет выделить здесь одноименную нижнекампанскую зону *Pseudogavelinella clementiana clementiana* LC12. К этому уровню приурочено исчезновение характерных для сантона видов: *Pseudovalvulineria vombensis* (Brotz.), *Stensioeina incondita* (Koch), *S. perfecta* (Koch). Мощность не превышает 0,2–0,3 м.

Одновозрастный комплекс, включающий виды *Offaster pilula* (Lam.), *Offaster* sp. и остеологический материал рыб, выявлен в карьерах «Большевик» и «Красный Октябрь». Из последнего разреза известны фрагменты губок *Sororistirps* sp., *Lepidospongia* sp., *Etheridgia* sp., Craticulariidae s.l.

В разрезах «Апалиха» и «Богданиха» глауконитовые глины с фосфоритами в основании нижнекампанских пород не установлены.

Интервал мергелей в основании нижнего кампана. В разрезе «Коммунар» (см. рис. 2, слой 4) над глауконитовым мергелем, выше линзовидных прослоев темно-зеленых глин пластует мергель светло-серый с зеленоватым оттенком, песчанистый, монолитный и плотный. По четкой и ровной поверхности подошвы прослеживаются относительно протяженные горизонтально ориентированные ходы. Мергель в нижней части массивный, с блоковой отдельностью, вверх по разрезу сменяется более трещиноватыми разностями. Ближе к кровле мергель плитчатый, с ровными поверхностями по тонкой горизонтальной параллельной слоистости. Здесь найдены морские ежи *Offaster pilula* (Lam.), *Offaster* sp., кремниевые *Camerospongia* sp. и известковые *Porosphaera* sp. губки. В базальной части узловатого мела установлен комплекс БФ, соответствующий нижнеконьякской зоне *Cibicidoides temirensis*/ *Bolivinoidea decoratus decoratus* LC13 по присутствию в значительном количестве вида-индекса *Bolivinoidea decoratus decoratus* (Jones). Мощность 1,5–2,0 м.

Аналогичное образование прослеживается в карьере «Большевик», откуда определены *Etheridgia* sp., *Plocoscyphia* sp., *Botryosella* sp. и *Balantionella* sp., а в разрезе «Красный Октябрь» оно не установлено. В работе [30] данный интервал в разрезе «Большевик» охарактеризован также нижнекампанской зоной LC13 по присутствию вида-индекса *Cibicidoides temirensis* (Vass.) и характерного комплекса, который, судя по видовому составу, является более молодым, чем



6. *Хименков В. Г.* К вопросу о геологическом строении окрестностей г. Хвалынска и о меловых отложениях северного Поволжья Саратовской губернии // Ежегодник геологии и минералогии России. 1907. Т. 9, вып. 4–6. С. 115–130.
7. *Архангельский А. Д.* Верхнемеловые отложения востока Европейской России // Материалы для геологии России. СПб. : Типография Императорской Академии наук, 1912. Т. 25. 631 с.
8. *Матесова М. Н.* Геологические экскурсии в окрестности города Вольска // Труды / Вольский окружной научно-образовательный музей. 1930. Вып. 3. 47 с.
9. *Матесова М. Н.* Полезные ископаемые Вольского Поволжья. // Труды / Вольский Краеведческий музей. 1935. Ч. 1. 68 с.
10. *Милановский Е. В.* Очерк геологии Нижнего и Среднего Поволжья. М. ; Л. : Гостоптехиздат, 1940. 276 с.
11. *Барышникова В. И.* К вопросу стратиграфического расчленения верхнемеловых отложений Хвалынско-Вольского района по фауне фораминифер // Ученые записки / Саратовский университет. Вып. геологический. 1951. Т. 28. С. 181–193.
12. Государственная геологическая карта СССР. Лист N-39-XXXI (Хвалынск). Объяснительная записка. М. : Госгеолтехиздат, 1954. 32 с.
13. *Дервиз Т. Л., Дорохов В. И., Денисенкова В. И., Иванова А. Н., Хабарова Т. Н.* Волго-Уральская нефтеносная область. Юрские и меловые отложения // Труды / ВНИГРИ. 1959. Вып. 145. 366 с.
14. *Камышева-Елпатьевская В. Г.* Маркирующие горизонты юрских, меловых и палеогеновых отложений Саратовского Поволжья // Ученые записки / Саратовский университет. Вып. геологический. 1951. Т. 28. С. 10–36.
15. *Качанов В. А.* О некоторых особенностях стратиграфических перерывов в разрезе верхнего мела северо-западной части Прикаспия // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. Саратов : Издательство Саратовского университета, 1980. Вып. 19. С. 82–86.
16. *Первушов Е. М., Иванов А. В., Гудошников В. В., Малышев В. В.* Фациальный профиль «маркирующих» горизонтов верхнемеловых отложений Правобережного Поволжья // Недр Поволжья и Прикаспия. 2001. Вып. 26. С. 3–10.
17. *Глазунова А. Е.* Палеонтологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Поволжья. Верхний мел. М. : Недра, 1972. 204 с.
18. *Флёрова О. В., Гурова А. Д.* Новые данные по стратиграфии и палеогеографии верхнемеловых отложений Ульяновско-Саратовского Поволжья и среднего течения р. Дон // Вопросы стратиграфии, палеонтологии и литологии палеозоя и мезозоя районов Европейской части СССР // Труды / ВНИГРИ. 1956. Вып. 7. С. 145–165.
19. *Флёрова О. В., Гурова А. Д.* Верхнемеловые отложения центральных областей Русской платформы // Мезозойские и третичные отложения центральных областей Русской платформы / ред. О. В. Флёрова. М. : Гостоптехиздат, 1958. С. 185–226.
20. Геология и полезные ископаемые мезокайнозойских отложений Ульяновской области // Труды / Казанский филиал Академии Наук СССР. Сер. Геологических наук / ред. А. Е. Арбузов. 1964. Вып. 11. 334 с.
21. *Герасимов П. А., Мигачёва Е. В., Найдин Д. П., Стерлин Б. Л.* Юрские и меловые отложения Русской платформы. М. : Издательство Московского университета, 1962. 196 с.
22. *Найдин Д. П.* Вольский разрез верхнего мела (север Саратовского Поволжья) // Труды / НИИ геологии СГУ. Нов. сер. 2002. Т. 10. С. 6–11.
23. *Бондаренко Н. А.* Стратиграфия и условия седиментации сантонских, кампанских и маастрихтских отложений Правобережья Нижнего Поволжья : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Саратов, 1990. 22 с.
24. *Олферьев А. Г., Алексеев А. С., Беньямовский В. Н., Вишневская В. С., Иванов А. В., Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Харитонов В. М., Щербинина Е. А.* Опорный разрез верхнего мела у с. Мезино-Лапшиновка и проблемы границ сантона и кампана в Саратовском Поволжье // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2004. Т. 12, № 6. С. 69–102.
25. *Иванов А. В., Первушов Е. М.* «Губковые горизонты» сантона – кампана и «птериевые слои» Саратовского Поволжья // Недр Поволжья и Прикаспия. 1998. Вып. 17. С. 24–30.
26. *Беньямовский В. Н., Копачевич Л. Ф., Акимец В. С., Барышникова В. И., Бондарева М. В., Гладкова В. И.* К стратиграфии верхнего мела Ульяновского Поволжья по фораминиферам // Известия вузов. Сер. геологическая. 1988. № 5. С. 65–74.
27. Граница сантона и кампана на Восточно-Европейской платформе / ред. Г. Н. Папулов, Д. П. Найдин // Труды / Институт геологии и геохимии УНЦ АН СССР. 1979. Вып. 148. 117 с.
28. *Папулов Г. Н., Амон Э. О.* Пограничные слои сантона и кампана на востоке Русской плиты // Вопросы стратиграфии палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Саратов : Издательство Саратовского университета, 1987. С. 3–26.
29. *Олферьев А. Г., Беньямовский В. Н., Иванов А. В., Овечкина М. Н., Сельцер В. Б., Харитонов В. М.* Верхнемеловые отложения севера Саратовской области. Ст. 1. Разрез карьера «Большевик» в окрестностях Вольска // Бюллетень МОИП. Отд-ние геол. 2009. Т. 84, вып. 2. С. 5–22.
30. *Олферьев А. Г., Беньямовский В. Н., Иванов А. В., Овечкина М. Н., Сельцер В. Б., Харитонов В. М.* Верхнемеловые отложения севера Саратовской области. Ст. 2. Биостратиграфическое расчленение разреза карьера «Большевик» в окрестностях Вольска // Бюллетень МОИП. Отд-ние геол. 2009. Т. 84, вып. 4. С. 29–46.
31. *Олферьев А. Г., Сельцер В. Б., Алексеев А. С., Амон Э. О., Беньямовский В. Н., Иванов А. В., Овечкина М. Н., Харитонов В. М.* Верхнемеловые отложения севера Саратовской области. Ст. 3. Биостратиграфическое расчленение разреза карьера «Красный Октябрь» на южной окраине г. Вольска // Бюллетень МОИП. Отд-ние геол. 2014. Т. 89, вып. 6. С. 45–76.
32. *Харитонов В. М., Иванов А. В., Сельцер В. Б.* Стратиграфия туронских и коньякских отложений Нижнего Поволжья // Недр Поволжья и Прикаспия. 2003. Вып. 36. С. 48–60.
33. *Олферьев А. Г., Алексеев А. С.* Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской



- платформы : объяснительная записка. М. : ПИН РАН, 2005. 204 с.
34. Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы. СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2004. 6 схем на 10 листах.
35. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Лист М-38-XXXVI (Балаково). СПб. : ВСЕГЕИ, 2001.
36. Орлова Т. Б. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Лист N-38-XXXV (Базарный Карабулак). Изд. второе. Серия Средневожская : объяснительная записка. СПб. : МПР РФ, 2000. 103 с.
37. Орлова Т. Б. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Лист N-38-XXXVI (Балаково). Изд. второе. Серия Средневожская: объяснительная записка. СПб. : МПР РФ, 2001. 105 с.
38. Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Гужикова А. А. Сантон Вольской впадины (север Саратовского правобережья) // Палеострат-2016. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. М. : ПИН РАН, 2016. С. 63–65.
39. Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Гужикова А. А. Сантон – кампан Вольской впадины // Меловая система России и ближнего зарубежья : проблемы стратиграфии и палеогеографии : сб. науч. тр. / ред. Е. Ю. Барабошкин. Симферополь : Издательский Дом «Черноморпресс», 2016. С. 208–210.
40. Беньямовский В. Н. Схема инфразонального расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Ст. 1. Сенман – коньяк // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. Т. 16, № 3. С. 36–46.
41. Беньямовский В. Н. Схема инфразонального расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Ст. 2. Сантон – маастрихт // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. Т. 16, № 5. С. 62–74.
42. Сельцер В. Б., Иванов А. В. Атлас позднемеловых аммонитов Саратовского Поволжья. М. : Книжный дом «Университет», 2010. 152 с.
43. Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Ильинский Е. И. Верхнемеловые отложения и биостратиграфия разреза «Новоспасское» (юго-запад Ульяновской области) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 198–213. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-3-198-213
44. Гужиков А. Ю., Барабошкин Е. Ю., Беньямовский В. Н., Копеевич Л. Ф., Вишневская 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 // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2017. Т. 25, № 1. С. 24–61.

Образец для цитирования:

Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Рябов И. П. Сантон Вольско-Хвалынской структурной зоны. Статья 1. История исследования и строение разрезов // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 192–203. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-192-203>

Cite this article as:

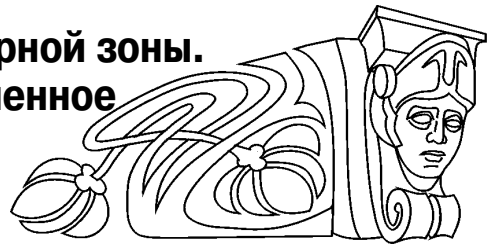
Pervushov E. M., Seltser V. B., Kalyakin E. A., Ryabov I. P. The Santonian Stage in Volsk-Khvalynsk Structural Zone. Paper 1. The Research History and the Composition of Sections. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2020, vol. 20, iss. 3, pp. 192–203 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-192-203>



УДК 551.763.333(116.3:470.4)

Сантон Вольско-Хвалынской структурной зоны. Статья 2. Биостратиграфия и современное структурное положение

Е. М. Первушов, В. Б. Сельцер, Е. А. Калякин, И. П. Рябов



Первушов Евгений Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, pervushovem@mail.ru

Сельцер Владимир Борисович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, seltservb@mail.ru

Калякин Евгений Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского; ПАО «Подзембургаз», Щелково, Московская область, eakalyakin@mail.ru

Рябов Илья Павлович, аспирант, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского; Саратовский филиал ПАО НК «РуссНефть», ryaboff.il@yandex.ru

Представлен анализ таксономического состава ориктоценозов, выделенных в интервалах пород верхнеконьякского-нижнесантонского, верхнесантонского и нижнекампанского возраста. Отмечено согласное взаимоотношение позднеконьякских и раннесантонских образований, доказано наличие маломощных пород верхнего сантона и определено положение подошвы нижнего кампана. Проведено детальное биостратиграфическое расчленение коньякского – нижнекампанского интервала, выделенные стратона прослежены в пределах Вольско-Хвалынского района. На этой основе сделано предположение о инверсионном характере развития современной Вольской отрицательной структуры и ее обособленном развитии в сантонское время в сравнении с юго-западной частью Ульяновско-Саратовского прогиба.

Ключевые слова: коньяк, сантон, нижний кампан, биостратиграфия, ориктоценозы, палеоструктурные реконструкции, Ульяновско-Саратовский прогиб.

Поступила в редакцию: 06.04.2020 / Принята: 12.04.2020 / Опубликована: 31.08.2020

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

**The Santonian Stage in Volsk-Khvalynsk Structural Zone.
Paper 2. Biostratigraphy and the Modern Structural
Position**

E. M. Pervushov, V. B. Seltser, E. A. Kalyakin, I. P. Ryabov

Evgeny M. Pervushov, <https://orcid.org/0000-0002-7962-0274>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, pervushovem@mail.ru

Vladimir B. Seltser, <https://orcid.org/0000-0002-0302-4222>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia, seltservb@mail.ru

Evgeny A. Kalyakin, <https://orcid.org/0000-0002-2976-7868>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia; Podzemburgaz, 20 Burovay St., Shchelkovo 141101, Moscow region, Russia, eakalyakin@mail.ru

Ilya P. Ryabov, <https://orcid.org/0000-0002-1701-7605>, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia; PJSC «RussNeft» Saratov branch, 21 Sakko i Vantsetti St., Saratov 410056, Russia, ryaboff.il@yandex.ru

The fossil assemblage taxonomical composition analysis of upper Coniacian-lower Santonian, upper Santonian and lower Campanian deposits is demonstrated. The upper Coniacian and lower Santonian deposits planoc conformity has been recorded, the thin upper Santonian deposits presence has been proved and the lower Campanian subface position has been defined. Fractional biostratigraphy subdivision of the Coniacian – lower Campanian interval was carried out. The distinguished strata were traced within Volsk-Khvalynsk district. On this basis an assumption was made about the inversion nature of the modern Volsky depression structure development during the Santonian age in comparison with the South-Western part of Ulyanovsk-Saratov trough.

Keywords: Coniacian, Santonian, lower Campanian, biostratigraphy, fossil assemblages, paleostructural reconstructions, Ulyanovsk-Saratov trough.

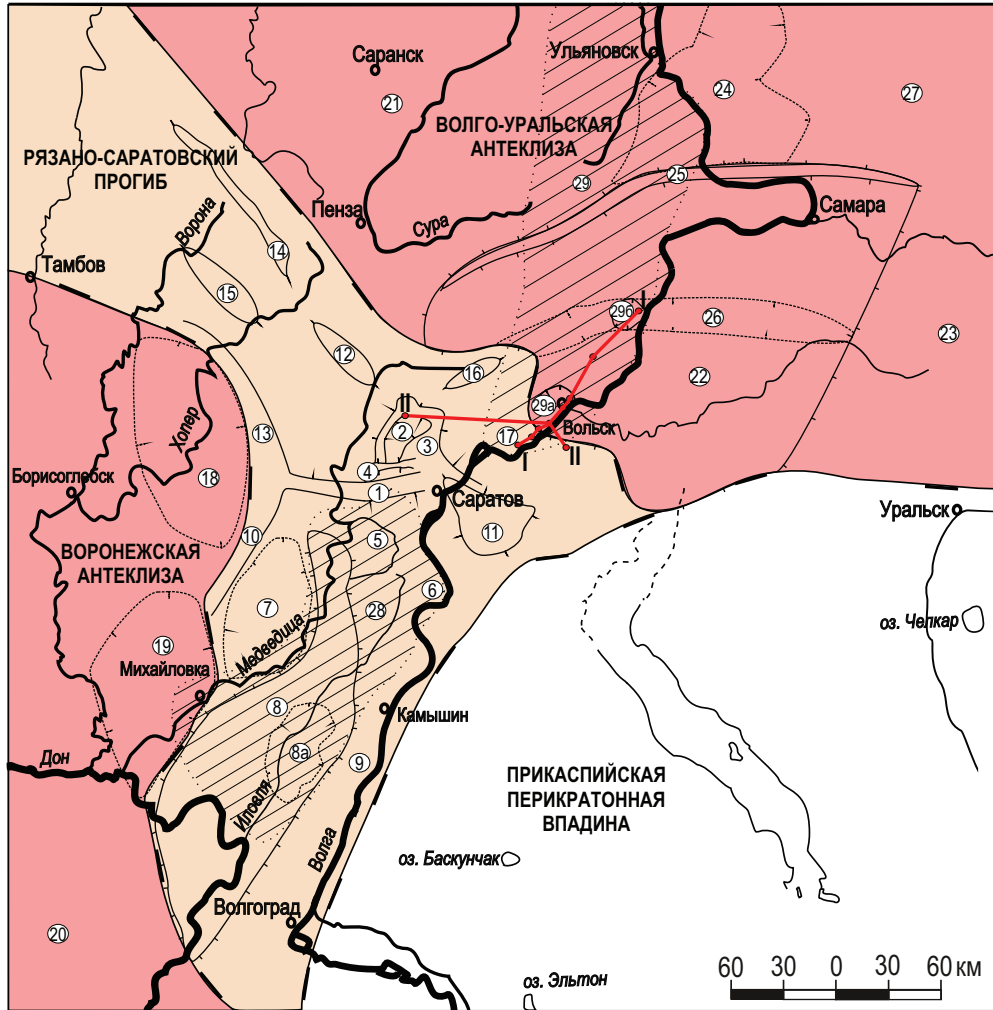
Received: 06.04.2020 / Accepted: 12.04.2020 / Published: 31.08.2020

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-204-221>

Окончание. Начало на с. 192.

Введение. Выделенные в карьере «Коммунар» по литологическим признакам слои пород переходного коньякского – нижнекампанского интервала прослежены в других вольских карьерных разработках, расположенных южнее («Большевик» и «Красный Октябрь»), и установлены в разрезах, находящихся севернее («Апалиха», «Богданиха») (рис. 1) [1]. Из упоминаемых разрезов неоднократно проводился послыйный отбор фоссил и отбор объемной пробы из глауконитово-фосфоритового горизонта с целью выделения мелкоразмерных представителей макрофауны [2, 3]. Собран массовый и представительный в таксономическом отношении материал, позволивший представить палеонтологическую характеристику и биостратиграфическое положение выделенных слоев.



Условные обозначения:

- Рязано-Саратовский прогиб: 1 – Елшано-Сергиевский вал, 2 – Корсаковская депрессия, 3 – Саратовские дислокации (Слепцовско-Агаревский, Оркинско-Краснореченский, Тепловско-Ириновский, Хлебновско-Малиноовражный выступы), 4 – Татищевский вал, 5 – Карамышская депрессия, 6 – Золотовско-Ровенская терраса, 7 – Терсинская впадина, 8 – Доно-Медведицкий мегавал (Линевский массив, Иловлинский массив, Арчедино-Дорожжинский вал): 8а – Ольховская мульда, 9 – Приволжская моноклираль, 10 – Ивановский вал, 11 – Степновский структурный нос (вал), 12 – Петровский вал, 13 – Ртищевско-Баландинский вал, 14 – Керенско-Чембарский вал, 15 – Сердобский вал, 16 – Карабулакские поднятия, 17 – Воскресенская впадина
- Воронежская антеклиз. Хоперская моноклираль: 18 – Аркадакская впадина, 19 – Михайловская впадина, 20 – Преддонецкая моноклираль; Волго-Уральская антеклиз: 21 – Токмовский свод, 22 – Жигулевско-Пугачевский свод, 23 – Бузулукская впадина (моноклираль), 24 – Мелекесская впадина, 25 – Жигулевский вал, 26 – Неверкино-Иргизский прогиб, 27 – Южно-Татарский свод
- Прикаспийская перикратонная впадина
- Ульяновско-Саратовский прогиб: 28 – Юго-восточная ванна, 29 – Северо-восточная ванна; 29а – Вольская структурная ступень, 29б – Хвалынская впадина
- I
II
 Линии схематических профилей по разрезам: (I-I) «Воскресенское» – «Белогорское» – «Рыбное» – «Красный Октябрь» – «Большевик» – «Коммунар» – «Апалиха» («Труевая Маза») – «Богданиха» (г. Хвалынк) и (II-II) «Лох» («Алексеевка») – «Красный Октябрь» – «Урас» («Три Мара»)

Рис. 1. Структурно-тектоническая схема Правобережья Среднего и Нижнего Поволжья



Макрофаунистические исследования подтвердили обособленное стратиграфическое положение выделенных ранее двух интервалов глауконитовых глин и мергелей, как и перекрывающих их нижекампанских карбонатных пород. Лишь граница пород верхнего коньяка и нижнего сантона оказалась литологически не выражена. Впервые ее положение в вольских разрезах предполагалось на основе распределения в разрезах иноцерамов, цефалопод и кремниевых губок, а сейчас обосновано по результатам изучения комплексов бентосных фораминифер (БФ). Разрезы верхнего мела в окрестностях г. Вольска оказались уникальными с точки зрения прослеживания непрерывного переходного интервала коньякских – сантонских отложений на территории Правобережного Поволжья.

Ориктоценозы и биостратиграфия. Комплексы морских беспозвоночных и рыб рассматриваются в соответствии с четырьмя выделенными при полевом изучении интервалами: нижним (нижнесантонским) слоем, верхнесантонским «губковым» горизонтом, а также базальным горизонтом и карбонатными породами нижнего кампана [1].

Состав и структура ориктоценоза мел-мергельных пород нижнего сантона. Верхние интервалы мергелей, залегающих ниже конденсированного горизонта с губками в разрезе «Коммунар», изначально датировались как отложения коньякского яруса [4]. Подобное стратиграфическое положение рассматриваемого интервала обосновывалось находками иноцерамов среднего и верхнего подъярусов коньяка: *Volviceramus involutus* (J. Sow.), *Sphenoceramus subcardisoides* Schlüt., *Sph. digitatus* (J. de C. Sow.). Однако нами в верхах разреза были обнаружены *Sph. pachti* (Arkh.) и *Belemnitella propinqua* (Mob.) (фототабл. 1, фиг. 1; фототабл. 3, фиг. 6). На территории Поволжья, как и всей Восточно-Европейской платформы (ВЕП), кардиссоидные иноцерамы (группа *pachti/cardisoides*) традиционно считаются видами-индексами нижнесантонских отложений. Однако западно-европейскими стратиграфами неоднократно указывалось, что первые кардиссоидные формы зафиксированы в верхах коньяка, что отмечено рабочей стратиграфической группой по сантонскому ярусу [5]. В северогерманско-польском бассейне первое появление кардиссоидных иноцерамов также отмечено в верхах коньякских отложений. В этой связи начало сантона предложено связывать с появлением другого вида иноцерамов – *Cladoceramus undulatoplicatus* (Roem.) [6], находки которого в Поволжье и сопредельных регионах неизвестны.

Региональная особенность заключается в стратиграфическом положении кардиссоидных иноцерам. В поволжских разрезах, за пределами вольской структурной зоны, их находки фиксируются выше «губкового» горизонта нижнего

сантона, априори принимаемого за подошву отложений этого яруса. В описываемом разрезе [1] они найдены гипсометрически ниже. Данный факт означает либо нахождение более древних кардиссоидных иноцерам, либо более позднее время формирования «губкового» горизонта. Последнее предположение было подтверждено на основании совместного положения в этом интервале разреза кардиссоидных иноцерам и белемнитов *Belemnitella schmidi* Christensen & Schulz. Отметим, что в филогении белемнитов отмечается появление ростров, у которых хорошо выражены глубокая альвеола и брюшная щель на поверхности. Начало сантонского века ознаменовалось появлением среди этих морф рода *Belemnitella* [7–9]. В данной связи появление белемнита *Belemnitella schmidi* Christensen & Schulz можно принять как маркер начала сантона, не связывая это с уровнями появления кардиссоидных иноцерам.

Помимо иноцерам и белемнитов, распространены кремниевые губки, гексактинеллиды в виде отпечатков тонкостенных форм и крупных фосфоритовых и марказитовых дырчатых желто-коричневых окатышей. Эти включения равномерно рассеяны в породе и придают ей пятнистый облик. Сохранность скелетов губок в виде окислов железа, их окатанность и следы активной биоэрозии не всегда позволяют выполнить достоверные определения. Окатыши по фоссилиям и по вмещающим мергелям сконцентрированы на отдельных участках ниже (до 0,5–1 м) и в основании «губкового» горизонта верхнего сантона, в последнем случае они окатаны до неузнаваемости и имеют следы биоэрозии.

В разрезе «Коммунар» среди гексактинеллид преобладают представители *Lychniscosa*: крупные и многочисленные *Plocoscyphia* sp., *Camerospongia* sp., *Microblastium* sp., *Sororistirps* sp., *Sporadoscinia* sp., *Etheridgia* sp. и мелкие фрагменты толстостенных форм *Cephalites* sp. Представители *Hexactinosa* малочисленны и не столь разнообразны: *Guettardiscyphia* sp., *?Labyrintholites* sp., *Polyscyphia* [Eurete] sp.

В разрезе «Большевик» относительное скопление губкоподобных включений приурочено к предполагаемой подошве нижнесантонских монолитных мергелей на глубине 1,5 м от кровли слоя. Первичная сохранность выполненных марказитом форм хорошая, но рецентная сохранность плохая – они рассыпаются на мелкие осколки. Скелеты губок здесь в виде крупных карбонатно-фосфатных и железистых окатышей и гальки. Среди *Lychniscosa* установлены многочисленные *Etheridgia* sp. и *Plocoscyphia* sp., единичные *Sororistirps* sp., *?Napaeania* sp., *?Becksia* sp., а среди *Hexactinosa* определены *?Polyscyphia* sp. и редкие в регионе представители *?Botryosella* sp.

В разрезе «Красный Октябрь» в этом интервале находки губок редки. Это очень окатанные и сильно фосфатизированные фрагменты скелетов, покрытые зеленой папиной, лишь единичные мел-



коразмерные формы известны в полной сохранности. Установлены представители *Lychniscosa* (*Ventriculites* sp., ?*Actinocyclus* sp.) и *Hexactinosa* (*Guettardiscyphia* sp., *Balantionella* sp., ?*Polyscyphia* [*Eurete*] sp.), единичные *Demospongia*.

В разрезе «Богданиха» в мергелях под «губковым» горизонтом сантона скелеты данных беспозвоночных не отмечены. В разрезе «Апалиха» этот интервал не вскрыт, а в рядом расположенных обнажениях («Труевая Маза») он детально не изучался.

Комплекс губок, установленный в этом интервале, характерен для нижнесантонских образований Правобережного Поволжья [10], отличается не столь значительным количественным представительством и таксономическим разнообразием. Последнее обстоятельство объясняется автохтонным и субавтохтонным захоронением скелетов спонгий в данном районе, в то время как на большей части региона в основании пород нижнего сантона они сконцентрированы в составе базального «губкового» горизонта. Некоторые представители спонгиокомплекса (*Ventriculites* sp., *Guettardiscyphia* sp., *Balantionella* sp., *Polyscyphia* sp.) – это транзитные формы даже на уровне вида, которые известны из сеноманских – маастрихтских отложений Поволжья [10, 11].

В карьере «Коммунар» комплекс БФ из этого слоя представлен характерными коньякскими видами *Marssonella oxycona* (Reuss), *Heterostomella carinata* (Franke), *Gavelinella costulata* (Marie), *Globorotalites mischelianus* (d'Orb.), *Pseudovalvulinaria vombensis* (Brotz.), *Osangularia whitei* (Brotz.), *Gyroidinoides turgidus* (Nag.) и обновляется за счет появления верхнеконьякской *Stensioeina exculpta* (Reuss) и вида-маркера терминального коньяка – нижнего сантона *Cibicidoides eriksdalensis* (Brotzen), отвечающего одноименной зоне LC8b. Здесь же установлены типичные сантонские формы *Ataxorbignyina variabile* (d'Orb.) (фототабл. 4, фиг. 9, 10), *Cibicides beaumontianus* (d'Orb.), *Stensioeina incondita* (Koch), *S. perfecta* (Koch), *Praeulimina ventricosa* (Brotz.). Уровень появления *Cibicides beaumontianus* (d'Orb.) в работах западных исследователей, посвященных сантон – кампанским отложениям в пределах Парижского бассейна [12] и Южной Англии [13], соответствует подошве сантона. Это согласуется с результатами изучения сантонских отложений юго-западной части Ульяновско-Саратовского прогиба [14] и подтверждает нижнесантонский возраст пород данного уровня в разрезе «Коммунар». Как и в рассматриваемой части прогиба, так и в пределах Вольской «депрессии» отложения нижнего сантона отличаются значительным содержанием кремнистого вещества и меньшим количеством раковин фораминифер по сравнению с подстилающими турон – коньякскими карбонатными породами. Считается, что подобное явление обусловлено воссоединением эпиконтинентального бассейна с северным океа-

ном через Предуральский прогиб и способствовало общему похолоданию климата с длительным эффектом (*cooling effect*), который сохранялся на протяжении сантонского, кампанского и значительной части маастрихтского веков [15].

Таким образом, в вольских разрезах установлено присутствие нижнесантонских отложений. Граница с коньякским ярусом обосновывается изучением распространения БФ, белемнитов, иноцерамов, в меньшей степени – кремниевых губок. В разрезе «Коммунар» подошва нижнего сантона принимается по едва прослеживаемому глинистому прослою внутри интервала подзоны LC8b, а в разрезе «Красный Октябрь» – по уровню находок белемнитов *B. propinqua* (Mob.).

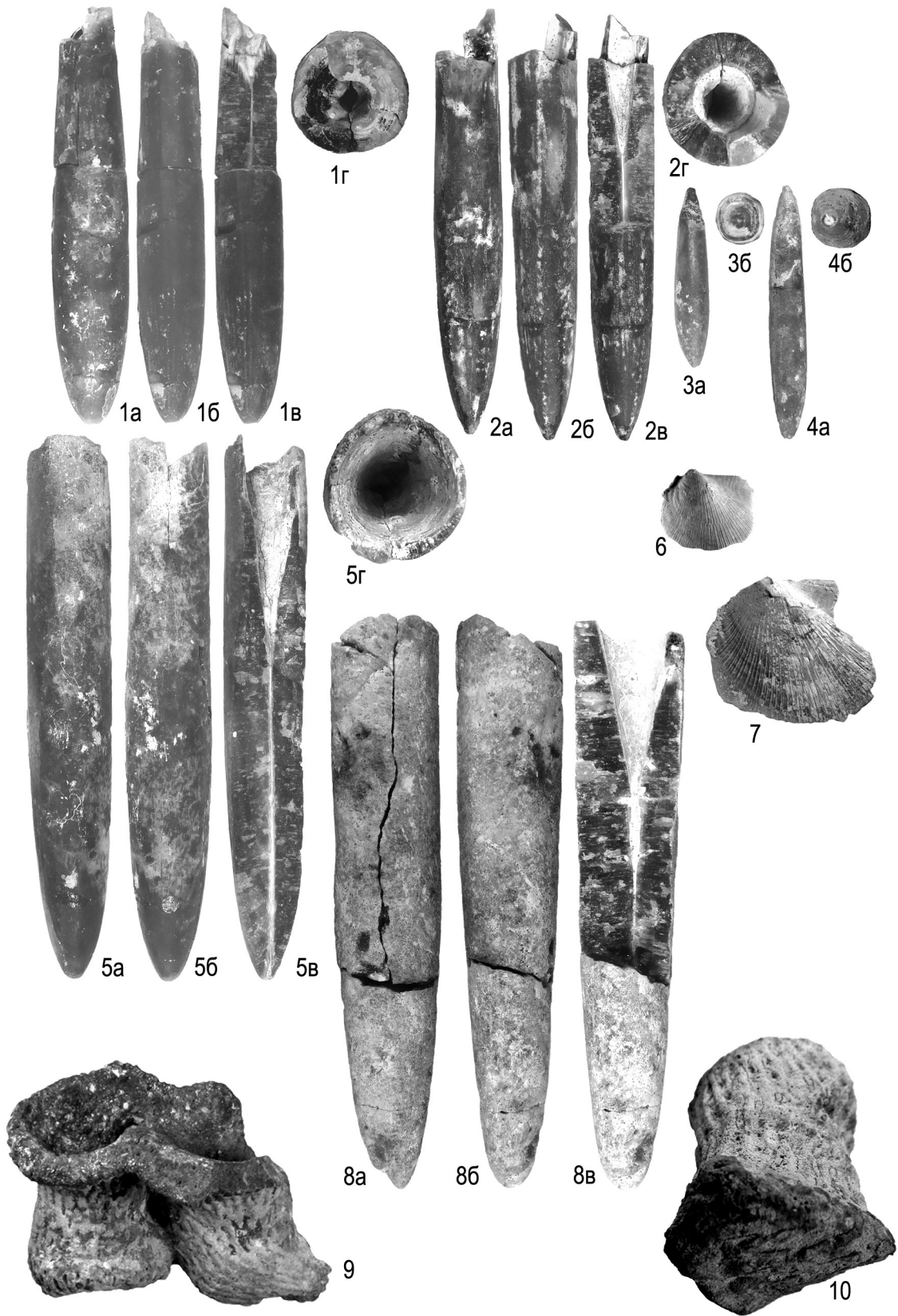
Состав и структура ориктоценоза «губкового» горизонта верхнего сантона. Этот интервал разреза наиболее полно палеонтологически охарактеризован в разрезе «Коммунар» [1], что объясняется большой концентрацией фоссилий разной сохранности в прослое мощностью до 0,5–0,6 м. Значительным сборам макрофоссилий способствовали два обстоятельства. Во-первых, фосфоритово-глауконитовый горизонт при карьерной разработке карбонатных пород выбирался на уровне подошвы одной из рабочих ступеней, что повысило его доступность для изучения и увеличило площадь сбора окаменелостей. Во-вторых, была использована промывка вмещающей породы этого горизонта через набор сит, благодаря чему получен материал по мелкокоразмерным беспозвоночным и ранее неизвестному комплексу элазмобранхий [2, 3].

Среди беспозвоночных доминируют фрагменты и скелеты кремниевых губок, что позволило определить данное образование как «губковый» горизонт. Формы сохранности губок и их относительная приуроченность к разным интервалам слоя свидетельствуют о том, что спонгиосообщества формировались здесь неоднократно. Скелеты представителей ранней генерации губок рассматриваются как аллохтонные элементы. Вероятно, некоторые из них переотложены из подстилающих мергелей верхнего коньяка – нижнего сантона и сконцентрированы в подошве или чуть выше нее в виде узловатых железистых включений. Фоссилии сильно фосфатизированы, черные, с зеленой патиной, часто фрагментированы или представлены фрагментами, окатаны до степени гальки с растворенной дермальной скульптурой и со следами биоэрозии. Часто участки парагастральной полости и внешней поверхности скелета забиты фосфатным цементом с включениями дресвы и мелкой гальки. На неоднократное перемещение фоссилий указывает также расположение превращенных в черную гальку скелетов над тонкостенными формами хорошей сохранности.

Анализ таксономического состава спонгиосообщества и рассмотрение морфологии его представителей позволяют предположить, что губки обитали в разных гидродинамических ус-



Фототаблица 1





ловиях и батиметрических интервалах морского бассейна. Скелеты крупных толстостенных губок (фототабл. 2, фиг. 6) посмертно собраны в едином захоронении с мелкорослыми и высокими тонкостенными формами (см. фототабл. 2, фиг. 1, 5) без дермальной скульптуры. Об обитании губок в условиях с периодически меняющимся гидродинамическим режимом свидетельствуют многочисленные примеры неоднократного прижизненного смещения скелета и его искажения (см. фототабл. 1, фиг. 9, 10; фототабл. 2, фиг. 3, 4). Этот спонгиокомплекс впервые установлен в Поволжье. В составе ранних губковых поселений установлены представители отряда Lychniscosa: *Ventriculites ?striatus* T. Smith, *Microblastium spinosum* (Sinz.), *Etheridgia* sp., *Sororistirps* sp. (7 экз.), *Napaeana* sp., *Orthodiscus* sp., *Plocoscyphia* sp., *Paraplocia* sp., *Ventriculites* sp. (7 экз.), *?Schizorabdus* sp. и отряда Hexactinosa: *Leptophragma purchisoni* (Goldf.), *?Craticulariidae* sp. В составе губкового комплекса много неопределимых форм, которые известны по фрагментам.

Скелеты губок, составлявших основу более поздних поселений, слабо фосфатизированы, на поверхностях стенки меньше фосфатно-карбонатного цемента. Фоссилии хорошей сохранности, с узнаваемой дермальной скульптурой и ризоидами, иногда слабо окатаны. Таксономический состав спонгиокомплекса более разнообразен, присутствуют крупные и невысокие тонкостенные формы (см. фототабл. 3, фиг. 4, 7). Среди Lychniscosa установлены: *Coeloptychium patella* (Leonard), *Rhizopoterion interruptum* (Eichw.), *Cephalites* sp. (фрагменты стенки толщиной до 27–30 мм), *Microblastium* sp. (2 экз.), *Orthodiscus* sp., *Sororistirps* sp. (9 экз.), *Ventriculites cribrosus* (Phill.), *V.* sp. (4 экз.), *Napaeana* sp., *R.* sp., *Sestrocladia* sp., *?Sporadoscinia* sp., *?Schizorabdus* sp., *Plocoscyphia* sp., *Paraplocia* sp., *Becksia* sp., *Camerospongia* sp., *Coeloptychium* sp., *?Polyptycha* sp. (4 экз.). Среди Hexactinosa установлены: *Guettardiscyphia trilobata* (Roem.), *G. distarilobata*

Perv., *G.* sp., *Leptophragma* sp., *Paracratularia* sp., *Botryosella* sp., *Eurete* sp., *Zittelispongia* sp. ind., *Sporadopyle* sp., Hexactinosa s.l.

На поздних стадиях сукцессии губки были малочисленны и менее представительны. Фоссилии хорошей сохранности и слабо фосфатизированы (см. фототабл. 2, фиг. 2). Среди Lychniscosa определены: *Troegerella qunguicostata* Perv., *Sororistirps* sp., *Napaeana* sp., *Etheridgia* sp., *Camerospongia* sp., *Plocoscyphia* sp., *Microblastium* sp., *Orthodiscus* sp. Среди Hexactinosa установлены: *?Labyrintholites* sp., *?Polyscyphia [Eurete]* sp. Демоспонгии представлены пятью крупными скелетами.

Кроме разнообразных губок, в глинах присутствуют тонкие раковины *Oxytoma tenuicostata* (Roem.) и устриц. Ближе к кровле найден панцирь морского ежа *Micraster* sp. Дифференцированы находки ростров белемнитов: из основания слоя и средней его части определены *Belemnitella praecursor praepreacursor* Naid. и редкие *Actinocamax verus fragilis* Arkh. (см. фототабл. 1, фиг. 2, 3). В верхней части найдены *Actinocamax verus cylindricus* Makh., *Belemnitella mucronatiformis* Jeletz. (см. фототабл. 1, фиг. 4, 5). Заслуживает внимание находка *B. praecursor praepreacursor* Naid. При описании сантонских белемнитов В. К. Христенсен (Christensen) не упоминает и не комментирует характеристику этого подвида, полагая, что он находится в объеме позднесантонского *Belemnitella praecursor* Stoll [7, 8]. Однако Д. П. Найдин, дав весьма расплывчатое описание [16], отмечал, что роостры, встреченные им в разрезах, лежат ниже типичных *praecursor*, как бы предваряя их. Не приводя параметров вариативных статистик собранных ростров, что требует отдельной публикации, отметим, что по сравнению с типичными *B. praecursor* Stoll. они заметно отличаются своей малой длиной и малыми значениями щелевого угла. Тем не менее в стратиграфической схеме верхнемеловых отложений [4, 17] подвид *B. praecursor praepreacursor* Naid. является одним из маркеров верхнего сан-

Фототаблица 1. Все изображения, кроме особо отмеченных, даны в натуральную величину.

Фиг. 1. *Belemnitella propinqua* (Moberg); экз. СГУ SVB 58/130: а – брюшная сторона, б – сбоку, в – неполный спино-брюшной раскол, г – со стороны альвеолы (X 2). Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний сантон.

Фиг. 2. *Belemnitella praecursor praepreacursor* Naidin; экз. СГУ SVB 58/132: а – спинная сторона, б – сбоку, в – неполный спино-брюшной раскол, г – со стороны альвеолы (X 2). Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижняя часть верхнего сантона.

Фиг. 3. *Actinocamax verus fragilis* Arkhangelsky; экз. СГУ SVB 58/137: а – сбоку, б – спереди – альвеолярный излом (X 2). Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний сантон.

Фиг. 4. *Actinocamax verus cylindricus* Makhlin; экз. СГУ SVB 58/139: а – сбоку, б – спереди – альвеолярный излом (X 2). Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижняя часть верхнего сантона.

Фиг. 5. *Belemnitella mucronatiformis* Jeletzky; экз. СГУ SVB 58/142: а – сбоку, б – брюшная сторона, в – спино-брюшной раскол, г – со стороны альвеолы (X 2). Саратовская обл.,

г. Вольск, «Коммунар». Терминальная часть верхнего сантона – нижний кампан.

Фиг. 6. *Oxytoma intermedia* A. Ivanov; экз. СГУ SVB 58/150: левая створка. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижняя часть нижнего кампана.

Фиг. 7. *Oxytoma tenuicostata* (Roemer); экз. СГУ SVB 79/12: левая створка. Саратовская обл., Хвалынский район, «Апалиха». Верхний сантон.

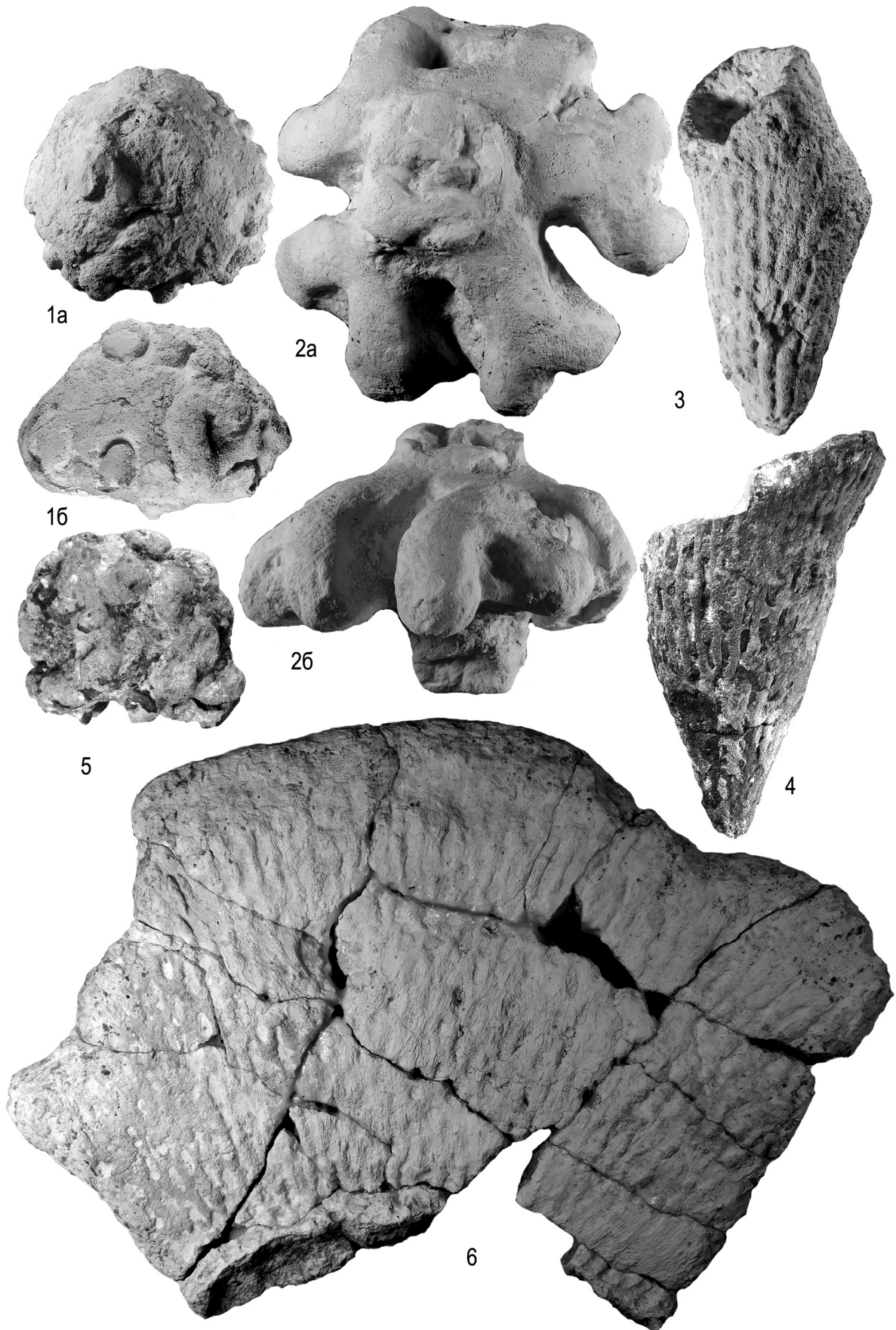
Фиг. 8. *Belemnitella ex. alpha* Naidin; экз. СГУ SVB 58/146: а – брюшная сторона, б – сбоку, в – спино-брюшной раскол. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижняя часть нижнего кампана.

Фиг. 9. *Sororistirps* sp.; экз. PEM-SSU, № 122/7501: сбоку, скелет простейшей диоскулломной автономии со следами прижизненного искажения. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон.

Фиг. 10. *Sororistirps ex. gr. tubiforme* (Schrammen); экз. PEM-SSU, № 122/6692: снизу, по касательной. Пример полной регенерации скелета из фрагмента стенки. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон – нижний кампан.



Фототаблица 2





тона (лона *patootensis/praecursor praepraecursor*). Находка в верхней части слоя единственного экземпляра *Belemnitella mucronatiformis* Jeletz., характерного раннекампанского вида белемнитов [4], рассматривается как аллохтонный компонент.

К верхнесантонским белемнитам относится и *A. verus cylindricus* Makh. Описанный из верхнесантонских отложений Ульяновской области [18], он отмечен и в синхронных образованиях Саратовского Правобережья [19, 20, 21]. Таким образом, описываемый «губковый» горизонт может быть датирован как верхнесантонский, по-видимому, соответствующий нижним интервалам этого подъяруса. В наших сборах отсутствуют типичные позднесантонские *B. praecursor* Stoll., известные с сопредельных площадей [22], а залегающие выше интервалы этого слоя с белемнитами *B. mucronatiformis* Jeletz. и створками *Oxytoma intermedia* A. Ivanov (см. фототабл. 1, фиг. 6) указывают на терминальные интервалы уже верхнего сантона.

Комплекс эласмобранхий в разрезе «Коммунар» изучен по материалам пробы объемом около 20 кг. Вмещающая порода обработана 10%-ой уксусной кислотой с целью выделения фосфатных элементов позвоночных. Концентрат промыт через сита с ячей до 0,3 мм и в последующем разобран. Выделенный комплекс эласмобранхий для рассматриваемой территории является новым, включает более 15 родов ламноидных, ковровых, разнозубых, кархариновых акул, акул-ангелов и скатов. Это в основном мелкогабаритные формы с высотой зубов менее 1–2 мм. Некоторые рода установлены впервые в меловых отложениях Русской плиты (*Parasquatina* sp., *Crassescyliorhinus* sp. и *Paratriakis* sp.). Предварительно установлено присутствие представителей родов: *Synechodus* sp., *Squalicorax* sp., *Scapanarhinus* sp., *Squalus* sp., *Squatina* sp., *Chiloscyllium* sp., *Hemisicyllium* sp., *Heterodontus* sp., *Adnetoscyllium* sp., *Paleogaleus* sp., “*Scyliorhinus*” sp., *Squatirhina* sp., *Rhinobatos* sp. [2].

В разрезе «Большевик», в основании «губкового» горизонта, на участках эрозийного среза подстилающих мергелей прослеживается протяженный уровень желто-коричневых железистых дырчатых окатышей и скелетов губок диаметром до 0,1–0,15 м. Здесь фосфоритово-глауконитовый горизонт не столь насыщен фоссилиями, и выделение в его структуре верхнесантонского

и нижнекампанского интервалов визуально не столь отчетливо, чем в ранее рассмотренном разрезе «Коммунар». Отметим важную деталь: выше скопления фосфоритов найден ростр *B. praecursor praepraecursor* Naid., что также указывает на позднесантонский возраст вмещающих отложений.

В ориктоценозе известны скелеты губок, составивших пионерные поселения, которые сильно фосфатизированы, черные, с зеленой патиной. Фоссилии часто фрагментированы и окатаны, поверхности покрыты фосфатно-карбонатным цементом, а дермальная скульптура частично растворена. Характерны многочисленные субплоские мелкие фрагменты стенки и мелкие конусовидные основания бокалов, поэтому определить можно немногие формы. Реже встречаются листообразные фрагменты стенок крупных *Orthodiscus* sp. Среди *Lychniscosa* определены *Etheridgia* sp., *Sororistirps* sp. (4 экз.), *Orthodiscus* sp. *Ventriculitidae* sp. (4 экз.), а среди *Hexactinosa* – ?*Leptophragmidae* s.l. Среди немногочисленных форм, составивших более поздние поселения, определены *Sororistirps* sp., ?*Rhizopoterion* sp., ?*Microblastium* sp. ?*Plocoscyphia* sp. (*Lychniscosa*). Скелеты этих губок слабо фосфатизированы, серо-коричневого цвета и отличаются плохой рецентной сохранностью.

В разрезе «Красный Октябрь» «губковый» горизонт верхнего сантона отсутствует. Редкие рассеянные окатанные до степени мелкой гальки и сильно фосфатизированные мелкие скелеты губок и фрагменты плоских секторов стенки, обычно облепленные фосфатным цементом с агрегатами дресвы и мелкой гальки, залегают в основании глауконитового мергеля нижнего кампана как аллохтонные компоненты. Неоднократно переотложенные скелеты гексактинеллид как наиболее устойчивые к разрушению элементы осадка характеризуют представителей пионерских поселений губок: *Sororistirps* sp., ?*Lepidospongia* sp., *Etheridgia* sp. (*Lychniscosa*) и *Craticulariidae* s.l. (*Hexactinosa*).

В разрезах «Апалиха» и «Богданиха» «губковый» горизонт верхнего сантона как таковой не выражен. В первом из них подошва сантона не вскрыта и известна только по данным бурения на рядом расположенной Труевомазинской площади. Отметим, что для этих разрезов характерны многочисленные крупные створки *Oxytoma tenuicostata* (Roem.), образующие нередко скопле-

Фототаблица 2. Все изображения, кроме особо отмеченных, даны в натуральную величину.

Фиг. 1. *Camerospongia* sp.; экз. PEM-SSU, № 122/7998: а – сверху, б – сбоку. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон.

Фиг. 2. *Troegerella quinquefurcata* Pervushov; экз. PEM-SSU, № 122/8012: а – сверху, б – сбоку. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон.

Фиг. 3. *Sororistirps* sp.; экз. PEM-SSU, № 122/6723: сбоку. Скелет с прижизненным искажением особи из состава поздних генераций. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон.

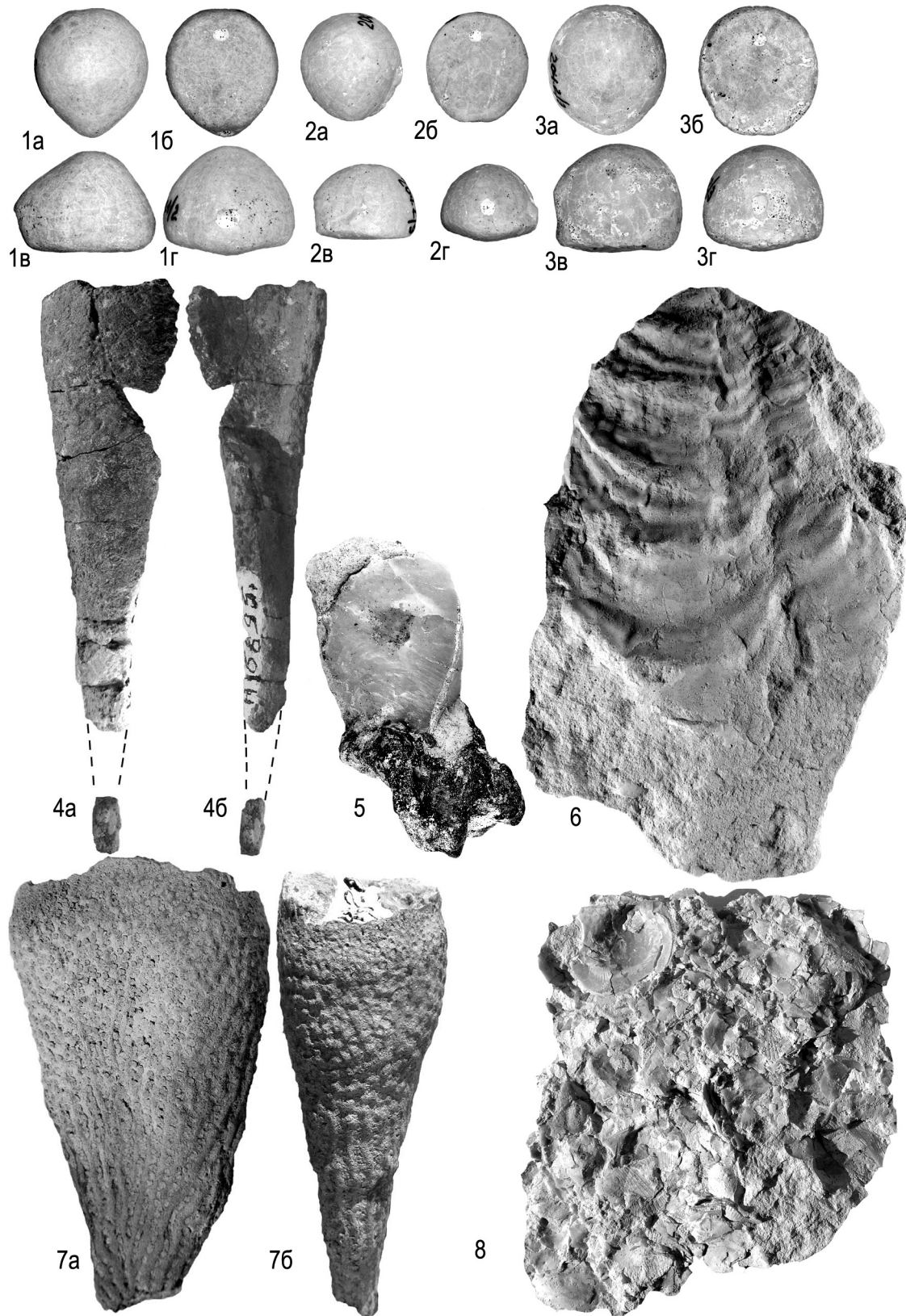
Фиг. 4. *Sororistirps* sp.; экз. PEM-SSU, № 122/7954: сбоку, фосфатизированный и фрагментированный скелет особи из состава «пионерной» генерации. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон.

Фиг. 5. *Botryosella* sp.; экз. PEM-SSU, № 122/7979: сбоку. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон.

Фиг. 6. *Cephalites (Orthodiscus)* sp.; экз. PEM-SSU, № 122/6729: фрагмент крупного ортогонального отворота стенки, дермальная поверхность. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон.



Фототаблица 3





ния типа «ракушечная мостовая» (см. фототабл. 1, фиг. 7; фототабл. 3, фиг. 8). Присутствие в разрезах Поволжья этих двусторчатых моллюсков дало основание А. Д. Архангельскому выделить зону «*Pteria tenuicostata*» [23], помещая ее на границе «нижнего и верхнего сенона». Позже слои с окситомами («птериевые» слои) оказались в центре внимания в связи с обсуждением положения границы сантонского и кампанского ярусов [24, 25]. В связи с этим был ревизован объем вида и показано, что в раннем кампане появляются другие представители рода [26, 27]. Слои с *Oxytoma tenuicostata* (Roem.) рассматриваются в объеме верхнего сантона.

В разрезе «Богданиха», в опоковидных мергелях, пятнистых из-за неравномерного распределения кремниевой составляющей, найдены скелеты кремниевых губок *Sororistirps* sp., *Etheridgia* sp., *Camerospongia* sp., *Becksia* sp., *Leptophragmidae* s.l. плохой сохранности, выполненные гидроокислами железа или слабофосфатизированные, часто с проявлениями биоэрозии. Здесь же распространены многочисленные крупные створки *Oxytoma* sp.

Сантонский комплекс морских ежей из разрезов северной части правобережья Саратовской области, как и в пределах ВЕП в целом, значительно беднее кампанского. Лишь из разреза «Коммунар» известны две находки фрагментированных панцирей *Micraster* sp.

В разрезе «Коммунар» в составе комплекса БФ рассматриваемого интервала установлено два важных события. Первое – это появление *Stensioeina pommerana* (Brotz.) и *S. gracilis* (Brotz.) (см. фототабл. 4, фиг. 7, 8), которые рассматриваются в качестве терминальных звеньев в развитии рода стенсиоин и продолжающие свое развитие в раннем кампане. Одновременное появление грацилис и помераны на одном уровне указывает на верхнесантонский возраст данных отложений и на перерыв в условно «среднесантонском» интервале. Второе биособытие – это одновременное присутствие *Bolivinoidea strigillatus* (Charp.) и видов, переходных к *B. culverensis* (Var), который является маркером нижнего кампана в работах европейских исследователей [13, 28], что указывает на принадлежность нижней части данного «губкового» горизонта к самым верхам верхнего сантона.

Состав и структура ориктоценоза базального горизонта нижнего кампана. В разрезах «Коммунар» и «Большевик» к подошве слоя приурочены переотложенные из подстилающего «губкового» горизонта фоссилии плохой сохранности, немногочисленные окатанные фрагменты скелетов спонгий. В разрезе «Красный Октябрь», также в подошве слоя, найдены редкие переотложенные мелкие фрагменты стенок скелета гексактинеллид (*Sororistirps* sp., ?*Lepidospongia* sp., *Etheridgia* sp., *Craticulariidae* s.l.). Из белемнитов заслуживают внимания находки роствров *Belemnitella* cf. *alpha* Naid. (см. фототабл. 1, фиг. 8), на основании чего можно утверждать, что вмещающие отложения могут быть датированы как основание нижнего кампана [4, 17].

Комплекс эхиноидей отличается таксономическим разнообразием и частотой встречаемости. Пионерскими кампанскими формами являются *Galeola* ex.gr. *senonensis* (d'Orb.) и *Offaster pilula* (Lam.) (см. фототабл. 3, фиг. 1–3), первое появление которых и наибольшая частота встречаемости отмечены в базальной части нижнекампанских отложений, в глауконитовых мергелях разрезов «Коммунар» и «Большевик». Вид *O. pilula* (Lam.) является индексом одноименной нижнекампанской зоны Западной Европы [29, 30, 31]. Для территории Северной Германии разработано более детальное расчленение данного интервала, где выделены последовательные зоны по морским ежам: *O. pilula*, *O. pilula* / *G. senonensis* и зона *G. senonensis* [29]. Поскольку в Поволжье, в вольских карьерах, *G. ex.gr. senonensis* (d'Orb.) установлен только в базальном горизонте кампанских отложений, а *O. pilula* (Lam.) распространен во всей нижнекампанской части рассматриваемого интервала, объем биозоны *O. pilula* в пределах Поволжья и ее соотношение с одноименной зоной, выделяемой в Западной Европе, требуют уточнения [32].

В разрезе «Коммунар» найден краевой зуб *Ptychodus polygyrus* Ag., 1835. Это наиболее поздняя находка *Ptychodus* в регионе и одна из наиболее поздних находок рода в мире, так как считается, что его представители вымерли именно в раннем кампане [2, 3].

Комплекс БФ подтверждает нижнекампанский возраст вмещающих пород этого слоя. Появление *Pseudogavelinella clementiana clementiana*

Фототаблица 3. Все изображения, кроме особо отмеченных, даны в натуральную величину.

Фиг. 1. *Galeola* ex.gr. *senonensis* (d'Orbigny); экз. СГУ № 204.1/2: а – сверху, б – снизу, в – сбоку, г – сзади. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний кампан.

Фиг. 2. *Offaster pilula* (Lamarck); экз. СГУ № 204.2/9: а – сверху, б – снизу, в – сбоку, г – сзади. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний кампан.

Фиг. 3. *Offaster pilula* (Lamarck); экз. СГУ № 204.2/3: а – сверху, б – снизу, в – сбоку, г – сзади. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний кампан.

Фиг. 4. *Schizorabdus* sp.; экз. PEM-SSU, № 122/6695 (X 0,75): листообразный скелет полной сохранности, а – дермальная поверхность, б – парагастральная поверхность. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон.

Фиг. 5. *Picnodonte* sp.; экз. СГУ SVB 58/157: прикрепление левой створки устрицы к фрагменту фосфатизированной стенки губки. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхняя часть нижнего сантона.

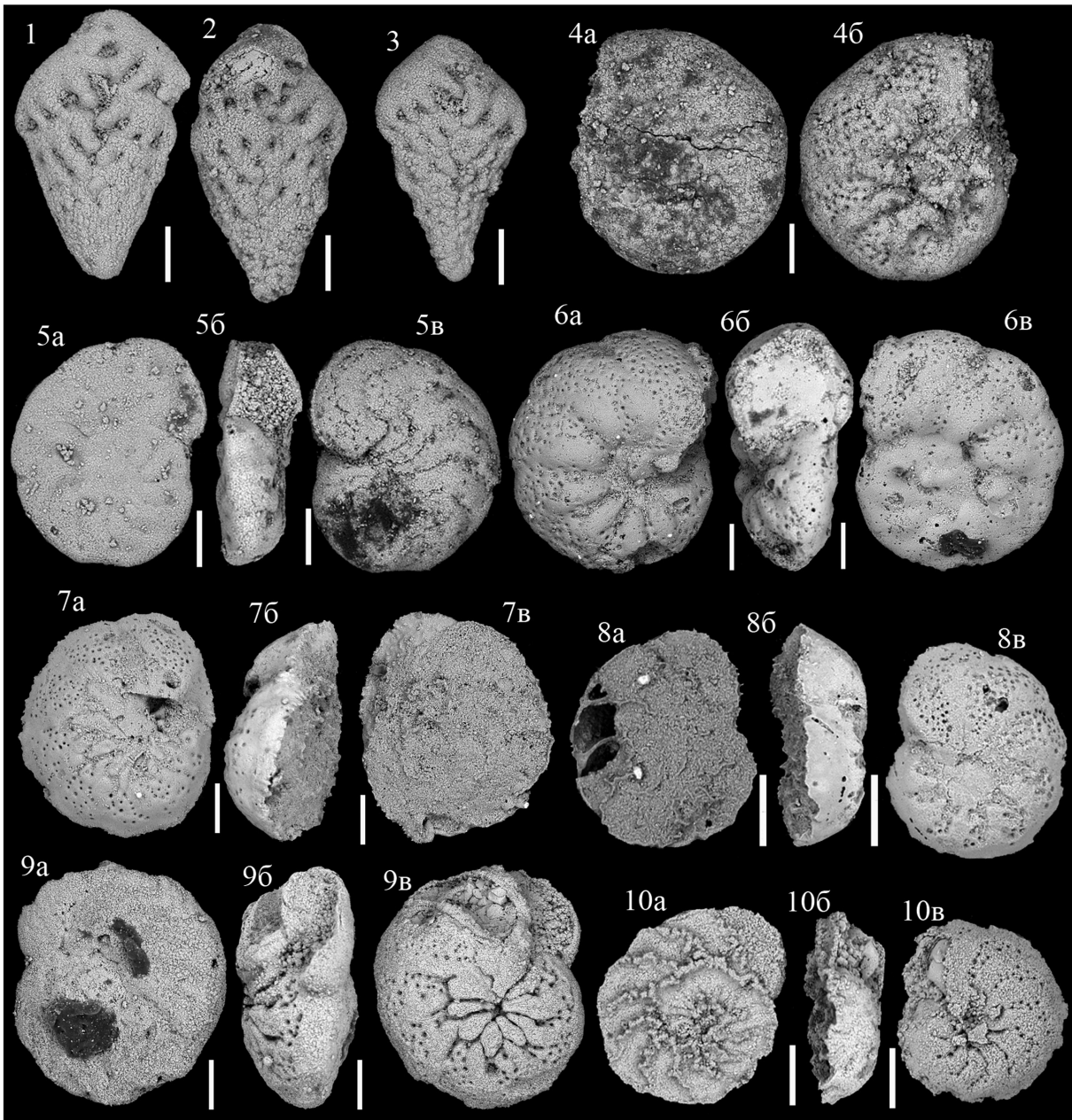
Фиг. 6. *Sphenoceramus pachti* (Arkhangelsky); экз. СГУ SVB 58/157: левая створка. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний сантон.

Фиг. 7. *Sporadoscimia stellata* Schrammen; экз. PEM-SSU, № 122/6720: Дермальная поверхность бокала, а – лагусный сектор, б – ангулатный сектор. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон.

Фиг. 8. *Oxytoma* sp.; экз. СГУ SVB 79/8. Скопление раковинного детрита и разрозненных тонких створок. Саратовская обл., Хвалынский район, «Апалиха». Верхний сантон.



Фототаблица 4



Фиг. 1. *Bolivinoides decoratus decoratus* (Jones); экз. СГУ 260/К-32-48. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний кампан, слой 4.

Фиг. 2. *Bolivinoides decoratus decoratus* (Jones); экз. СГУ 260/К-32-44. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний кампан, слой 4.

Фиг. 3. *Bolivinoides decoratus decoratus* (Jones); экз. СГУ 260/К-32-50. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний кампан, слой 4.

Фиг. 4. *Pseudogavelinella clementiana clementiana* (d'Orbigny); экз. СГУ 260/К-32-52: а – спинная сторона, б – брюшная сторона. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний кампан, слой 3.

Фиг. 5. *Pseudovalvulineria stelligera* (Marie); экз. СГУ 260/К-32-40: а – спинная сторона, б – вид сбоку (со стороны устья), в – брюшная сторона. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний кампан, слой 4.

Фиг. 6. *Gavelinella costulata* Marie; экз. СГУ 260/К-31-57: а – брюшная сторона, б – вид сбоку (со стороны устья), в –

спинная сторона. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний кампан, слой 3.

Фиг. 7. *Stensioeina gracilis* (Brotzen); экз. СГУ 260/К-30-58: а – брюшная сторона, б – вид сбоку (со стороны устья), в – спинная сторона. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон, слой 2.

Фиг. 8. *Stensioeina pommerana* (Brotzen); экз. СГУ 260/К-30-61: а – спинная сторона, б – вид сбоку (со стороны устья), в – брюшная сторона. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний сантон, слой 2.

Фиг. 9. *Pseudovalvulineria vombensis* (Brotzen); экз. СГУ 260/К-22-81: а – спинная сторона, б – вид сбоку (со стороны устья), в – брюшная сторона. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Верхний коньяк, ниже слоя 1.

Фиг. 10. *Stensioeina exculpta* (Reuss); экз. СГУ 260/К-27-65: а – спинная сторона, б – вид сбоку (со стороны устья), в – брюшная сторона. Саратовская обл., г. Вольск, «Коммунар». Нижний сантон, слой 1.

Мерная линейка – 100 мкм.



(d'Orb.), знаменующее начало псевдогавелинеллового этапа развития верхнемеловых фораминифер в нижнем кампане [33, 34], а также исчезновение характерных сантонских *Pseudovalvulineria vombensis* (Brotz.), *Stensioeina incondita* (Koch), *S. perfecta* (Koch) свидетельствует о значительной перестройке сообществ БФ на рубеже сантона – кампана. Эти биоценотические изменения были обусловлены прекращением свободного водообмена с полярным океаном и восстановлением теплых и сухих климатических условий.

Состав и структура ориктоценоза карбонатных пород нижнего кампана. В разрезе «Коммунар» установлены единичные представители кремниевых губок (*Camerospongia* sp.) и, впервые для территории Русской плиты, известковые (*Porosphaera* sp.) губки. В нижней части слоя найдены панцири морских ежей *Offaster pilula* (Lamarck), что позволяет рассматривать вмещающие мергели как нижнекампанские [29]. В разрезе «Большевик», в интервале от 0,5 до 1 м, над кровлей глауконитового мергеля [1] равномерно рассеяны железистые дырчатые окатыши и скелеты губок желто-коричневого цвета в субавтохтонном захоронении: *Etheridgia* sp., *Plocoscyphia* sp., *Botryosella* sp. (3 экз.), ?*Balantionella* sp.

Нижнекампанские отложения вольских карьеров уверенно датируются по макрофауне даже с учетом сокращения их мощности в южном направлении. В разрезе «Красный Октябрь» к нижнему кампану относится конденсированный слой мощностью не более 0,3 м. В расположенных севернее разрезах в строении нижнекампанских образований выделяются два интервала общей мощностью более 10 м [1]. Нижний интервал представлен плитчатыми мергелями, на которых залегает так называемый «узловатый» мел с разнообразным комплексом макрофауны.

В конце сантона – начале кампана развивались несколько сменявших друг друга краткосрочных трансгрессий. Наиболее обширной была «марзупитовая» трансгрессия, характеризующаяся быстрым и практически всесветным расселением в позднем сантоне бесстебельчатой морской лилии *Marsupites testudinarius* Schlotheim. Однако в Поволжье задокументированные находки представителей этого рода не известны. Следом за ней в начале кампана в Западной Европе проявился следующий трансгрессивный эпизод, известный как *pilula*-трансгрессия, а затем прослеживается еще одна, *senonensis*-трансгрессия [29]. Д. П. Найдин считал, что на территории ВЕП одновременно с *pilula*-трансгрессией развивалась так называемая «птеривая» трансгрессия [35–37]. Многочисленные находки *O. pilula* (Lam.) в кампанской толще в Вольских разрезах являются отражением масштабного раннекампанского биособытия – *pilula*-трансгрессии. В то же время находки *G. ex. gr. senonensis* (d'Orb.) в базальной части нижнекампанских отложений этих же разрезов позволяют предположить, что так называемая *senonensis*-трансгрессия также имела

развитие в пределах региона. Однако временной интервал предполагаемых событий, их объем и последовательность представляются темой отдельного исследования и требуют детализации. Установленная для Западной Европы последовательность нижнекампанских биозон (*O. pilula* – *O. pilula* / *G. senonensis* – *G. senonensis*), событийно отражающая смену *pilula*-трансгрессии *senonensis*-трансгрессией, в пределах Поволжья не выявлена. Более того, *O. pilula* (Lam.) имеет более широкое стратиграфическое распространение в вольских разрезах, чем *G. ex. gr. senonensis* (d'Orb.). Это не позволяет пока однозначно сопоставить вмещающие отложения с одновозрастными образованиями Западной Европы, синхронизировать и соотнести продолжительность этих трансгрессивных явлений.

В основании нижнекампанских отложений комплекс БФ обновляется за счет многочисленных *Bolivinoides decoratus decoratus* (Jones), единичных *Neoflabelina* cf. *gibbera* (Wed.), продолжают встречаться и позднесантонские формы (см. фототабл. 4, фиг. 1–6). Отмечается значительное увеличение содержания планктонных фораминифер по сравнению с нижележащими отложениями, что согласуется со сменой регрессивного цикла в сантонское время на трансгрессивный в раннекампанское [38].

Современное структурное положение Вольско-Хвалынской зоны и геодинамические реконструкции событий позднемелового времени. Обоснованное расчленение верхнемеловых отложений, представленных в данном случае литологически однообразными породами карбонатного состава, и прослеживание детальных биостратиграфических подразделений в пределах Вольско-Хвалынской зоны позволили представить некоторые закономерности развития рассматриваемой территории в позднемеловое и последующее время. Заметим, что представления о мезокайнозойском структурном плане юго-востока Русской плиты существенно менее детальны, нежели о структурном плане палеозойского структурного комплекса [39–43]. Это объясняется отсутствием целенаправленных тематических исследований и активными дифференцированными подвижками участков территории региона в неотектонический этап, которые привели к сокращению площади современного распространения верхнемеловых отложений в правобережном и левобережном Поволжье.

Определение «Ульяновско-Саратовский прогиб» (Симбирско-Саратовская синеклиза, или прогиб) для структурной зоны, к которой приурочено распространение меловых и палеогеновых отложений на Правобережье Средней Волги, появилось в работах А. Д. Архангельского [44]. Позже названия этой структуры и представления о ее появлении, развитии и параметрах заметно изменялись [45]. Первоначально южное окончание этой синформы приурочивалось к северным и северо-восточным



участкам Саратовских дислокаций. В настоящее время Ульяновско-Саратовский прогиб как линейно вытянутая в субмеридиональном направлении структура рассматривается в составе двух элементов [45–47]. Северо-восточная часть прослеживается на юго-западе Волго-Уральской антеклизы (ВУА), где она наложена на восточный склон Токмовского свода и частично на Балаковскую вершину Жигулевско-Пугачевского свода [40, 41]. Юго-западная часть прогиба выделяется на участке субмеридионального юго-восточного погружения Рязано-Саратовского прогиба и наложена на Медведицко-Иловлинский (Линевский и Иловлинский) и Доно-Арчединский свода Доно-Медведицких дислокаций (мегавала) [39, 40]. Площадное распространение верхнемеловых отложений в северо-восточной и в юго-западной частях Ульяновско-Саратовского прогиба обособлено сложнодифференцированными структурами, осложняющими юго-восточное окончание Рязано-Саратовского прогиба, – Саратовскими дислокациями, Елшано-Сергиевским и Степновским валами (см. рис. 1).

Вольская и Хвалынская структурные зоны представляют собой относительно изолированные структуры на южном окончании северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба. Они слабо обособлены западным склоном Балаковского выступа, а от северо-восточной части Ульяновско-Саратовского прогиба отделены Жигулевским выступом (см. рис. 1).

Особенности строения и площадного распространения верхнемеловых отложений в пределах Вольско-Хвалынской структурной зоны (рис. 2–4), позволяют высказать следующие суждения.

1. Вольская структура, которую часто определяют как «впадина», в современном плане представляет собой структурную ступень (см. рис. 2). Локальные эпизодические проседания происходили здесь в туронское – кампанское время. В маастрихте контур этой локальной структуры не прослеживается вследствие широкой трансгрессии, что нашло отражение на схематичном профиле, ориентированном по короткой оси структуры (см. рис. 4).

2. Прослеженные закономерности в изменении мощностей пород и анализ поверхностей их несогласного залегания на уровне яруса и подъяруса (см. рис. 2, 4) позволяют предположить, что депоцентр Вольско-Воскресенской синформы начиная с раннекампанского времени смещался в южном направлении, оказывая влияние на формирование современного структурного плана.

3. В сантонское время Вольская структурная зона испытывала инверсионное развитие, представляя собой наиболее приподнятую территорию по сравнению с районами, расположенными севернее (Мазинская впадина, Хвалынская структурная зона) и намного южнее (Саратовские дислокации). На территории Саратовского Правобережья карбонатно-кремнистые породы

нижнего (можжевелоовражная свита) и верхнего (мезинолапшиновская свита) сантона характеризуются значительными мощностями и почти повсеместным распространением. Исключение составляют своды брахиантиклиналей и участки северо-запада Саратовской области и Вольской структурной зоны [48, 49].

4. Анализ площадного распространения на Правобережье Саратовского Поволжья сеноманских, сантонских и кампанских отложений и стратиграфических величин эрозионного среза в структуре верхнемеловых образований (см. рис. 3) показывает отчетливую их обусловленность геодинамикой структур первого порядка. В данном случае имеются в виду сопряженные структуры: Рязано-Саратовский прогиб и Волго-Уральская антеклиза. Положение переходной зоны южного склона ВУА и северного борта Рязано-Саратовского прогиба трактуется исследователями различно [40–42]. Применительно к событиям позднемеловой эпохи достоверное положение границ структурных зон по фундаменту или по тафрогенному комплексу на данный момент не столь значимо. Существенно, что процессы доминирующего осадконакопления в поздне-сеноманское время были ограничены территорией Рязано-Саратовского прогиба [50, 51]. В пределах Волго-Уральской антеклизы известны лишь очень локальные и маломощные выходы терригенных пород сеномана, здесь турон залегает почти повсеместно на породах альба (см. рис. 3). Более высокое положение юго-западного склона ВУА отмечалось и в раннесантонское время, поскольку в Вольско-Хвалынской структурной зоне преимущественно распространены маломощные образования верхнего сантона. В районах прибортовой части Рязано-Саратовского прогиба и ВУА карбонатные породы маастрихта залегают на породах альба [52, 53], в частности в присводовых частях локальных брахиантиклиналей (см. рис. 3).

5. Проведенное исследование подтверждает значимость детального рассмотрения фациального строения конденсированных и концентрированных образований (маркирующих базальных горизонтов) для детализации стратиграфического расчленения интервалов пород, проведения палеоструктурных построений и реконструкции событий прошлого [54–57]. Изучение маломощного и визуально единого глауконитово-фосфоритового горизонта в структуре карбонатных пород верхнего мела позволило выделить в его составе нижнюю часть (верхний сантон) и верхнюю (нижний кампан).

Авторы выражают благодарность администрации ООО «Холцим (РУС) в Вольске» и лично маркшейдеру А. А. Грониной, АО «ХайдельбергЦемент Волга», руководству Вольского краеведческого музея за содействие в организации полевых работ, доценту Е. В. Попову (Саратовский университет) за консультации и определение комплекса эластобранхий.

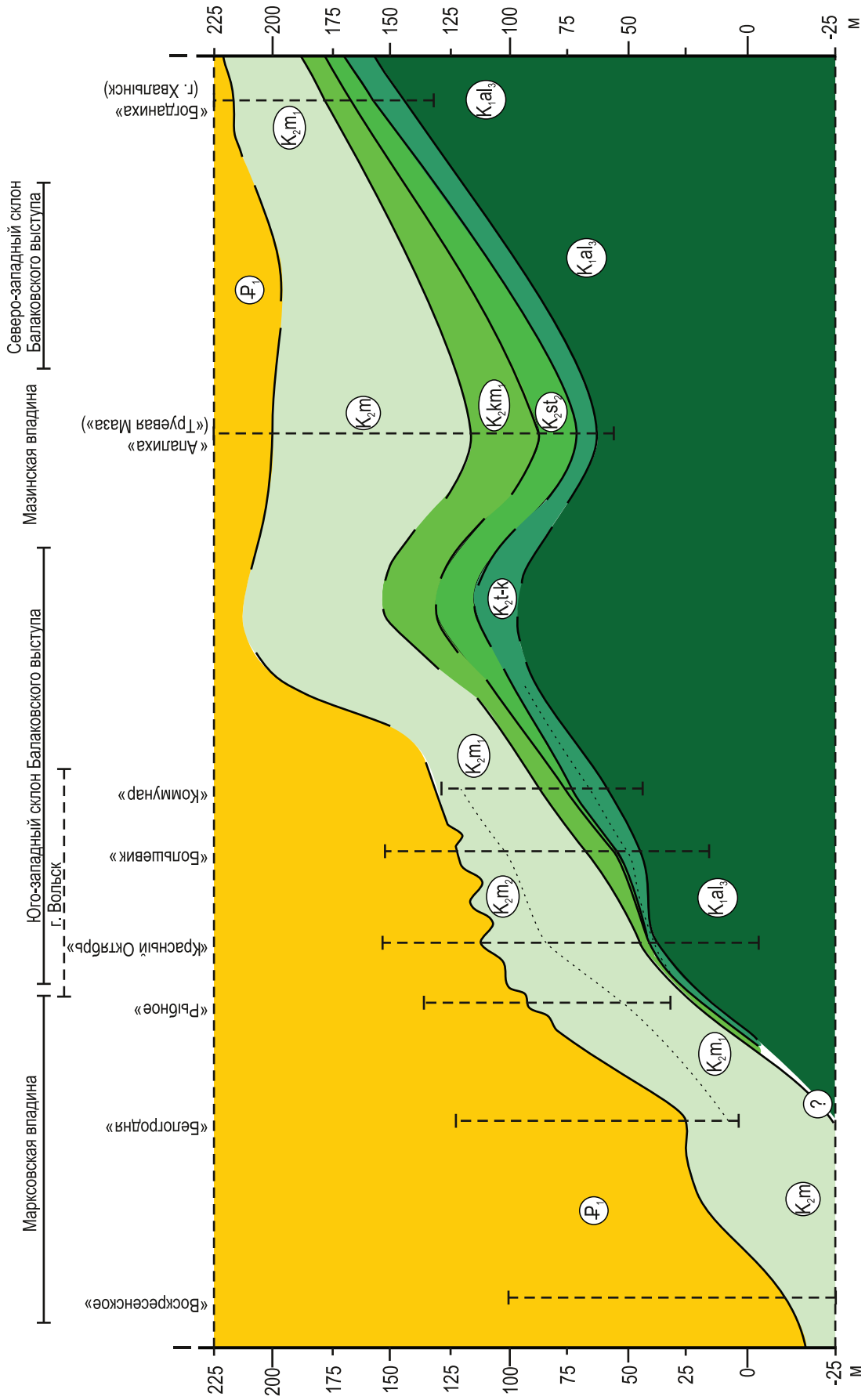
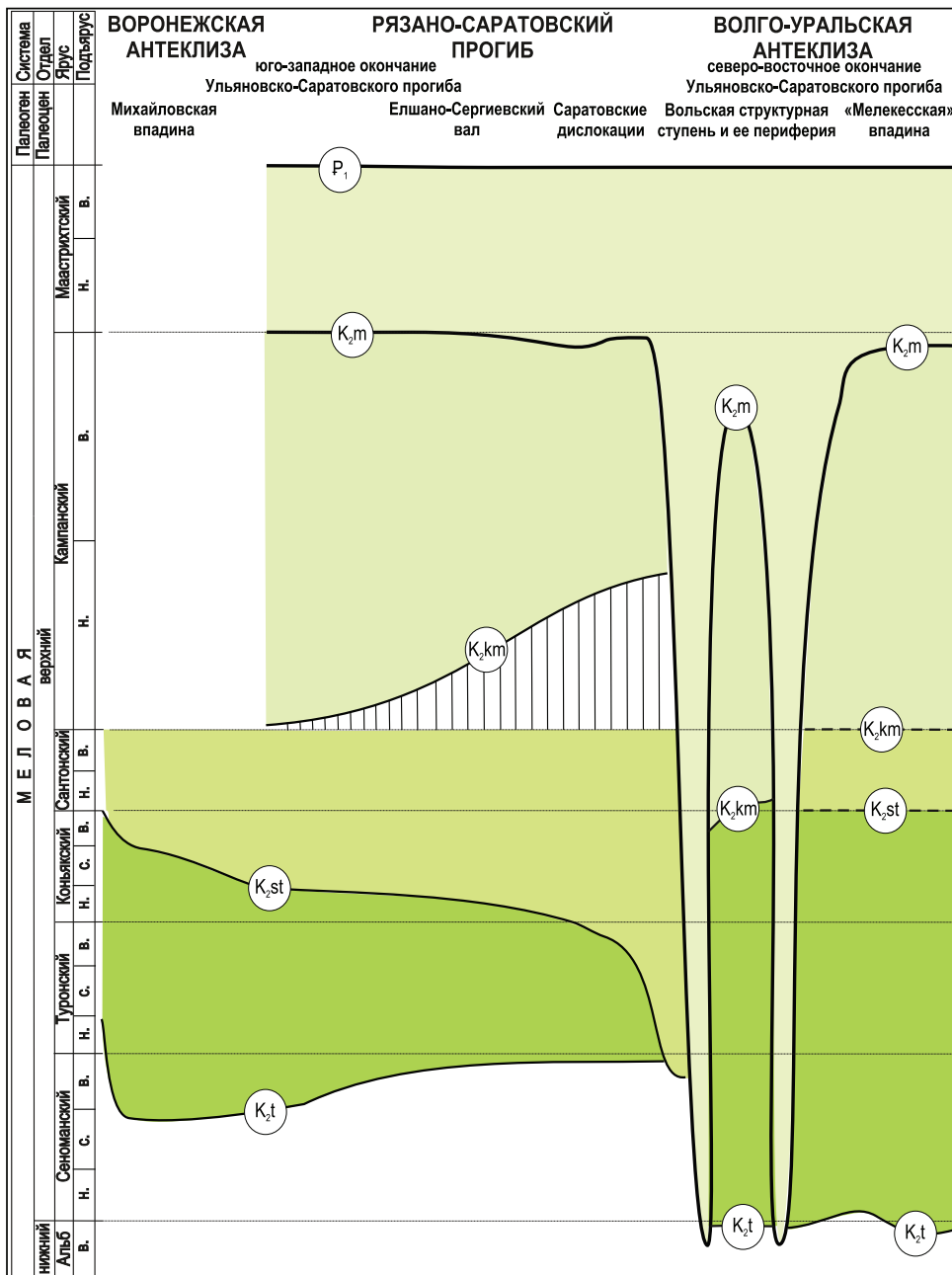


Рис. 2. Схема взаимоотношений стратиграфических комплексов верхнего мела, приведенных к современному структурному положению подошвы отложений палеоцена, по субмеридиональной линии профиля: «Воскресенское» – «Белгородня» – «Красный Октябрь» – «Большевик» – «Коммунар» – «Апалиха» («Труевая Маза») – «Богданиха»



Условные обозначения (н. – нижний, с. – средний, в. – верхний)

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| – положение подошвы пород турона | – положение подошвы пород маастрихта |
| – положение подошвы пород сантона | – положение подошвы пород палеоцена |
| – положение подошвы пород кампана | – интервал отсутствия пород кампана |

Рис. 3. Стратиграфическая величина эрозионного среза подстилающих образований, предшествовавших туронскому, предсантонскому, предкампанскому и маастрихтскому осадконакопению в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба

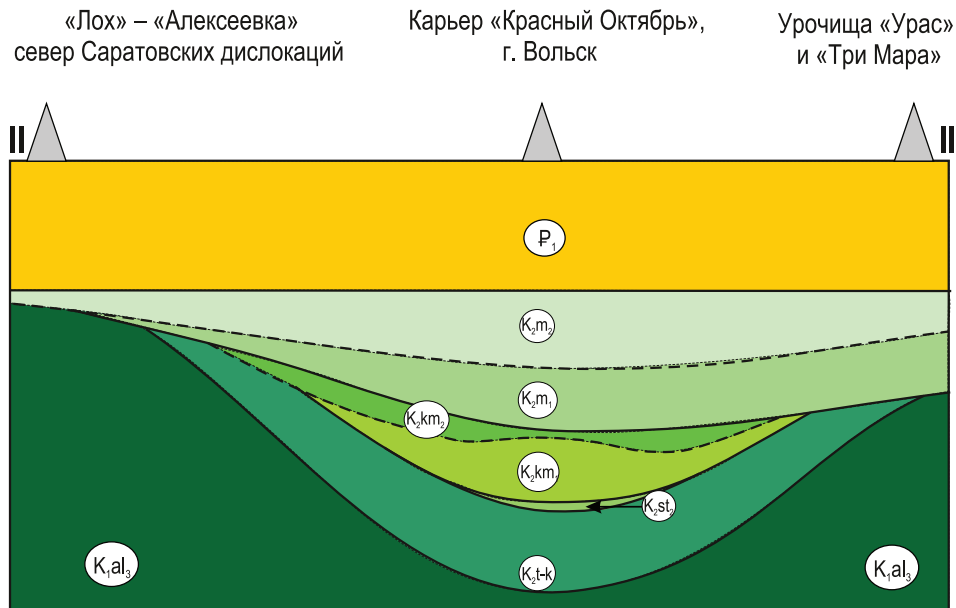


Рис. 4. Схема взаимоотношений стратиграфических комплексов верхнего мела в южной части Вольской структурной зоны по субширотной линии профиля: «Лох» – «Алексеевка»; северная часть Саратовских дислокаций; карьеры в районе г. Вольск; урочища «Урас» и «Три Мара»

Библиографический список

1. Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Рябов И. П., Ильинский Е. И., Гужикова А. А. Структура губкинского горизонта (турон – коньяк) на территории Правобережного Поволжья // Геологические науки-2019 : материалы науч. межвед. конф. Саратов : Техно-Декор, 2019. С. 67–68.
2. Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Попов Е. В., Гужикова А. А. Сантон Вольской впадины (север Саратовского правобережья) // Палеострат-2016. Годичное собрание (науч. конф.) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. М. : ПИН РАН, 2016. С. 63–65.
3. Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Гужикова А. А. Сантон – кампан Вольской впадины // Меловая система России и ближнего зарубежья : проблемы стратиграфии и палеогеографии : сб. науч. тр. / под ред. Е. Ю. Барабошкина. Симферополь : Издательский Дом «Черноморпресс», 2016. С. 208–210.
4. Олферьев А. Г., Алексеев А. С. Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы : объяснительная записка. М. : ПИН РАН, 2005. 204 с.
5. Lamolda M. A., Hancock J. M. The Santonian Stage and substage // Bull. de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. 1996. Vol. 66. P. 95–102.
6. Meeting on the Coniacian/Santonian Boundary // Abstracts / eds. M. A. Lamolda, J. M. Pons, A. V. Dhont. Bilbao : Subcommission on Cretaceous Stratigraphy & Instituto Geologico y Minero de Espana, 2002. P. 66.
7. Christensen W. K. Belemnites from the Coniacian to Lower Campanian Chalks of Norfolk and Southern England // Palaeontology. 1991. Vol. 34, p. 3. P. 695–749.

8. Christensen W. K. The Late Cretaceous belemnite family Belemnitellidae : Taxonomy and evolutionary history // Bull. of the Geol. Soc. of Denmark, Copenhagen. 1997. Vol. 44. P. 59–88.
9. Christensen W. K., Schulz M-G. Coniacian and Santonian belemnite faunas from Bornholm, Denmark // Fossils and Strata. 1997. № 44. P. 1–73.
10. Первушов Е. М. Геохронология и структура «сантонского» «губкового» горизонта в пределах правобережного Поволжья // Меловая система России и ближнего зарубежья : проблемы стратиграфии и палеогеографии : сб. науч. тр. / под ред. Е. Ю. Барабошкина. Симферополь : Издательский Дом «Черноморпресс», 2016. С. 205–207.
11. Pervushov E. M., Ryabov I. P., Guzhikov A. Yu., Vishnevskaya V. S., Kopaevich L. F., Guzhikova A. A., Kalyakin E. A., Fomin V. A., Sel'tser V. B., Il'inskiy E. I., Mirantsev G. V., Proshina P. A. Turonian–Coniacian Deposits of the Kamennyi Brod-1 Section (Southern Ulyanovsk-Saratov Trough) // Stratigraphy and Geological Correlation. 2019. Vol. 27, № 7. P. 804–839. DOI: 10.1134/S0869593819070025
12. Robaszynski F., Amedro F. Synthèse biostratigraphique de L'Aptien au Santonien du Boulonnais a partir de sept groupes paléontologiques : Foraminifères, Nannoplankton, Dinoflagelles et Macrofaunes // Rev. Micropaleontol. 1980. Vol. 22 (4). P. 195–321.
13. Hampton M. J., Bailey H. W., Gallagher L. T., Mortimore R. N., Wood C. J. The biostratigraphy of Seaford Head, Sussex, southern England : an international reference section for the basal boundaries for the Santonian and Campanian stages in chalk facies // Cretaceous Research. 2007. Vol. 28. P. 46–60.
14. Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Ильинский Е. И., Рябов И. П. Туронские – коньякские отложения юго-западной части Ульяновско-Саратовского прогиба // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.



2019. № 5. С. 10–27. DOI: 10.32454/0016-7762-2019-5-10-27
15. *Vishnevskaya V. S., Kopaevich L. F.* Microfossil assemblages as key to reconstruct sea-level fluctuations, cooling episodes and palaeogeography : The Albian to Maastrichtian of Boreal and Peri-Tethyan Russia // Geological Society. London. Special Publications. 10 January 2020. Vol. 498. P. 165–187. DOI: 10.1144/SP498-2018-138
16. *Найдин Д. П.* Подкласс Endocochlia – внутрираковинные // Атлас верхнемеловой фауны Донбасса. М. : Недра, 1974. С. 197–240.
17. Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы. СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2004. 6 схем на 10 листах.
18. *Махлин В. З.* Подкласс Endocochlia // Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР // Труды / ВНИГРИ. 1973. Вып. 318. С. 87–92.
19. *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). Ст. 1. Характеристика разрезов, результаты петромагнитных и магнитоминералогических исследований // Изв. Саратов. 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
20. *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). Ст. 2. Характеристика ориктокомплексов и биостратиграфия // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 3. С. 182–199. DOI: 10.18500/1819-7663-2017-17-3-182-199
21. *Сельцер В. Б.* Распространение белемнитов и иноцерам в интервале верхний коньяк – нижний сантон на территории Поволжья // Геологические науки-2019 : материалы науч. межвед. конф. Саратов : Техно-Декор, 2019. С. 72–74.
22. *Олферьев А. Г., Алексеев А. С., Беньямовский В. Н., Вишневецкая В. С., Иванов А. В., Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Харитонов В. М., Щербинина Е. А.* Опорный разрез верхнего мела у села Мезино-Лапшиновка и проблемы границ сантона и кампана в Саратовском Поволжье // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2004. Т. 12, № 6. С. 69–102.
23. *Архангельский А. Д.* Верхнемеловые отложения востока Европейской России // Материалы для геологии России. СПб. : Типография Императорской Академии наук, 1912. Т. 25. 631 с.
24. Граница сантона и кампана на Восточно-Европейской платформе / ред. Г. Н. Папулов, Д. П. Найдин // Труды / Ин-т геологии и геохимии УНЦ АН СССР. 1979. Вып. 148. 117 с.
25. *Папулов Г. Н., Амон Э. О.* Пограничные слои сантона и кампана на востоке Русской плиты // Вопросы стратиграфии палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Саратов : Издательство Саратовского университета, 1987. С. 3–26.
26. *Иванов А. В., Первушов Е. М.* «Губковые горизонты» сантона – кампана и «птериевые слои» Саратовского Поволжья // Недра Поволжья и Прикаспия. 1998. Вып. 17. С. 24–30.
27. *Иванов А. В.* Окситомы сантона и кампана Саратовско-го Поволжья // Вопросы стратиграфии палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Саратов : Издательство Саратовского университета, 1993. Вып. 7. С. 149–156.
28. *Walaszczyk I., Dubicka Z., Olszewska-Nejbert D., Remin Z.* Integrated biostratigraphy of the Santonian through Maastrichtian (Upper Cretaceous) of extra-Carpathian Poland // Acta Geologica Polonica. 2016. Vol. 66. P. 313–350.
29. *Neumann C., Jagt J. W.M., van der Ham R. W.J. M.* Rare campanian Echinoids from Höver and Misburg (Hannover Area, Lower Saxony, Germany) // Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin. Geowissenschaftliche Reihe 5. 2002. S. 121–139.
30. *Schlüter N., Wiese F.* The late Cretaceous (Campanian) echinoderm faunas from the Hannover area // Echinoderm Research 2010 : 7th European Conference on Echinoderms. Abstract. Volume and Field Guide to Excursions. Hannover, 2010. P. 125–130.
31. *Dubicka Z., Jurkowska A., Thibault N., Razmjooei M. J., Wojcik K., Gorzelak P., Felisiak I.* An integrated stratigraphic study across the Santonian/Campanian boundary at Boceniec, southern Poland : A new boundary stratotype candidate // Cretaceous Research. 2017. Vol. 80. P. 61–85.
32. *Калякин Е. А.* Позднемеловые морские ежи Среднего и Нижнего Поволжья: таксономическое разнообразие, стратиграфическое значение: автореф. ... канд. геол.-минерал. наук. Саратов, 2015. 19 с.
33. *Беньямовский В. Н.* Схема инфразонального расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Ст. 1. Сенومان – коньяк // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. Т. 16, № 3. С. 36–46.
34. *Беньямовский В. Н.* Схема инфразонального расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Ст. 2. Сантон – маастрихт // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. Т. 16, № 5. С. 62–74.
35. *Найдин Д. П.* Эвстазия и эпиконтинентальные моря Восточно-Европейской платформы. Ст. 2. Верхнемеловые секвенции платформы // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 1995. Т. 70, вып. 5. С. 49–65.
36. *Волков Ю. В., Найдин Д. П.* Пассатные течения и меридиональное расселение некоторых морских организмов позднего мела // Доклады Академии наук. 1998. Т. 58, № 3. С. 367–370.
37. *Беньямовский В. Н.* Палеобиогеографические сценарии позднемелового-раннепалеогенового времени в пределах северной периферии Тетиса // Биосфера – экосистема – биота в прошлом Земли : палеобиогеографические аспекты // Труды / Геологический институт РАН. 2005. Вып. 516. С. 267–308.
38. *Scott R. W.* A Cretaceous chronostratigraphic database : construction and applications // Noteb. Geol. Carnets Géol. 2014. Vol. 14 (2). P. 15–37.
39. Волго-Уральская нефтегазоносная область. Тектоника // Труды / ВНИГРИ. Нов. сер. 1956. Вып. 100. 310 с.
40. *Писаренко Ю. А.* Особенности геологического строения зоны сочленения системы Рязано-Саратовских прогибов, Жигулевско-Оренбургского свода и Прикаспийской впадины в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности девонских отложений // Недра Поволжья и Прикаспия.



2013. Вып. 74. С. 3–10.

41. Пятаев А. А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Чембарско-Петровской зоны дислокаций Рязано-Саратовского мегапрогиба // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2019. Т. 19, вып. 2. С. 127–137. DOI: 10.18500/1819-7663-2019-19-2-127-137

42. Рихтер Я. А. Внутриплитная региональная геодинамика : Прикаспийская впадина и ее обрамление. Саратов : Издательство Саратовского университета, 2012. 116 с.

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

44. Архангельский А. Д. Верхнемеловые отложения востока Европейской России // Избранные труды : в 2 т. Т. 1. М. ; Л. : Издательство АН СССР, 1952. С. 133–426.

45. Геология СССР. Т. XI. Поволжье и Прикамье. Ч. I. Геологическое описание / ред. А. В. Сидоренко. М. : Недра, 1967. 872 с.

46. Геология и полезные ископаемые России : в 6 т. Т. 1. Запад России и Урал. Кн. 1. Запад России / ред. Б. В. Петров, В. П. Кириков. СПб. : ВСЕГЕИ, 2006. 528 с.

47. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000 000 (третье поколение). Лист М-38 (Волгоград) : объяснительная записка. СПб. : ВСЕГЕИ, 2006. 354 с.

48. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-38-XXXVI (Балаково). СПб. : ВСЕГЕИ, 2001.

49. Орлова Т. Б. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Лист N-38-XXXV (Базарный Карабулак). Изд. второе. Серия Средневожская : объяснительная записка. СПб. : МПР РФ, 2000. 103 с.

50. Зозырев Н. Ю. Сенман юго-востока Рязано-Саратовского прогиба: стратиграфия и палеогеография : автореф.

дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Саратов, 2006. 24 с.

51. Зозырев Н. Ю. Меловатская свита (сенман правобережного Поволжья) : новые данные по стратиграфическому положению и объему // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2006. Т. 6, вып. 1. С. 31–38.

52. Рождественский А. П. К вопросу о предсенманских и предсантонских движениях земной коры в Вольском Поволжье // Ученые записки / Саратовский государственный университет. Вып. геологический. 1951. Т. 23. С. 27–35.

53. Первушов Е. М., Иванов А. В., Сельцер В. Б. Верхнемеловые отложения урочища «Три Мара» (Саратовское левобережье) // Вопросы палеонтологии и стратиграфии верхнего палеозоя и мезозоя (Памяти Галины Григорьевны Пославской) : сб. науч. ст. / ред. А. В. Иванов. Саратов : Научная книга, 2004. С. 200–208.

54. Камышева-Елпатьевская В. Г. Маркирующие горизонты юрских, меловых и палеогеновых отложений Саратовского Поволжья // Ученые записки / Саратовский государственный университет. Вып. геологический. 1951. Т. 28. С. 10–36.

55. Качанов В. А. О некоторых особенностях стратиграфических перерывов в разрезе верхнего мела северо-западной части Прикаспия // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. Саратов : Издательство Саратовского университета, 1980. Вып. 19. С. 82–86.

56. Кац Ю. И., Шуменко С. И. О поверхностях перерыва в туронских отложениях Русской платформы // Вестник Харьковского университета. 1975. Т. 120, вып. 6. С. 12–21.

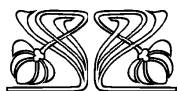
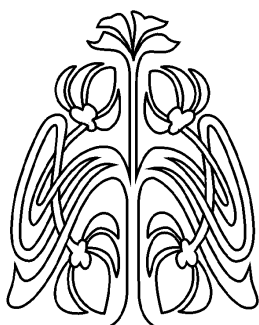
57. Первушов Е. М., Иванов А. В., Гудошников В. В., Малышев В. В. Фациальный профиль «маркирующих» горизонтов верхнемеловых отложений Правобережного Поволжья // Недра Поволжья и Прикаспия. 2001. Вып. 26. С. 3–10.

Образец для цитирования:

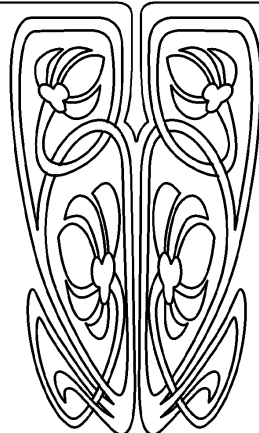
Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Рябов И. П. Сантон Вольско-Хвалынской структурной зоны. Статья 2. Биостратиграфия и современное структурное положение // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 3. С. 204–221. DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-204-221>

Cite this article as:

Pervushov E. M., Seltser V. B., Kalyakin E. A., Ryabov I. P. The Santonian Stage in Volsk-Khvalynsk Structural Zone. Paper 2. Biostratigraphy and the Modern Structural Position. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2020, vol. 20, iss. 3, pp. 204–221 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-3-204-221>



ПОДПИСКА



Подписка на 2021 год

Индекс издания в объединенном каталоге «Пресса России» 36010, раздел 30 «Научно-технические издания. Известия РАН. Известия вузов». Журнал выходит 4 раза в год

Цена свободная

Оформить подписку онлайн можно в Интернет-каталоге «Пресса по подписке» (www.akc.ru)

Адрес Издательства

Саратовского университета (редакции):

410012, Саратов, Астраханская, 83

Тел.: +7(845-2) 51-45-49, 52-26-89

Факс: +7(845-2) 27-85-29

E-mail: izvestiya@info.sgu.ru

Адрес редколлегии серии:

410012, Саратов, Астраханская, 83,

СГУ имени Н. Г. Чернышевского,

Географический факультет

Тел.: +7(845-2) 21-07-95

Факс: +7(845-2) 51-54-49

E-mail: farik26@yandex.ru

Website: <http://geo.sgu.ru/>