

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ГЕНЕЗИСА КРЕМНИСТЫХ ПОРОД ТЕРРИТОРИИ ЛИСТА М-37-І (КУРСК)

Е. О. Иванова

Воронежский государственный университет

В статье рассматриваются кремнистые породы, изученные комплексом методов, ведущими среди которых являются электронномикроскопический, рентгеноструктурный и метод инфракрасной спектроскопии. Приводятся результаты анализов. На основании полученных данных по вещественному составу и текстурно-структурным признакам доказывается осадочный генезис эоценовых силицитов и эпигенетический — сантонских кремнистых пород на терригенно-карбонатных образованиях верхнего мела.

Кремнистые породы, широко распространенные в северных и северо-восточных районах КМА в пределах водораздельных пространств, представлены трепелами, опоками, трепеловидными глинами. Они приурочены к верхам сантонского яруса и эоценовому отделу палеогена. Данные породы широко используются в строительстве, однако генезис их остается дискуссионным до настоящего времени. Выявление особенностей происхождения позволило бы наиболее эффективно вести поиски пригодных для определенных целей силицитов. Поскольку вещественный состав и полезные свойства кремнистых пород определяются их генезисом.

Кремнистые образования, ставшие предметом исследований, изучены по керну из скважин, пробуренных на территории листа М-37-І (Курск), в рамках проведения ГДП-200 (рис. 1)

Силициты сантонского возраста вскрыты в скважинах 4 и 16, где представлены трепелами (скв. 4) и трепеловидными глинами (скв. 16). Трепел имеет светло-серую со слабым зеленоватым оттенком окраску. Порода легкая пористая, интенсивно раздроблена в верхней части разреза. Глина трепеловидная от желтовато-зеленовато-серой вверху до светло-серой, белой — внизу, рыхлая в средней части слоя, с редкими включениями гидроокислов железа. Сантонские кремнистые образования имеют мощность до 5 м и залегают на мел-мергелистых породах турон-коньяка.

В скважинах 9, 10, 11 силициты представлены опоками (скв. 9, 10) и трепелами (скв. 11) киевской свиты эоцена. Цвет от светло-серого до белого со слабым зеленоватым оттенком, с включениями слюды и редкими пятнами и прослоями ожелезнения. Максимальная мощность изучаемых кремни-

стых пород зафиксирована в скважине 11 и составляет 9.5 м, в скважинах 9 и 10 — не превышает 5.5

По мнению В. Т. Фролова «Изучение в шлифах — основной метод исследования и определения силицитов. Прежде всего устанавливается причина окраски, т.е. минеральный состав примесей. Структуры и текстуры, даже весьма тонкие, изучаются полно и всесторонне. Хорошо видны компоненты, даже единичные раковинки, обрывки растительной ткани и аутигенные новообразования. Основные минералы — кварц, халцедон и опал — определяются довольно легко и уверенно по их оптическим свойствам и по характеру кристалличности.

Аморфная структура опала определяется по изотропности, отсутствию признаков кристалличности, по ясной шагреневои поверхности, особенно хорошо видимой при диафрагмировании (опал оказывается не сплошным, а "аморфно-зернистым", как бы икряным, с размером зернышек <0,01 мм) и обусловленной интенсивной микротрещиноватостью, свидетельствующей о коллоидной природе».

Кремнистые породы при изучении в шлифах имеют много общего. Они представляют собой тонкую, в различной мере раскристаллизованную массу с наличием зерен кварца различного размера до 0,05 мм, который составляет от 15 до 50 % вещества. В незначительных количествах наблюдаются слюда, глауконит, кальцит. Структура силицитов пелитоморфно-алевро-мелкозернистая. Мелкозернистая часть представлена мелкими глобулями опала, пелитоморфная — глинистыми минералами, тонко рассеянными по поверхности шлифа. Зерна кварца имеют различный облик: от удлиненного до весьма изометричного, и по краям частично корродированы и замещены аморфным опалом.

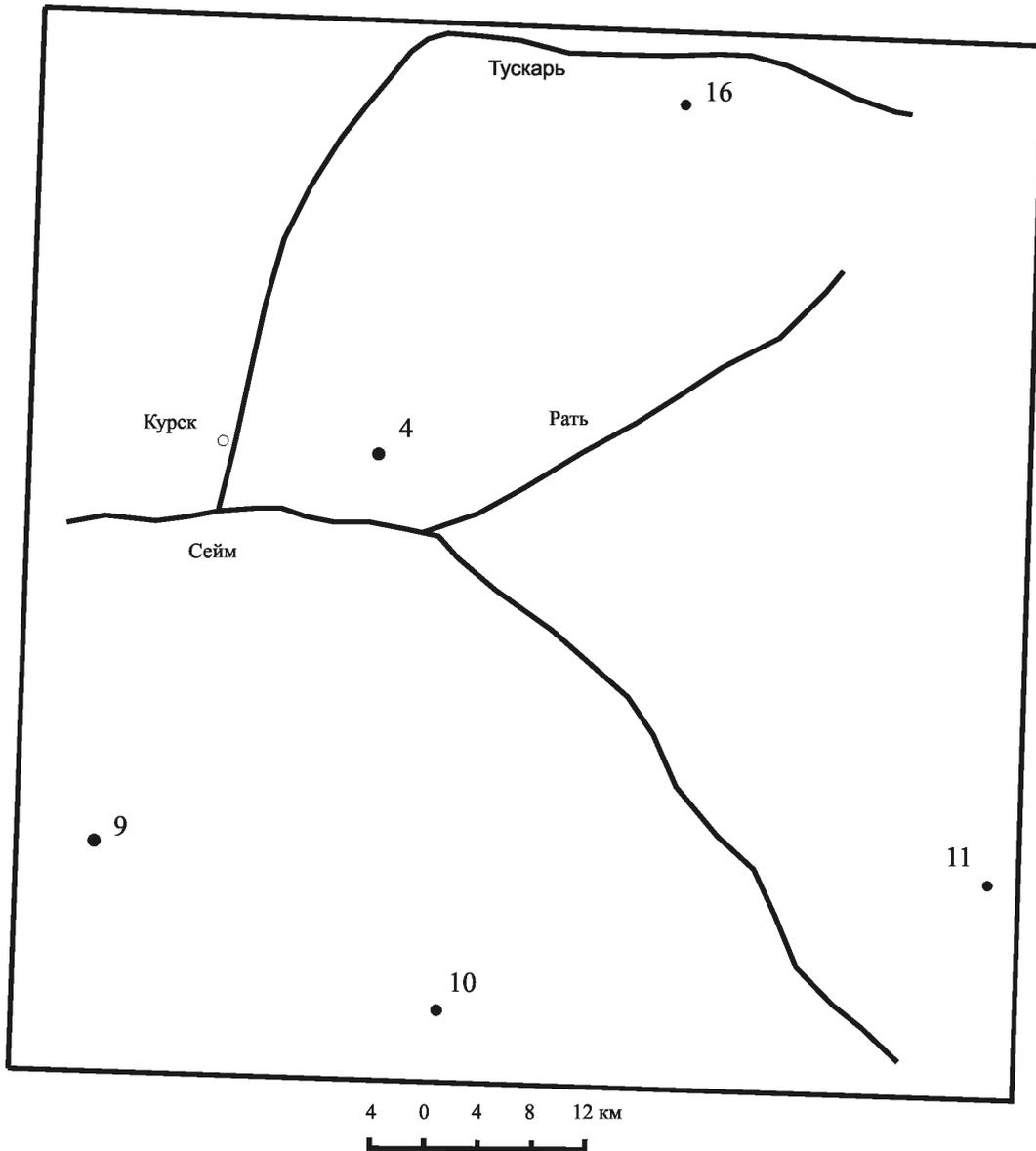


Рис. 1. Схема распределения скважин на территории листа М-37-1 (Курск)

Сантонские трепелы (рис. 2) отличаются различной размерностью (до 0,05 мм) зерен кварца и различной их формой с отчетливыми следами корродированности зерен кварца.

Наиболее крупные (около 0,1 мм) размеры кварцевых зерен наблюдаются в киевских трепелах (рис. 3), что также выявляется и при макроскопическом описании: они самые шероховатые и рассыпчатые на ощупь. Также можно подчеркнуть изометричность и равномерное распределение зерен кварца, по краям которых корродированность не проявлена, либо проявлена не интенсивно по сравнению с сантонскими трепелами.

Киевские опоки (рис. 4) содержат зерна кварца довольно изометричного облика, которые равномерно распределены в общей частично раскры-

таллизованной массе глинисто-опалового вещества. Размер зерен до 0,05 мм. Количество кварца 20—30 %.

Трепеловидные глины (рис. 5) обладают пелитоморфной структурой. В основной массе глинистое вещество и тонкие выделения кварца игловатой формы.

Электронным микроскопом улавливаются микроструктуры, которые не поддаются изучению под световым микроскопом, в том числе глобулярное строение опала и тончайшие фаунистические остатки.

На полученных снимках отчетливое строение в виде леписфер имеют сантонские трепела (рис. 6) и трепеловидные глины (рис. 7), хотя строение последних неоднородно: помимо леписфер, они

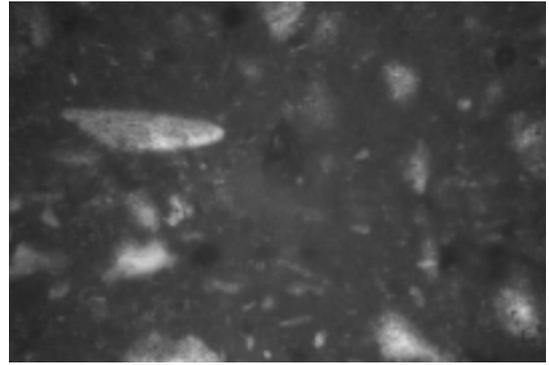
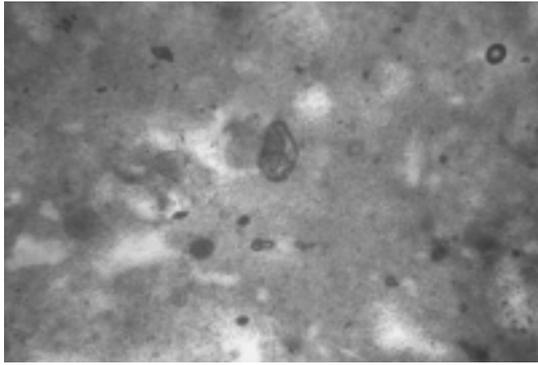


Рис. 2. Разнозернистая структура сантонского трепела, обр 4/17: а — николи параллельны, б — скрещены, увеличение 21

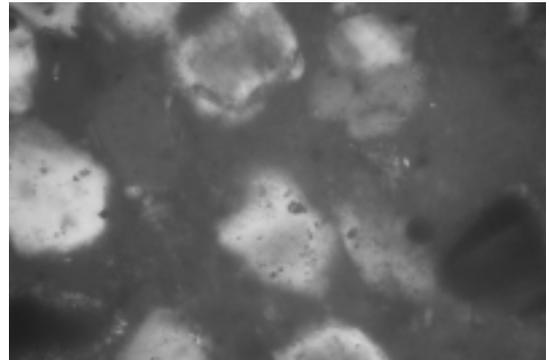
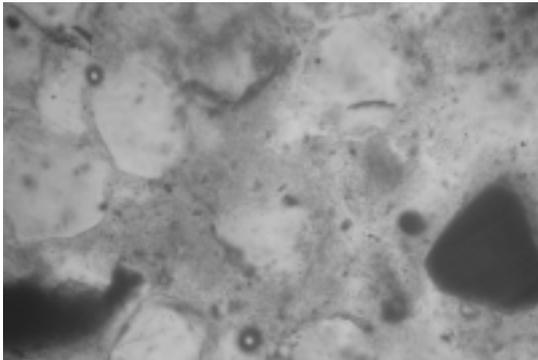


Рис. 3. Равномерное распределение зерен кварца в аморфной опаловой массе, киевский трепел, обр. 11/36: а — николи параллельны, б — скрещены, увеличение 21

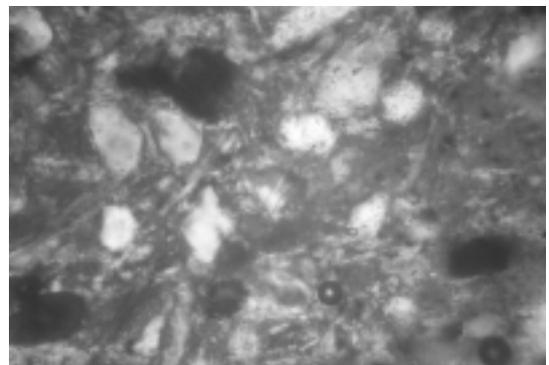
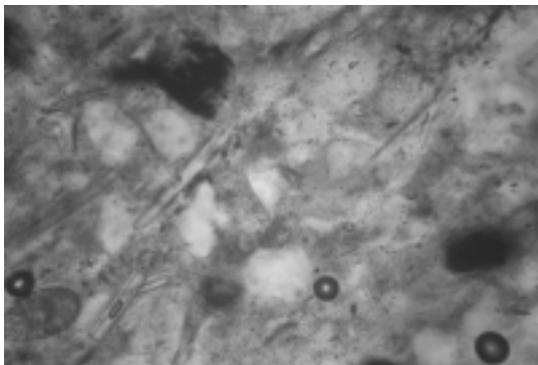


Рис. 4. Частичная раскристаллизация опалового вещества и распределенные в нем зерна кварца, киевская опока, обр 10/23: а — николи параллельны, б — скрещены, увеличение 21

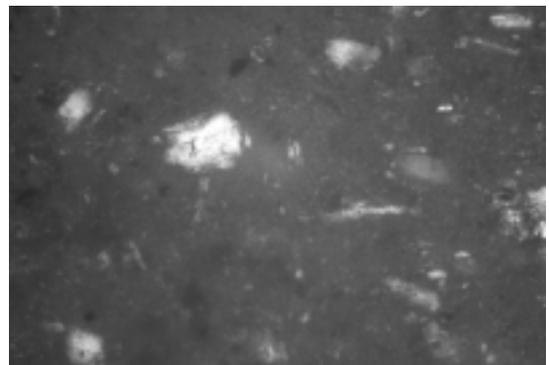
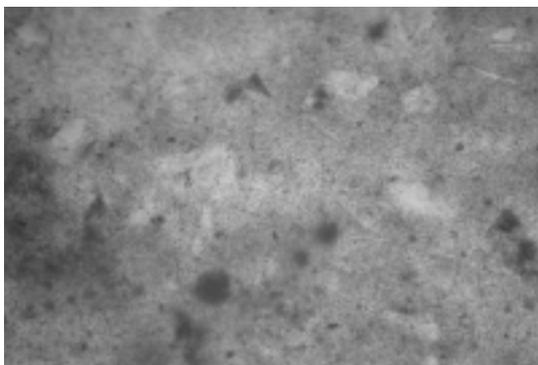


Рис. 5. Игольчатые выделения кварца в опалово-глинистой массе сантонской трепеловидной глины обр 16/18: а — николи параллельны, б — скрещены, увеличение 21

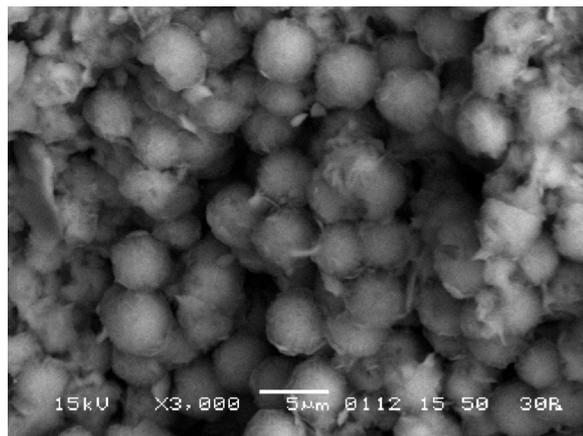
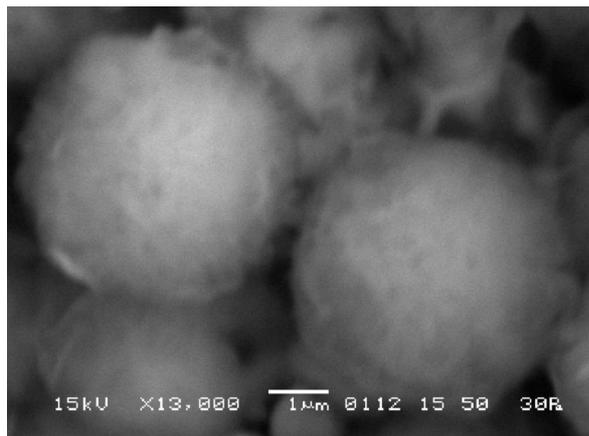


Рис. 6. Электронномикроскопические снимки леписфер сантонского трепела (обр. 4/14) а — увеличение 13000, б — 3000

содержат агрегаты трубчатой формы, а леписферы не настолько явные.

Киевские силициты имеют неярко выраженное глобулярное строение, формы в виде блоков или призматического типа. В них наблюдаются многочисленные фаунистические остатки (спикулы губок и колониальные организмы) (рис. 8, 9).

Как видно из снимков образцов киевских пород, остатки фауны в отложениях свиты многочисленны, в отличие от сантонских силицитов, в которых нахождение организмов затруднительно, что связано с более длительной и интенсивной переработкой данных пород.

Для изучения вещественного состава глинистой фракции кремнистых пород был использован дифрактометрический метод.

И. И. Плюснина считает, что рентгенодифрактометрия наиболее информативна для веществ с

упорядоченной структурой, но для выявления минералов с аморфной структурой малоэффективна. Поэтому для определения минералов группы кремнезема совместно с дифрактометрическим используется метод инфракрасной спектроскопии.

У В.Т. Фролова рассматривается, что «При появлении в опале кристаллической фазы, т.е. с началом раскристаллизации, дифрактограммы становятся более дифференцированными и четкими. Эти промежуточные фазы между рентгеноаморфным опалом (опалом А) и низкотемпературным кристобалитом, чаще всего называемые «опал-кристобалитами» (О-К), нередко подразделяются по степени структурной зрелости, или раскристаллизованности, на О-К-I и О-К-II Структурная упорядоченность в них начинается с закономерного сочетания тетраэдров SiO_2 в одном, горизонтальном, направлении, тогда как образу-

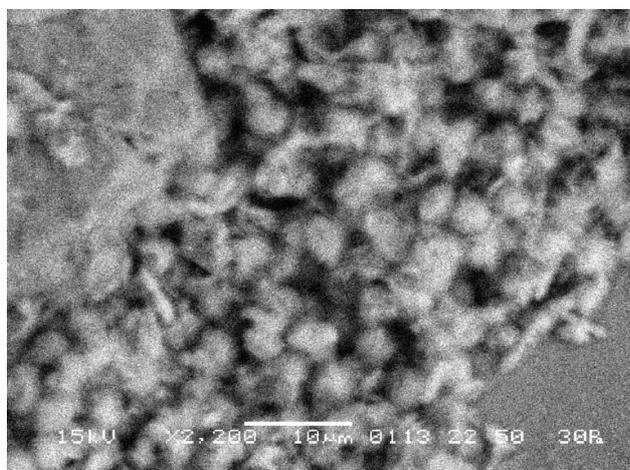


Рис. 7. Электронномикроскопический снимок трепеловидной глины, обр 16/18 (сантонский ярус) увеличение 2200



Рис. 8. Электронномикроскопический снимок киевской опоки со спикулой губки, обр 9/41 увеличение 1000

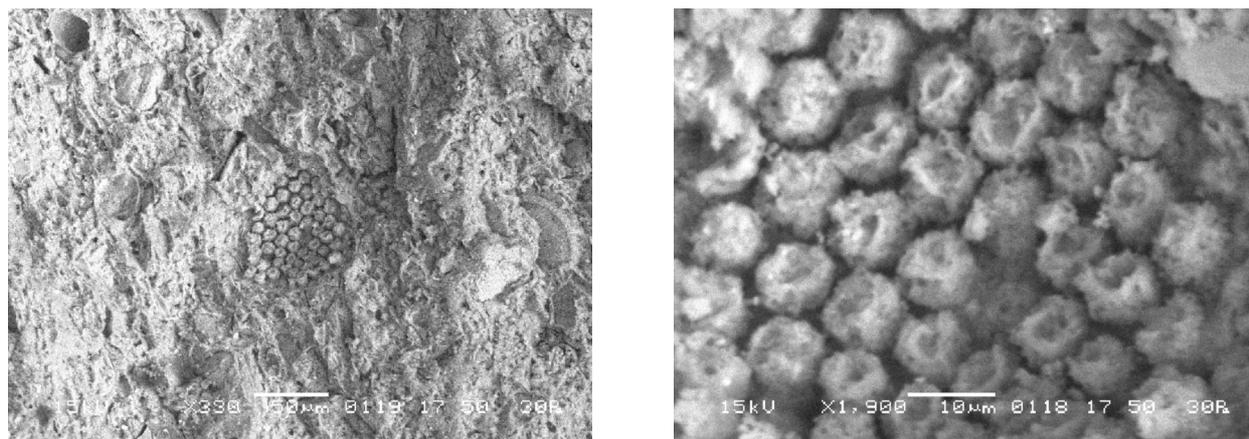


Рис. 9. Электронномикроскопические снимки киевской опоки с колониальными организмами, обр 10/21 а — увеличение 330, б — 1900

щиеся слои по вертикали чередуются незакономерно: то с периодом повторяемости 2, что отвечает тридимитовой структуре, то с периодом повторяемости 3, отвечающим кристобалитовой упаковке. Ю.Н. Сеньковский подчеркивает, что в рассматриваемом минеральном образовании кристобалит и тридимит не являются самостоятельными минеральными фазами, а представляют собой лишь структурные элементы этой формы кремнезема».

По данным дифрактограмм основными минералами фракции < 0,005 мм являются монтмориллонит, гидрослюда, каолинит и опал-тридимит. Содержание монтмориллонита для сантонских отложений колеблется от 20 до 65 %, для киевских — 15—60 %. Монтмориллонит фиксируется по рефлексам 12,2—14,0 Å в воздушно-сухом состоянии и 17,8—18,0 Å в насыщенном глицеринном образце. Содержание гидрослюда во всех образцах не превышает 25 % и отмечается по рефлексам 3,3—3,39; 4,96—4,98; 9,9—10,3 Å. В отличие от киевских силицитов, которые содержат 10—15 % каолинита, для сантонских отложений последний не характерен и зарегистрирован в одном образце (16/17) в количестве 10 % (рис. 14). Каолинит фиксируется по рефлексам 3,55—3,56; 7,16 Å. Содержание опал-тридимита изменяется в широких пределах от 15 до 60 % и в киевских, и в сантонских породах и определяются по рефлексам 2,54; 4,09; 4,1—4,3 Å.

В отдельных образцах наблюдаются клиноптилолит, кварц, ярозит и гетит. В частности, цеолиты группы клиноптилолита-гейландита зафиксированы в трех образцах (4/16, 4/17, 16/18) сантонских отложений по рефлексам 2,80—2,97; 3,96; 7,9; 8,96—9,0 Å (рис. 10, 14) Их содержание 10—15 %. В породах киевской свиты цеолиты не обнаружены. Следы кварца отмечены в образцах 9/41 и 11/30,

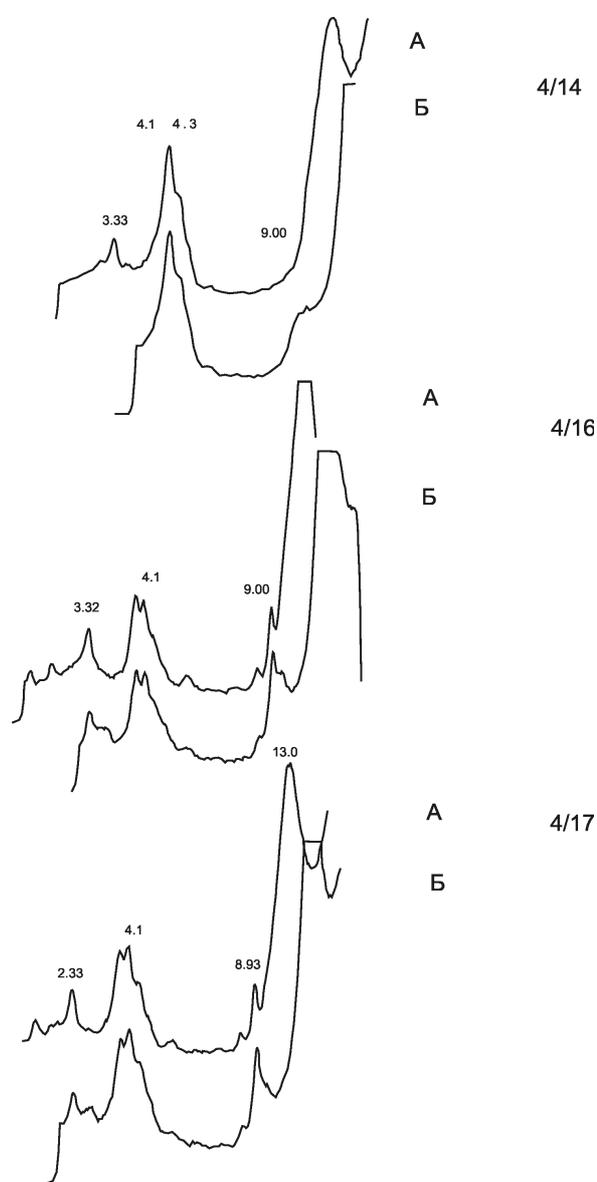


Рис. 10. Дифрактограммы трепелов (сантонский ярус) А — воздушно-сухой препарат, Б — насыщенный глицерином

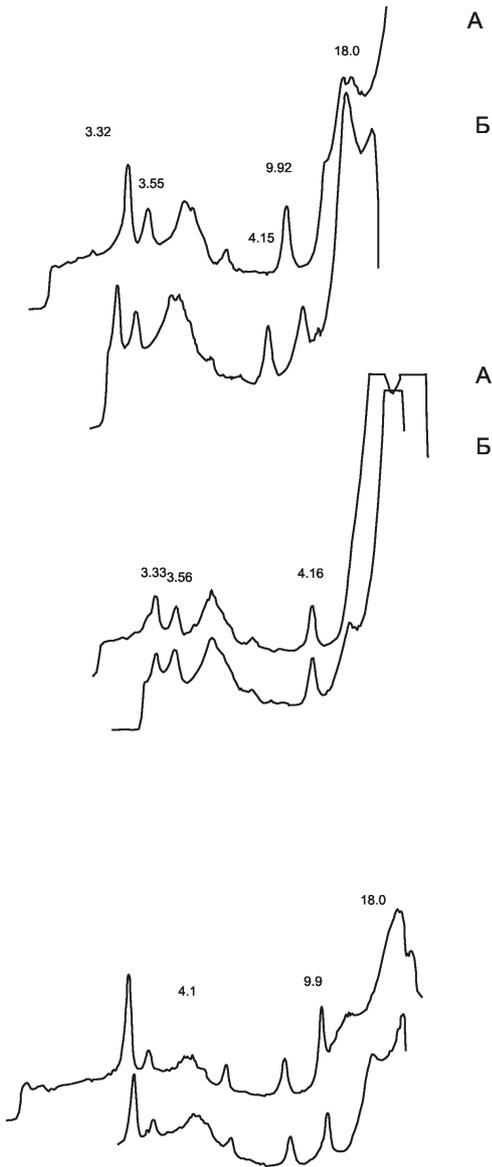


Рис. 11. Дифрактограммы опок (киевская свита): А — воздушно-сухой препарат, Б — насыщенный глицерином

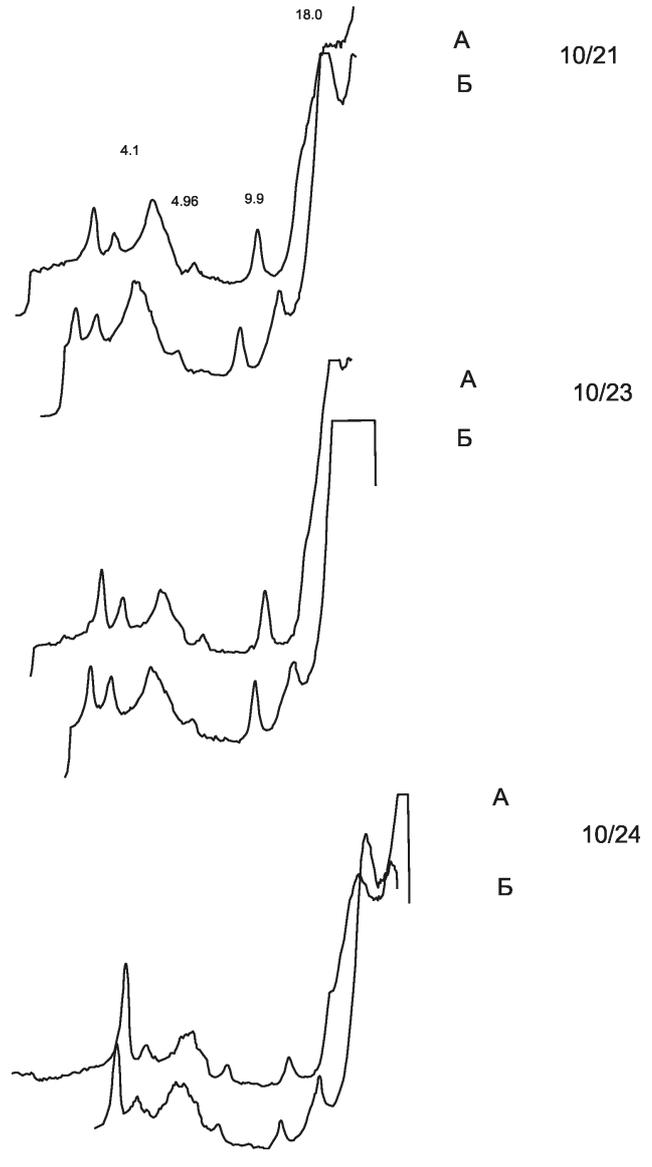


Рис. 12. Дифрактограммы опок (киевская свита): А — воздушно-сухой препарат, Б — насыщенный глицерином

относящиеся к киевской свите (рис. 11, 13). Ярозит в количестве 10—15 % содержится в образцах 11/28; 11/36 (киевская свита) и 16/17 (сантонский ярус). На дифрактограммах это находит отражение в пиках 2,84—2,93; 3,06—3,07; 3,49; 5,6—5,7 Å (рис. 13, 14). Гетит (20 %) отмечается по рефлексу 4,2 в образце 16/17 (сантонский ярус) (табл. 1).

Таким образом, можно наблюдать сходство вещественного состава глинистой фракции сантонских и киевских силицитов (опоки, трепела, трепеловидные глины). Существенным отличием является наличие каолинита в киевских отложениях и отсутствие его (за исключением образца 16/17) в сантонских, и содержание цеолитов в сантонских породах.

Метод исследования инфракрасных спектров поглощения излагается в работах И. И Плюсниной и «основывается на возникновении характеристических полос поглощения при прохождении инфракрасных лучей через вещество, что связано с возбуждением собственных колебаний атомных групп в исследуемом веществе». Наибольшие результаты метод дает в комплексе с рентгенодифрактометрическим и другими методами. Рентгеноаморфный опал имеет ИК-спектр с широкими полосами. Первая, самая интенсивная полоса без четкого экстремума находится в области 1240—1090 см⁻¹. Значительно расширена и третья полоса — 485 см⁻¹.

Более структурно совершенный изотропный кремнезем, отвечающий опал-кristобалиту, харак-

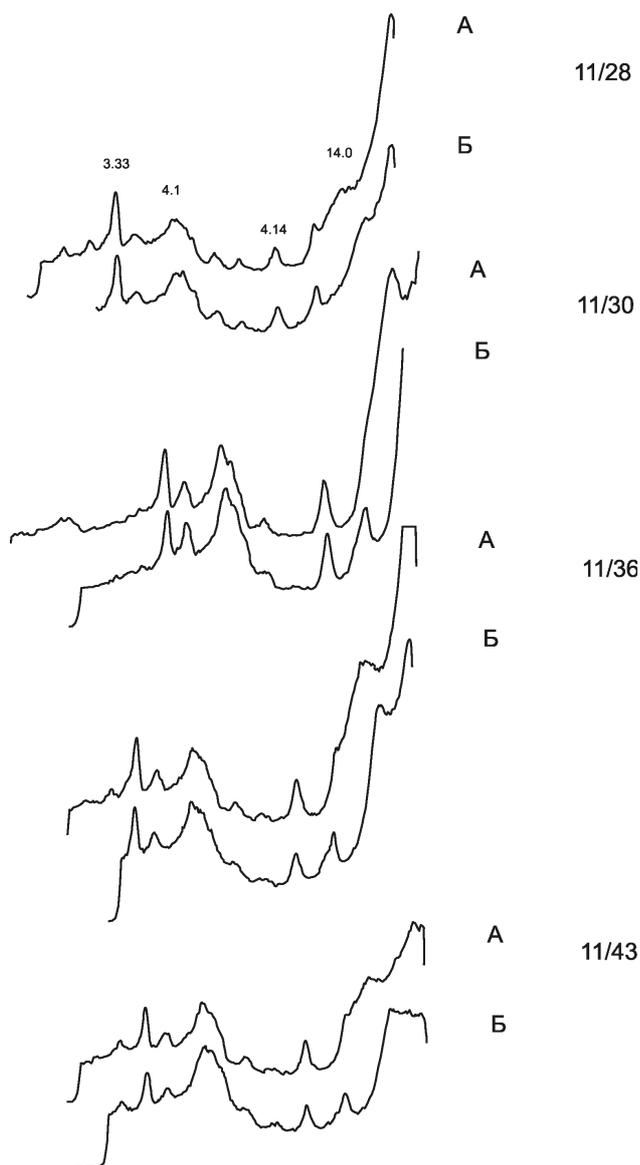


Рис. 13. Дифрактограммы трепелов (киевская свита): А — воздушно-сухой препарат, Б — насыщенный глицерином

теризуется более четким экстремумом главной полосы пропускания $1110\text{--}1120\text{ см}^{-1}$, шире становится полоса 480 см^{-1} . Полоса 618 см^{-1} обусловлена небольшим содержанием кристобалита. Еще более структурно совершенный кремнезем со значительным содержанием кристобалита отличается четкой полосой $625\text{--}630\text{ см}^{-1}$.

При изучении инфракрасных спектров поглощения силицитов установлено наличие опала во всех разновидностях пород, в том или ином количестве присутствуют кварц, кристобалит и тридимит. Тридимит установлен по полосам 788 см^{-1} и 793 см^{-1} (рис. 16, 17, 19). Кристобалит — 618 см^{-1} , его количество незначительно (рис. 15, 17, 18.). Кварц отмечается по полосе

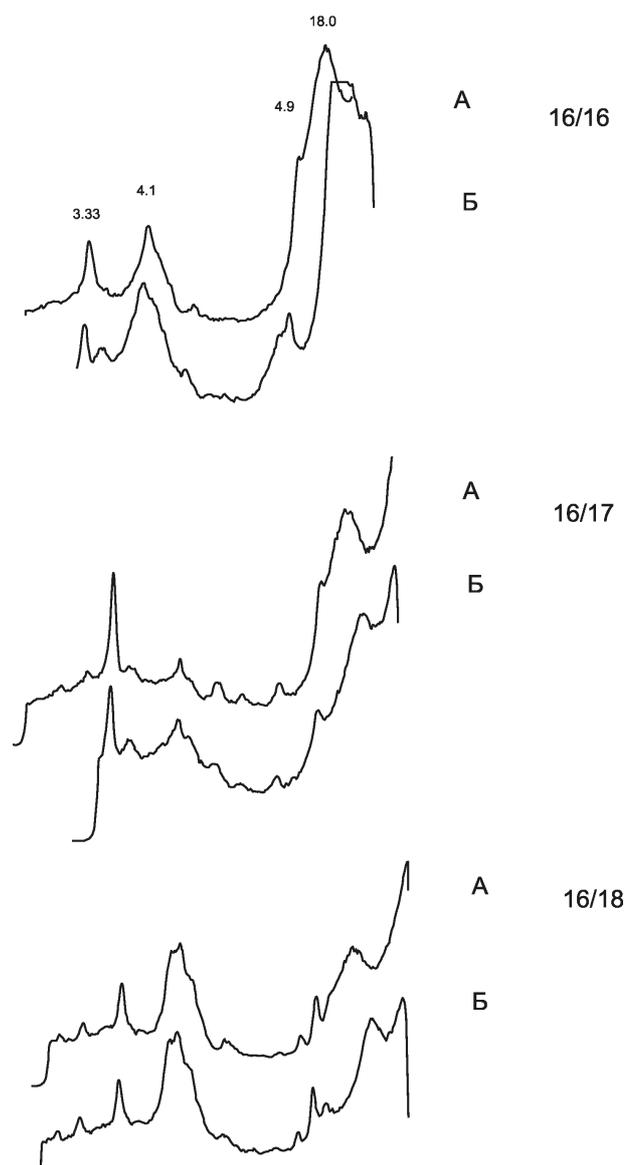


Рис. 14. Дифрактограммы трепеловидных глин (сантонский ярус): А — воздушно-сухой препарат, Б — насыщенный глицерином.

694 см^{-1} и двойной полосе $780, 798\text{ см}^{-1}$ (рис. 15, 16, 17, 18).

ВЫВОДЫ

1. Основными минералами свободного кремнезема сантонских и киевских силицитов являются опал и тридимит, в небольших количествах присутствуют кварц и кристобалит.

2. Глинистая составляющая кремнистых пород полиминеральна. В ней присутствуют монтмориллонит, гидрослюда, каолинит. Существенным отличием киевских отложений от сантонских является наличие каолинита в киевских породах и отсутствие его в сантонских.

3. В кремнистых породах сантонского яруса отмечаются цеолиты группы клиноптилолита-гей-

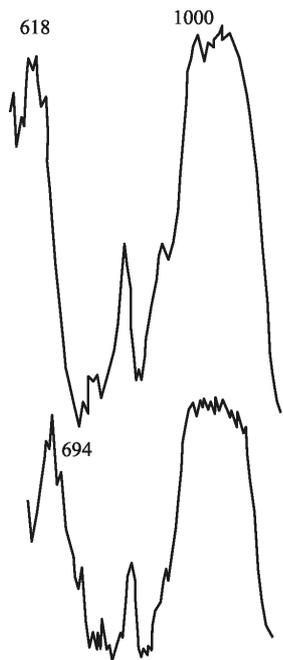


Рис. 15. ИК спектр трепела (сантонский ярус) обр.4/14, 4/16

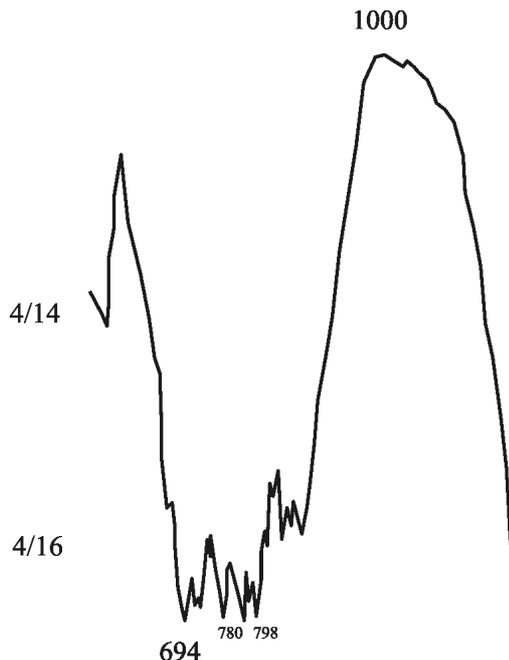


Рис. 16. ИК спектр опоки (киевская свита) обр. 9/41

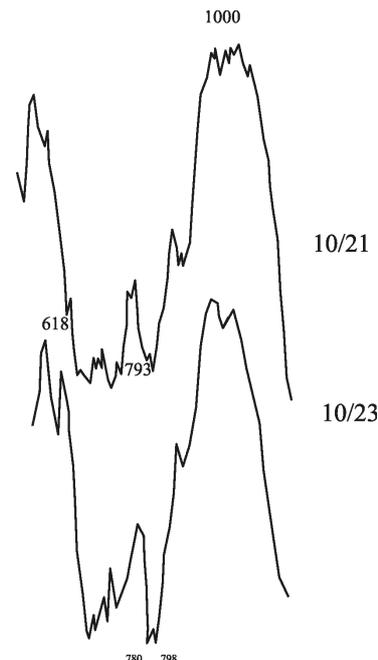


Рис. 17. ИК спектр опоки (киевская свита) обр. 10/21, 10/23

ландита (до 15 %), в киевских породах они отсутствуют.

4. Выявленные с помощью электронной микроскопии биогенные микроструктуры палеогеновых силицитов резко отличаются от глобулярных структур сантонских пород.

5. Наличие хорошо сохранившейся обильной фауны и преобладание аморфного опала биогенного происхождения свидетельствуют об осадочном генезисе палеогеновых силицитов. Остатки фауны

сантонских кремнистых пород практически перекристаллизованы, и карбонатное вещество (фораминиферы) почти полностью замещено кварцевым, оно имеет строение в виде леписфер, а наблюдаемые под световым микроскопом зерна кварца, корродированны. Это позволяет обосновать эпигенетический характер силицитов сантона. Образование минералов кремнезема и глинистой составляющей сантонских пород происходила на стадиях седиментогенеза и диагенеза, после вывода

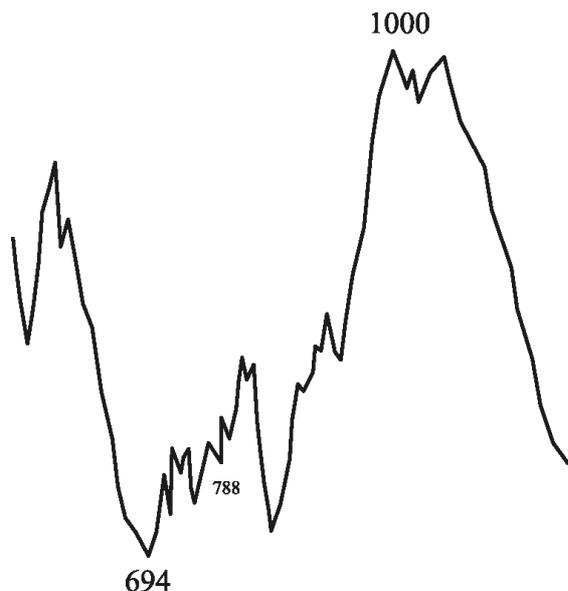


Рис. 18. ИК спектр трепела (киевская свита) обр. 11/36

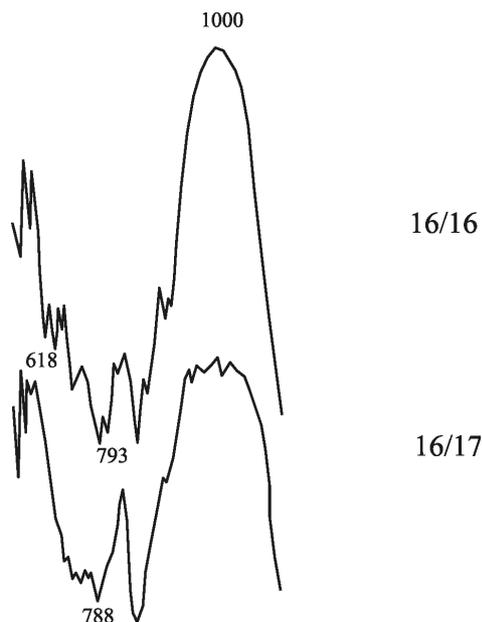


Рис. 19. ИК спектр трепеловидной глины (сантонский ярус) обр. 16/16, 16/17

Таблица 1

Минеральный состав глинистой фракции

№ п/п	Номер образца	Наименование породы	Возраст (индекс)	Минеральный состав (%)							
				Монтмориллонит	Гидрослюда	Каолинит	Опал-тридимит	Клиногилолит	Кварц	Ярозит	Гетит
1	4/14	Трепел	K ₂ st	60	Сл.	—	40	—	—	—	—
2	4/16	—	—	65	5	—	20	10	—	—	—
3	4/17	—	—	60	Сл.	—	30	10	—	—	—
4	9/41	Опока	P ₂ kv	50	15	15	20	—	Сл.	—	—
5	9/43	—	—	70	5	10	15	—	—	—	—
6	9/46	—	—	20	25	15	40	—	—	—	—
7	10/21	Опока	P ₂ kv	60	10	10	20	—	—	—	—
8	10/23	—	—	60	10	15	15	—	—	—	—
9	10/24	—	—	55	15	10	20	—	—	—	—
10	11/28	Трепел	P ₂ kv	15	10	10	50	—	—	15	—
11	11/30	—	—	40	15	15	30	—	Сл.	—	—
12	11/36	—	—	40	10	10	30	—	—	10	—
13	11/43	—	—	20	10	10	60	—	—	—	—
14	16/16	Глина трепело-видная	K ₂ st	60	10	—	30	—	—	—	—
15	16/17	—	—	40	20	10	—	—	—	10	20
16	16/18	—	—	20	5	—	60	15	—	—	—

их на дневную поверхность свое влияние оказали и процессы выветривания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бартенев В.К., Савко А.Д.* Литология, фации и полезные ископаемые палеогена ЦЧЭР // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. — Вып. 7. — Воронеж, 2001. — С. 146.

2. *Бушинский Г.И.* Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины / Г. И. Бушинский. — М., 1954. — 307 с.

3. *Бушинский Г.И.* Кремнистые породы / Г. И. Бушинский // Справочное руководство по петрографии осадочных пород. — М.: Госгеолтехиздат, 1958, — Т. 2.

4. *Дмитриев Д.А., Савко А.Д., Жабин А.В.* Сантонские отложения правобережья среднего течения реки Дон // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского госуниверситета. — Вып. 21. — Воронеж, 2004. — 104 с.

5. *Дистанов У.Г.* Кремнистые породы СССР. Казань, Татарское кн. изд-во, 1976, 412 с.

6. *Дистанов У.Г.* Кремненакопление в мезокайнозойских бассейнах платформенных областей / У. Г. Дистанов // Кремнистые породы СССР. — Казань, 1976. — С. 255—262.

7. *Жабин А.В.* Рентгенографическая характеристика цеолитсодержащих пород мезозоя КМА / А. В. Жабин, А. Д. Савко // Рентгенография минерального сырья. — Воронеж, 1979.

8. *Котельников Д.Д.* Глинистые минералы осадочных пород / Д. Д. Котельников, А. И. Конюхов. — М.: Наука, 1986. — 247 с.

9. *Плюснина И.И.* Инфракрасные спектры силикатов. М.: Изд-во МГУ, 1967, —187 с.

10. *Плюснина И.И.* Физико-химические методы изучения вещества осадочных пород / И. И. Плюснина. — М.: Изд-во МГУ, 1997. — 160 с.

11. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов / Под. ред. Г. Брауна; Пер. с англ. В. А. Дрица. — М.: Мир, 1965. — 599 с.

12. *Савко А.Д.* Геология Воронежской антеклизы / А. Д. Савко. — Воронеж, 2002 — 165 с.
13. *Савко А.Д., Мануковский С.В., Мизин А.И. и др.* Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. — Вып. 3. — Воронеж, 2001. — 201 с.
14. *Семенов В.П.* Палеоген Воронежской антеклизы / В. П. Семенов, — Воронеж: Изд-во Воронеж.ун-та, 1965. — 279 с.
15. *Семенов В.П.* Кремнистые породы невулканогенных областей и принципы их типизации / В. П. Семенов, П. В. Семенов // Обстановки осадконакопления и их эволюция. — М., 1984.
16. *Семенов В.П., Аскоченский Б.В., Селезнев В.Н., Семенов П.В.* Геология кремнистых метасоматитов карбонатных пород верхнего мела КМА. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980. 84 с.
17. *Фролов В.Т.* Литология. Кн. 1; Учебное пособие. — М.: Изд-во МГУ, 1992. — 336 с.
18. *Фролов В.Т.* Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород. М.: Изд-во МГУ, 1964, — 309 с.
19. Проект на проведение работ по объекту: «ГДП-200 листов N-37-XXIII (Ряжск), N-37-XXIX (Мичуринск),M-37-I (Курск)», Том I. Воронеж, 2003.