

ISSN 1608-5833

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ

ТРУДЫ

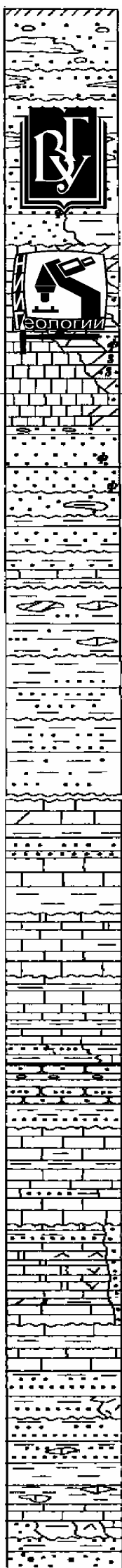
*Издаются с 2001 года*

ВЫПУСК 55

А.Д. Савко, Д.А. Дмитриев, Е.О. Иванова, А.Г. Чигарев

**ЛИТОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ САНТОНА  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КМА**

ВОРОНЕЖ 2009



ISSN 1608-5833

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ

ТРУДЫ

*Издаются с 2001 года*

ВЫПУСК 55

**А.Д. Савко, Д.А. Дмитриев, Е.О. Иванова, А.Г. Чигарев**

**ЛИТОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ САНТОНА  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КМА**

ВОРОНЕЖ 2009

УДК 552.52. (470.324)

**Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета.** Вып. 54. А.Д. Савко, Д.А. Дмитриев, Е.О. Иванова, А.Г. Чигарев. Литология и полезные ископаемые сантона центральной части КМА – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2009. - 108 с.: ил. 33 , библиогр. назв. 42.

ISSN 1608-5833

Рассмотрены распространение, геологическое строение, вещественный состав кремнисто-карбонатных пород сантонского возраста, распространенных в центральной части КМА (Курская, частично Белгородская и Орловская области). Приводятся различные геологические карты (фациальные, литологические, структурные, изомощностей и другие), выполнен стадиальный анализ, показано полигенетическое происхождение рассматриваемых образований. На основе детального исследования пород с помощью различных видов анализов, в том числе и прецезионных, фациальных построений, выделены перспективные участки для поисков различных видов минерального сырья, в том числе карбонатного, кремнистого, цеолитов.

Книга предназначена для специалистов в областях литологии, разведки и поисков полезных ископаемых, также для аспирантов и студентов направления «Геология».

Proceedings of the Voronezh State University Science-and-Research Geology Institute. Issue 54. A.D. Savko, D.A. Dmitriev, E.O. Ivanova, A.G. Chigarev. Lithology and mineral resources of the Santonian of the Kursk Magnetic Anomaly (KMA) central area. – Voronezh: Voronezh State University, 2009. – 108 p., 33 fig., 42 references.

ISSN 1608-5833

Distribution, geological structure, substance composition for the siliceous-calcareous rocks of the KMA central area (Kursk and partial Belgorod and Orel oblast's) Santonian are envisaged. The various geological maps (facial, lithological, structural, isopachous etc.) are enclosed, the stage analysis is realized, and the formations under study polygenetic provenance is disclosed. The perspective targets for the various types mineral resources (calcareous, siliceous, zeolites facies including) are proposed on a base of the deposits detailed study, including precise analyses and newly compiled facial maps investigation.

The book is intended for the specialists in lithology, prospecting and research of the mineral resources as well as for postgraduates and students of specialization “Geology”.

Научный редактор –  
д-р геол.-мин. наук проф. Г.В. Холмовой

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Краткий очерк геологического строения.....	8
1.1. Докембрий.....	9
1.2. Фанерозой.....	12
1.2.1. Девонская система.....	12
1.2.2. Каменноугольная система.....	12
1.2.3. Юрская система.....	12
1.2.4. Меловая система.....	13
1.2.5. Палеогеновая система.....	15
1.2.6. Неогеновая система.....	16
1.2.7. Четвертичная система.....	17
Глава 2. История исследований.....	18
Глава 3. Методика работ.....	22
3.1. Картографические построения.....	22
3.2. Полевые работы.....	24
3.3. Лабораторные исследования.....	25
3.4. Камеральные работы.....	26
Глава 4. Распространение и фациальные особенности отложений сантонского яруса.....	28
4.1. Фациальные особенности сантонских отложений Воронежской антеклизы.....	28
4.2. Фациальные особенности сантонских отложений центральной части КМА.....	29
4.3. Фациальные особенности сантонских отложений Курского района КМА (Восточная площадь).....	34
Глава 5. Классификации карбонатных и кремнистых пород.....	42
Глава 6. Характеристика карбонатных пород.....	48
6.1. Мергель мелоподобный.....	48
6.2. Мергель.....	51
6.3. Мергель трепеловидный.....	53
6.4. Мергель кремнеземистый.....	55
Глава 7. Характеристика кремнистых пород.....	61
7.1. Типы кремнистых пород.....	61
7.2. Генезис кремнистых пород.....	76
Глава 8. Полезные ископаемые сантонских отложений.....	83
8.1. Особенности геологического строения Восточной площади.....	83
8.2. Характеристика прогнозных участков.....	96
Заключение.....	101
Литература.....	103

## **ВВЕДЕНИЕ**

Сантонские образования широко развиты в центральной части Курской Магнитной аномалии (КМА). Это территория, ограничена на юге линией Обоянь-Старый Оскол, на севере широтой через Малоархангельск, на востоке границей выклинивания сантонских отложений, на западе границей с Днепроовско-Донецкой впадиной и включает Курскую, северо-восток Белгородской и юг Орловской областей. Образования сантона залегают вблизи дневной поверхности, сложены мел-мергельными породами и обычно перекрываются неоген-четвертичными отложениями. Кроме того, в верхних частях сантонских разрезов отмечаются глинисто-кремнистые породы, с которыми связаны месторождения силицитов, представляющих ценное сырье для строительной индустрии. Оно используется для производства трепельного гравия и легковесного строительного кирпича, адсорбентов, теплоизоляционных и полировальных материалов, наполнителей, катализаторов, изделий из керамики, в сельском хозяйстве. В каждой области народного хозяйства, где используются силициты (кремнистые породы), существуют свои требования к их составу и свойствам.

Помимо силицитов значительный интерес в сантонских отложениях представляют цеолитсодержащие породы. Цеолиты используются во многих отраслях промышленности в качестве катализаторов, сорбентов токсичных и радиоактивных веществ, как дефицитное сырье для различных областей агропромышленного комплекса. Работами Воронежского университета показано, что внесение цеолитсодержащих пород в почвы значительно увеличивает урожайность корнеплодов, в первую очередь сахарной свеклы, снижает вредное действие нитратов, оказывает благоприятное воздействие на структуру и состав почв.

Высокий процент загрязнения в развитых промышленных районах требуют использования экологического сырья, обладающего в первую очередь сорбционными свойствами, позволяющие поглощать, а иногда и утилизировать многие вредные компоненты. Таким сырьем в первую очередь являются цеолитсодержащие породы. Их применение позволит снизить концентрации ряда вредных примесей в почвах, поверхностных и подземных водах, получить экологи-

чески чистую продукцию. Проведенные различными авторами, в том числе геологами ВГУ, предварительные работы позволяют спрогнозировать высокую перспективность рассматриваемой территории на эти виды сырья (рис. 1). Для этого необходим поиск потенциально значимых площадей на территории Курской области и изучение их на предмет выявления ликвидного сырья, используемого без особой технологической переработки.

Настоящая работа основной целью имеет установление типов, особенностей вещественного состава, закономерностей формирования своеобразного комплекса сантонских пород центральной части КМА для прогноза поисков связанных с ними различных видов полезных ископаемых. Геологические материалы, положенные в основу предлагаемой читателю монографии, получены в результате специальных тематических работ по изучению сантонских отложений в 2005-2007 годах, проведении государственных геолого-съёмочных работ (ГДП-200) на территории листов М-37-І и N-36-XXXI в 2003-2007 годах. Кроме того, использованы многочисленные фондовые и опубликованные материалы, необходимые для написания этой работы.

Для достижения этой цели было необходимо решение следующих задач:

- 1 - изучить имеющиеся материалы по сантонским отложениям центральной части КМА;
- 2 - провести сбор фактических материалов в процессе полевых и камеральных работ, исследовать полученные материалы с помощью различных видов анализов, в том числе и прецизионных;
- 3 - выявить вещественный состав всех литологических типов сантонских пород, установить основные особенности их формирования и распространения по площади;
- 4 - провести стадийный анализ сантонских образований для выявления эпигенетических изменений, с которыми связано формирование силицитов;
- 5 - дать прогноз поисков различных полезных ископаемых в кремнисто-глинистых породах сантона.

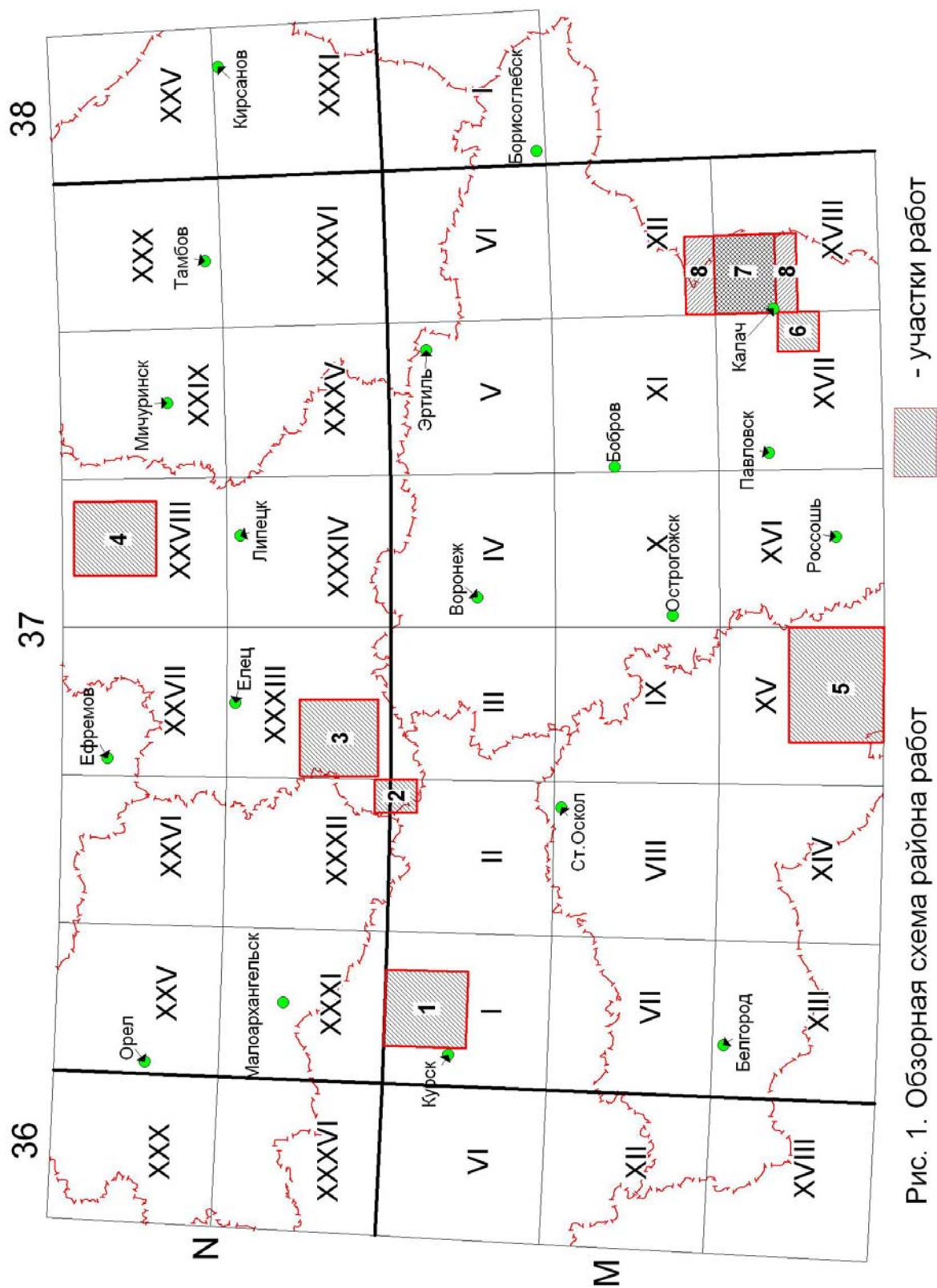


Рис. 1. Обзорная схема района работ

1 - Восточный; 2 - Воловский; 3 - Дубовецкий; 4 - Первомайский; 5 - Вейделевский; 6 - Вейделевский; 6 - вторичные каолины Калачеевский район; 8 - светлоглистые глины Калачеевский район; 7 - бентонитовые глины Калачеевский район

Особое место при проведении работ занимало составление фациальных карт, что диктовалось необходимостью научного обобщения фактического материала для создания научной прогностической основы при поисках различных видов минерального сырья, без которой они не могут быть эффективными. Комплексное изучение полезных ископаемых при поисковых работах с привлечением фациального анализа и прецизионных методов исследования вещества позволяет не только оценить перспективность выделенных участков, но и прогнозировать в них технологические свойства минерального сырья.

Фактологическая база работы основана на изучении керна 28 скважин, 20 обнажений, из которых было отобрано около 1000 проб. Выполнено и использовано 60 минералогических (иммерсионных) 250 дифрактометрических, 110 электронномикроскопических, 40 химических 120 гранулометрических, 20 микрозондовых 18 палинологических анализов. Описано 50 шлифов, использовано 30 лабораторно-технологических испытания. При составлении фациальных карт помимо собственных данных заимствовались описания скважин из 10 производственных отчетов.

Литологические анализы выполнены в лабораториях Воронежского государственного университета А.И. Мизиным, А.Е. Звонаревым, А.В. Жабиным, электронномикроскопический и микрозондовый – С.М. Пилюгиным. Палинологические определения проведены В.Г.Шпуль. Большую помощь при проведении работ оказали С.А. Ширшов, В.К. Бартенев, С.В. Мануковский, А.Е. Звонарев, О.Н. Евдокимов, А.В. Жабин, Е.В. Золототрубова. Всем перечисленным лицам авторы приносят свою благодарность.

При выполнении работы авторы сотрудничали с коллективами организаций: ОАО “Липецкгеология” Б.Е. Золотаревым и В.Е. Поповым; ООО НПП “Хорс” (Курская область) Е.А. Адамовым; ОАО “Белгородгеология” Е.И. Дунаем, Н.В. Кузовкиным, П.К. Синчуком; ОАО “Воронежгеология” Н.Ф. Гулюк, Г.В. Воротниковой. Всем им авторы выражают признательность за предоставление фактического и аналитического материала.



## Глава 1. Краткий очерк геологического строения

В настоящей главе, посвященной геологии рассматриваемого региона, рассматривается не только вся его территория, но и площадь вблизи г. Курска (участок Восточный), где сосредоточены месторождения ряда видов неметаллического сырья, которым обеспечиваются потребности в нем предприятия города. Здесь же предполагается нахождение новых месторождений, рентабельность освоения которых во многом обеспечивается близостью к источникам потребления, наличием инфраструктуры, рабочей силы и коммуникаций.

В геологическом строении центральной части КМА, включающей территорию Курской и частично Белгородской и Орловской областей (рис. 1.1), принимают участие дислоцированные и метаморфизованные породы архейского и раннепротерозойского возраста, образующие кристаллический фундамент, и образования девонской, каменноугольной, юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем (рис. 1.2 [46]).

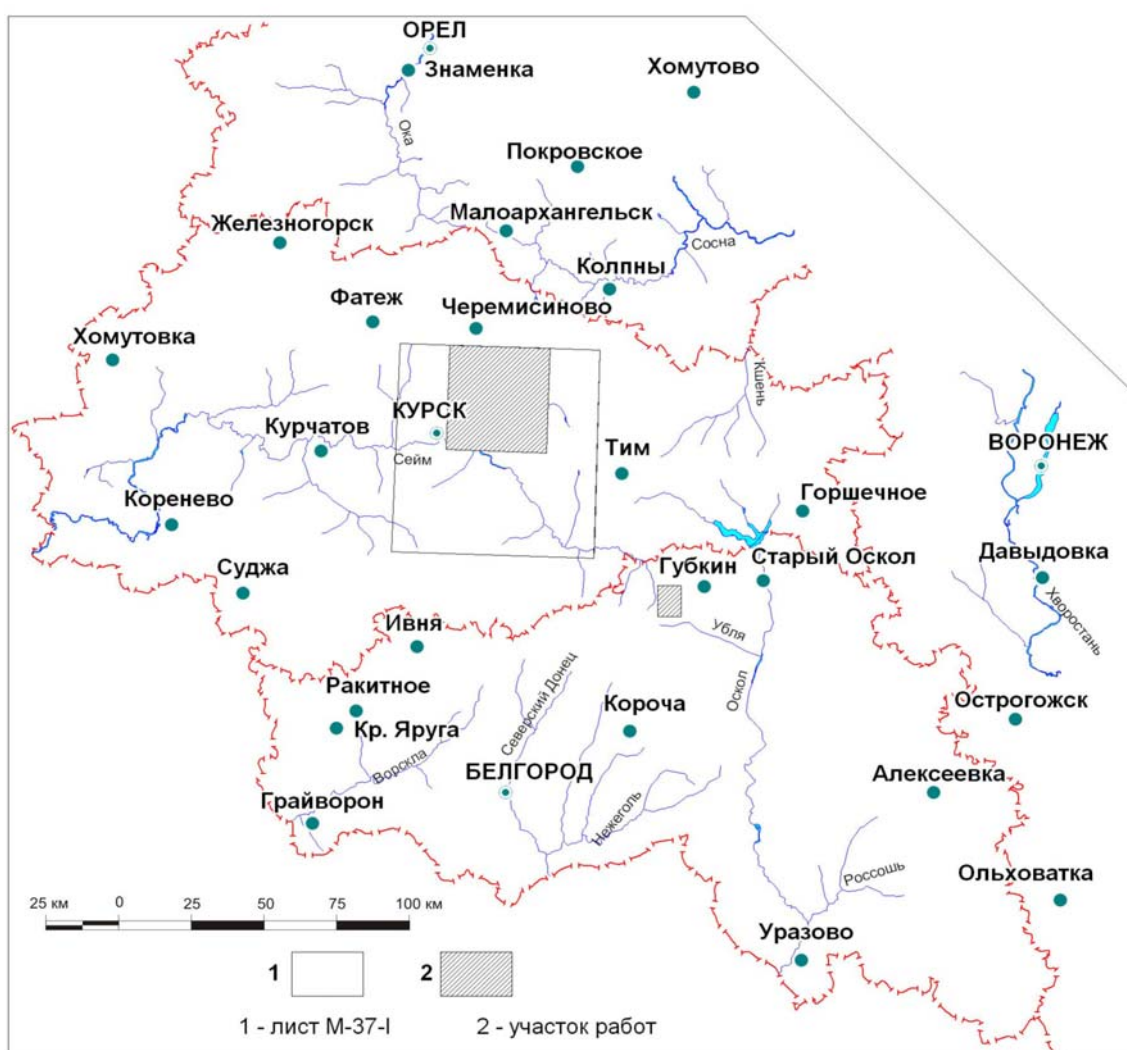


Рис. 1.1. Обзорная карта района работ

## 1.1. Докембрий

Докембрийские образования залегают на глубинах от 100 до 400 м и представлены архейскими и нижнепротерозойскими породами, прорванными интрузиями биотитовых плагиогранитов, и пород основного и ультраосновного состава.

*Архейская акрогема.* Архейские образования представлены обоянской (нижний архей) и михайловской (верхний архей) сериями. Обоянская серия сложена биотитовыми, гранат-биотитовыми, биотит-амфиболовыми и амфиболовыми плагиогнейсами. Михайловская серия представлена телами овальной формы и разделяется на александровскую и лебединскую свиты. Первая сложена ортоамфиболитами и ортосланцами основного состава, вторая - метариолитами, метадацитами и ортосланцами основного, реже среднего состава.

*Протерозойская акрогема* представлена породами курской и оскольской серий нижнепротерозойской эонотемы. Курская серия представлена кварцитами, олигомиктовыми песчаниками, метагравелитами, метаконгломератами и различными, часто углеродистыми сланцами, иногда с гранатом и ставролитом, мощностью 1550 м. Оскольская серия сложена метапесчаниками, сланцами различного состава, слабородными силикатно-карбонатно-магнетитовыми и железослюдково-магнетитовыми кварцитами, известняками и доломитами, матаэффузивами основного и кислого состава, ортосланцами, афировыми и плагиофировыми диабазовыми и андезитовыми порфиритами, их туфами, туфобрекчиями, кластолавами, метаандезито-базальтами, метаандезитами, метариодацитами, филлитовидными углеродистыми сланцами. Мощность серии тысячи метров.

*Интрузивные образования.* Наиболее древними из них являются раннеархейские перидотиты, серпентиниты, оливиновые габбро-амфиболиты, роговообманковые габбро беседенского комплекса. К позднеархейским относятся дуниты, серпентинезированные гарцбургиты, серпентиниты, габбро, габбро-амфиболиты, пироксениты сергеевского, плагиограниты и гранодиориты салтыковского, умереннощелочные плагиоклаз-микроклиновые порфировидные граниты атаманского комплексов. Породы курской серии интродуцированы микроклинизированными плагиогранитами, биотитовыми кварцсодержащими анортозитами, дайками и малыми интрузиями плагиогранитов, пегматитов, гранит-порфиров осколецкого комплекса.

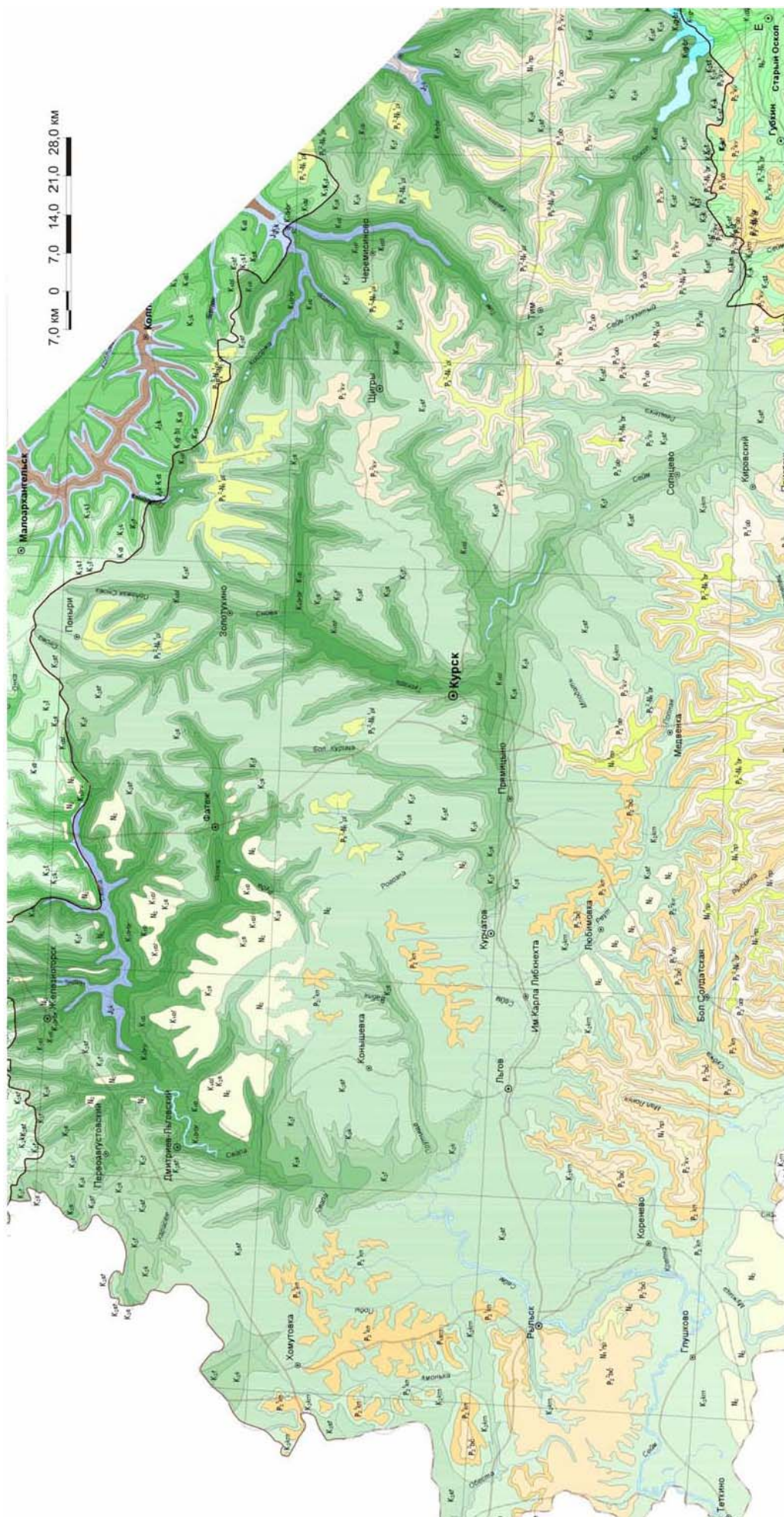




Рис. 1.2. Геологическая карта центральной части КМА

## 1.2. Фанерозой

### 1.2.1. Девонская система

Девонские образования (до 200 м) залегают на эродированной поверхности кристаллического фундамента на глубинах от 0 до 200 м и представлены породами среднего и нижнего отделов.

*Средний отдел* девона выделяется в объеме эйфельского и живетского ярусов. Эйфельский ярус объединяет дорогобужский, клинцовский, мосоловский и чернойарский горизонты. Они представлены пестрыми глинами, алевролитами, песчаниками, мергелями, доломитами, и известняками, общей мощностью до 60 м. Живетский ярус сложен преимущественно песчано-глинистыми породами воробьевского, ардатовского и муллинского горизонтов.

*Верхний отдел* девона представлен франским ярусом. Он делится на три подъяруса. Нижний сложен породами ястребовского и чаплыгинского, средний – саргаевского и семилукского, верхний – петинского, воронежского, евлановского и ливенского горизонтов. Нижний и средний подъярусы представлены преимущественно терригенно-глинистыми породами, верхний карбонатными.

### 1.2.2. Каменноугольная система

Карбон встречен восточнее Курска, в Курском грабене размером 3x4 км<sup>2</sup>, и представлен визейским ярусом нижнего отдела, сложенным глинисто-карбонатными (известняки), в меньшей степени алевро-песчано-глинистыми породами. Они залегают наклонно (свалы в грабен) и имеют мощность до 150 м.

### 1.2.3. Юрская система

Включает батский и келловейский ярусы среднего, оксфордский, кимериджский и титонский (волжский) ярусы верхнего отдела. Юрские отложения (до 60 м) распространены на всей центральной части КМА, где залегают под более молодыми породами. Подошва юрских образований представляет систему речных долин, разделенных уплощенными водоразделами с размахом рельефа до 30 м.

Породы батского яруса представлены песками, глинами, алевролитами и их промежуточными разностями. Отложения келловейского яруса залегают на размытой поверхности батских, реже девонских и докембрийских пород, и представлены глинами. Образования нерасчлененных оксфордского и кимериджского ярусов за-

легают на меньшей площади, чем келловейские, и сложены алевритами, пестрыми глинами, прослоями песчаного известняка. Отложения титонского яруса с размывом залегают на породах кимериджского, оксфордского, келловейского, батского ярусов и в различных структурно-фациальных зонах разделяется на ряд свит. Породы титонского яруса представлены темно-серыми тонкодисперсными глинами (шопинская толща) и серыми неравномерно алевритистыми глинами (половская свита). Венчает разрез прохоровская свита, сложенная мелко- среднезернистыми кварцевыми песчаниками с глауконитом, и известковистыми глинами.

#### 1.2.4. Меловая система

На рассматриваемой территории меловые отложения наиболее распространены, а их мощность колеблется от первых десятков до 100 м. Отложения меловой системы делятся на две различные по литологии толщи - нижнюю терригенную в объеме неокомского надъяруса, аптского, альбского и сеноманского ярусов и верхнюю - преимущественно карбонатную, представленную породами туронского, коньякского и сантонского ярусов.

Отложения нижнего мела залегают на породах различных ярусов юрской системы, а участками на более древних образованиях. По фаунистическим комплексам, литологическим особенностям выделяются валанжинский, готеривский, барремский, аптский и альбский ярусы.

Отложения *валанжинского* яруса распространены в северной части исследуемой территории примерно до широты г. Курска. Они имеют весьма изменчивую мощность (от 2 до 14 м) и представлены песчано-глинистыми образованиями зеленовато-серого цвета с включениями бурых оолитов. В основании яруса иногда отмечаются прослой сидеритового песчаника с гнездами железистых оолитов и с включениями мелких галек фосфорита.

*Готерив-барремские* отложения в основании повсеместно представлены темными, почти черными глинами, песчано-слюдистыми, участками переходящими в глинистые уплотненные пески с неясной косою слоистостью и редкими прослойками сидеритовых песчаников. В средней части готерив-барремских отложений широко распространены глины, с гнездами и тонкими прослойками алеврита, реже разнозернистого песка.

Отложения *аптского яруса* (до 38 м) распространены повсеместно и имеют эрозионные границы. Они сложены различными по генезису континентальными отложениями, представленными глинисто-песчаными породами, образовавшимися в пределах аллювиальной равнины. В нижних частях разрезов залегают русловые пески, в средней – неповсеместно озерно-болотные глины, а в верхней – пойменные мелко- и тонкозернистые пески и алевриты. Большинство же разрезов сложено только кварцевыми песками. Это могут быть целиком песчано-гравийные образования, разнозернистые (от крупно- до тонкозернистых), крупно-средне-, мелко- и тонкозернистые пески. Отмечаются площади, где русловые пески полностью слагают разрез. Они расположены рядом с полями развития озерно-болотных фаций, представленных темно-серыми и серыми глинами.

Отложения *альбского яруса* (до 10 м) залегают на аптских, а перекрываются повсеместно песчаными породами сеномана. На всей исследованной территории альбские образования представлены толщей разнозернистых песков, изменяющихся по гранулярному составу как по площади, так и в разрезах, и сформировавшихся в мелководно-морском бассейне нормальной солености в обстановке переменного гидродинамического режима.

Отложения *сеноманского яруса* (до 15 м) обычно согласно залегают на альбских и представлены толщей мелко-среднезернистых песков зеленовато-серого цвета, содержащих глауконит и фосфориты.

Отложения *туронского и коньякского ярусов* (губкинский надгоризонт) мощностью до 45 м в объеме тускарьской свиты губкинского горизонта развиты на обширных площадях рассматриваемого региона и представлены кокколитофоридовыми меловыми породами. Иногда мел включает прослой глины, желтовато-серой и светло-серой мощностью до 0,8 м. Местами по прожилкам и порам мел слабо ожелезнен, встречены раковины брахиопод, фрагменты раковин моллюсков и остатки рыб. *Коньякские* (до 20 м) мела в объеме чернянской свиты в направлении с юга на север закономерно сменяются известковистыми алевритами.

Характерной особенностью *сантонского яруса* (до 140 м) является его широкий спектр пород – от мела и мелоподобного мергеля до кремнеземистых мергелей, известковистых глин, опок, трепелов, песков и алевритов. Сантонский ярус в объеме шиловского надгоризонта, включает терепшанскую и подгорненскую объеди-

нённые свиты, с размывом залегает на чернянской свите, а локально на дятьковской свите. Представлен мергелями, опоками, трепелами, трепеловидными глинами. Мергели зеленовато-серые, светло-серые и темно-серые, местами ожелезнённые, с гнёздами песка, со следами илороев, с нанопланктоном, с губками характерными для нижнего сантона.

Характер изменения мощностей образований сантонского яруса частично наследует характерные черты современного рельефа, что связано с приповерхностным залеганием, в большинстве случаев, непосредственно под четвертичными отложениями и связью с эрозионными постсантонскими процессами. Увеличение мощностей наблюдается в сторону водоразделов. На юге и юго-западе мощности, в наиболее возвышенных частях достигают 63,8 м, на северо-западе эти значения не превышают 46,7 м, в центральной 50,0 м, на северо-востоке 38,5 м.

### **1.2.5. Палеогеновая система**

Палеогеновые отложения трансгрессивно залегают на породах различных ярусов верхнего мела. В составе палеогеновой системы выделяются эоцен, олигоцен, олигоцен-миоцен, разделяющиеся на более дробные региональные и местные стратиграфические подразделения.

Отложения *эоцена* представлены породами *каневской серии и бучакской свиты горизонта* объединенных, киевской и обуховской свит. Отложения первых двух подразделений (до 34 м) распространены только в юго-западной части района, очень близки по литологическому составу и связаны постепенными переходами. Это толща переслаивающихся песков, песчаников, опоквидных глин.

Отложения киевской свиты (до 19 м) развиты на большей площади, по сравнению с таковыми каневской и бучакской свит и представлены песками, алевролитами и глинами. Иногда в нижней части наблюдается два прослоя (мощность 0,1 м) опоквидного песчаника. Песок зеленовато-серый и тёмно-серый, разномерный, слюдистый, в различной степени глинистый, с отдельными гравийными зёрнами кварца. Алевролиты светло-серые со слабым желтоватым оттенком, слюдистые, с редкими пятнами и полосами ожелезнения, с примесью песчаного материала. Глины зеленовато-серые, беловато-серые до белых, пластичные, опоквидные, в нижней части ожелезнённые и песчаные.



Обуховская свита (до 8 м) с размывом залегает на киевской, слагается опокой и опокovidными глинами. Опока светло-серая до белой, иногда с зеленоватым оттенком, слюдистая, в нижней части опесчанена, пятнисто и полосчато ожелезненная. Глина зеленовато-серая, жёлто-белая, слюдистая, с примесью песчаного материала, содержит тонкие прослои (мощностью до 0,2 м) опокovidного песчаника. Верхний горизонт обуховской свиты представлен опокovidными песчаниками светло- и зеленовато-серыми, иногда охристо-желтыми, тонкозернистыми, средней крепости, слабо слюдистыми. *Олигоцен* в составе кантемировской свиты распространен в южной части листа, где с размывом залегает на киевской и обуховской свитах, представлен песками и алевритами. Пески зеленовато-серые, светло-серые мелко- и среднезернистые слабо глинистые. Алевриты светло-серые и зеленовато-серые, глинистые, слюдистые, иногда неясно слоистые, с мелкими редкими пятнами ожелезнения. Мощность свиты изменяется от 1 до 14 м.

*Олигоцен-нижний миоцен* объединены в полтавский надгоризонт, состоящий из берекской свиты и представленный преимущественно песками. В нижней части свиты развиты глины серые и зеленовато-серые неравномерно песчанистые, тонколистватые, иногда с присыпками алеврита и тонкозернистого песка по наслоению. Пески светло-серые, белые, ярко-желтые, розовые, тонко- и мелкозернистые, кварцевые, сыпучие, слабо глинистые, слюдистые, неравномерно ожелезненные, иногда с отдельными крупными (до 1 мм) хорошо окатанными зернами кварца. Мощность берекских отложений колеблется от первых метров до 35-40 м. С полтавскими песками связаны повышенные концентрации титан-циркониевых минералов.

### **1.2.6. Неогеновая система**

Представлена миоценом, состоящим из нерасчлененных новопетровской и краснояржской свит, породы которых слагают пониженные водораздельные пространства, представляя собой древнейшую аллювиальную свиту. Имеют островное распространение, развиты только в северной половине площади района и в её юго-западной части. Залегают с размывом на отложениях верхнего мела, кантемировской и берекской свит, перекрываются четвертичными отложениями. Свиты представлены песками кирпично-красными, бледно- и оранжево-желтыми, тонкозернистыми, глинистыми, слюдистыми. В северо-западной части листа они сложе-

ны песками оранжево-желтыми, грубозернистыми, в основании с включением обломков железистых песчаников. Мощность описываемых отложений 6-8 м.

### **1.2.7. Четвертичная система**

Четвертичные отложения на описываемой территории распространены почти повсеместно. По литологическим признакам, условиям залегания и в меньшей мере по палеонтологическим остаткам выделены образования эоплейстоцена, всех трех разделов неоплейстоцена и голоцена. Они представлены лессами, покровными суглинками с прослоями почв, песками перигляциального аллювия. Мощности четвертичных отложений в среднем колеблются от 5 до 10 м, наименьшие на водоразделах, наибольшие – на склонах.

## **Глава 2. История исследований**

На изучаемой территории было проведено значительное количество работ геологического характера. По направлениям их можно разделить на три типа: первый – региональное, направленное на комплексную геологическую, включающую гидрогеологическую, инженерно-геологическую съёмки. Ко второму типу можно отнести работы поискового, поисково-оценочного и разведочного характера, к третьему – публикации и монографии.

К первому типу предшествующих работ геологического характера можно отнести геологическую съёмку масштаба 1:200 000, проведенную в 1955-1956 годах [21], завершившуюся изданием карты дочетвертичных отложений и объяснительной записки к ней [22]. В результате этих исследований получена подробная характеристика геологического строения района в соответствии с действовавшей легендой, обобщены данные по минерально-сырьевым ресурсам. Примерно в это же время и позднее на территории листа проводились работы по гидрогеологической съёмке масштаба 1:200 000 [34], на западе и севере территории – геолого-гидрогеологические, гидрогеологические и инженерно-геологические съёмки масштаба 1:50 000 [53-56]. В конце 70 и начале 80 годов двадцатого изучаемая территория была охвачена работами по глубинному геологическому картированию докембрийских образований [25-26]. В 60-е годы были составлены гидрогеологические, гидрохимические и инженерно-геологические карты на территорию КМА [57-58]. Результаты этих работ внесли существенный вклад в изучение строения территории и дали большой объем фактического материала.

В конце двадцатого века проводились обобщающие работы по составлению геологических карт масштаба 1:1 000 000 [13,38], совершенствованию легенд и стратиграфических схем для крупномасштабного геологического картирования [44]. Геологические карты четвертичных и дочетвертичных образований были составлены также в 1965 году, как приложения к монографии «Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии» [9,10]. Сведения, содержащиеся в этих изданных и отчетных материалах, позволяют достаточно детально представить геологии рассматриваемой площади.

В 2006-2008 годах были проведены работы геологического доизучения масштаба 1:200 000 на площади листов М-37-І (Курск) и N-36-XXXI (Малоархан-

гельск) [11]. В ходе работ были обоснованы возрастные интервалы для стратиграфических подразделений девонской, юрской, меловой и четвертичных систем на основании флористических и фаунистических характеристик. Впервые была построена карта четвертичных образований на территории листа М-37-І. Были впервые выявлены три перспективных участка на бентонитовые глины для изготовления буровых растворов в отложениях сантонского яруса, киевской и обуховских свит эоцена. Выявлены прогнозно-минералогические площади на фосфатное сырье, цеолиты и титан-циркониевые россыпи. Подсчитаны прогнозные ресурсы по категориям  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$ . Так, в пределах рассматриваемой территории выделены прогнозно-минералогические площади на цеолиты и бентониты в сантонских образованиях, прогнозные ресурсы по категории  $P_2$  на цеолиты – составляют 339,7 млн. тонн и 508,8 млн. м<sup>3</sup> на бентониты.

Наличие цеолитов как ценного природного адсорбента привлекло внимание исследователей в начале 90 годов. Распад СССР привел к тому, что многие разрабатываемые месторождения минерального сырья оказались за рубежами Российской Федерации. В связи с этим, интерес исследователей привлекли неглубоко залегающие отложения цеолитсодержащие породы верхнемелового возраста. Наличие в этих породах цеолитов было известно исследователям на рубеже 70-80 годов прошлого века [23, 48].

Первыми работами на цеолитсодержащее сырье, в соседней с Курской - Орловской областями (Хотынецкий район) проводились в 1988-1991 годах Юго-Западной ГРЭ [59]. В ходе работ были получены положительные результаты. Полезная толща относится к коньякскому ярусу верхнемеловой системы и представлена трепелом. Трепел, несмотря на невысокие содержания клиноптилолита, по своим физико-химическим параметрам (адсорбция, катионный обмен, влагоемкость, термо-кислотоустойчивость, содержание токсичных элементов и др.) согласно классификации ВНИИгеолнеруда относятся к рудам среднего качества, которые не уступают и даже превосходят показатели разрабатываемых месторождений туфогенно-осадочного происхождения (Пегасское, Тейжуженское и др.).

В Курской области первые работы по поискам цеолитсодержащего сырья были проведены в 1993 году ГГП "Югозапгеология". Опираясь на геологосъемочные работы масштаба 1:500000 [1994], в ходе которых установлено наличие

цеолитов в сантонском ярусе были выделены перспективные площади. К продуктивной толще относится мергель сантонского яруса. На эталонном объекте площадью 380 км<sup>2</sup> в ходе бурения и опробования было подтверждено наличие цеолитов. В ходе работ была проведена комплексная оценка цеолитсодержащих пород по категории P<sub>3</sub> [39]. В 1998 году основываясь на этих материалах, были уточнены прогнозные ресурсы цеолитов по Курской области в количестве 50 млн. тонн [40].

Целенаправленные работы по поискам цеолитсодержащего сырья были обозначены в 1993 году, но из-за отсутствия финансирования они начались в 1995 году ООО НПП “Хорс” и завершились в 2000 г. сдачей информационного отчета. В результате проведенных поисковых работ были выявлены и оценены прогнозные ресурсы по категории P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> и P<sub>3</sub> три участка (Южный, Западный и Восточный) цеолитсодержащих пород в образованиях сантонского яруса [41]. Лабораторными исследованиями установлено, что сырье можно рекомендовать к использованию при производстве цемента, а также данные породы могут быть применены в качестве биологически активных добавок в комбикорма и при производстве различных видов удобрений. Трепел и трепеловидные глины Западного и Южного участка были испытаны на предмет получения термолита, результаты показали пригодность трепеловидных глин Южного участка на возможность получения из них керамзита марки “200”.

Всё это позволило рекомендовать дальнейшие поисковые и оценочные работы в первую очередь на Восточном участке, на котором выявлены руды с наибольшими содержаниями клиноптилолита и оценить породы сантонского яруса на возможность получения керамзита и термолитового гравия.

Разведочные работы, направленные на исследование пород сантонского яруса на сырье для производства термолитовых заполнителей в бетон, легковестного кирпича и керамзита в пределах Курской области, проводились в различные годы Юго-западной экспедицией. К ним, в первую очередь, можно отнести работы на Курско-Поповском, Сапоговском и Котовско-Гудовском месторождениях, а также, на участках: Отрешково-Винниково; Дубовецком, Касторенском, Журавлинском [12, 18-20]. Эти работы показали, что трепеловидные породы сантона пригодны для производства кирпича легковестного, сырье Курско-Поповского месторождения не пригодно для производства керамзита. На Сапоговском месторождении мергели и

трепеловидные породы могут использоваться для получения термолита и термолитового песка.

В итоге отметим, что породы сантонского яруса в Курской области используются как: керамический полнотелый кирпич марки 75 (Котово-Гудовское месторождение); сырье для минеральной ваты (Моквинское месторождение), термолит (Сапоговское месторождение); кирпич с 19-ю пустотами марки 175 и 32-мя пустотами марки 100 (Люшинское месторождение) [8]. Эти породы перспективны как сырье на: бентониты, цеолиты, адсорбентов, особенно широк спектр применения в сельском хозяйстве.

Характеристика месторождений неметаллических полезных ископаемых приведена, в том числе и в Курской области, приведена в работах [47].

Среди монографий и статей, в которых освещены различные аспекты геологии осадочных образований и их полезных ископаемых, можно отметить работы геологов Москвы, Курска и Воронежа [1, 5; 17, 33 35-37, 44, 46, 48-50, 53, 60, 64]. Вместе с тем существует настоятельная необходимость детальных исследований на предмет прогноза и поисков новых видов минерального сырья в породах различных стратиграфических подразделений, в частности сантонского яруса с изучением зависимости технологических свойств полезного ископаемого от его минерального состава и различных к нему примесей.

## Глава 3. Методика работ

При создании настоящей монографии проводились картографические построения, полевые работы, лабораторные исследования, камеральные работы, осуществлялось компьютерное сопровождение работ.

### 3.1. Картографические построения

На начальном этапе была собрана, обобщена и систематизирована вся имеющаяся информация по сантонским образованиям центральной части Курской магнитной аномалии. Основными источниками являлись геолого-съёмочные, тематические отчеты и опубликованные материалы разных лет. На следующем этапе в качестве основы для построения специальных карт (карты поверхности кровли, поверхности подошвы, изомощностей, мощностей вскрышных образований) составлялась база данных в табличной форме программы MapInfo. Одновременно строились специальные карты и первичный вариант литолого-фациальной карты.

На заключительном этапе с учетом всей имеющейся фондовой и полученной в полевых условиях информации, лабораторных исследований, а также с использованием специальных карт, была построена окончательная литолого-фациальная карта, которая составила основу прогнозных построений. В дальнейшем при выделении участков на прогнозных картах использовался весь картографический материал для определения оптимальных горно-геологических условий. Методики составления комплекта специальных карт общеизвестны и широко используются в геологической практике.

В качестве основы для построения выше перечисленных специальных карт составлялась база данных с последующей интерполяцией значений из таблицы с помощью программы «Surfer» и последующей интерполяцией вручную и адаптацией их под MapInfo.

При построении карт минеральных ассоциаций (по данным иммерсионного и рентгеноструктурного анализов) были использованы все возможные анализы, имеющиеся на данный момент. В некоторых случаях большинство анализов предшественников не учитывалось из-за низкого их качества. В итоге на круговой диаграмме каждый минерал отображался своим цветом, а площадь его в объеме круга соответствовал процентному содержанию. При резкой вариации минерального состава выделялись области минеральных ассоциаций.

Необходимость построения карт минеральных ассоциаций пелитовой составляющей обусловлена рядом причин, из которых, на наш взгляд, две основополагающие. Первая, отражающая практическую сторону проблемы – минералогия глинистой составляющей существенно влияет на качество и технологические особенности глинистого сырья. Зная состав и закономерности распространения глинистых минералов по площади и вариации их соотношений в разрезах можно прогнозировать сырье с необходимыми технологическими свойствами. Вторая затрагивает больше генетические особенности – ассоциации глинистых минералов играют значительную роль в определении условий образования пород, позволяют воссоздать фациальную обстановку осадконакопления, палеогеографию региона, стадии литогенеза.

Составлению карты распространения литологических типов сантонских отложений предшествовало расчленение разрезов на литологические пачки близких по минералого-петрографическому составу и текстурно-структурным признакам пород, выяснение взаимоотношений выделяемых литотипов как по площади распространения, так и по положению в разрезах с обязательным подсчетом баланса пород. Мощности разрезов с установленным положением кровли и подошвы продуктивной толщи принимались за 100 %. Затем проводился подсчет процентного соотношения мощностей различных литотипов в разрезах. При этом, породы, составляющие менее 10% всего разреза на картах не показывались. Литотипы, мощности которых составляют 10-30% от суммарной мощности, на картах представлены одной полосой соответствующего цвета, литотипы составляющие 30-50% - двумя полосами; 50-70% - тремя; 70-90% - четырьмя; более 90%-пятью. Границы резких изменений состава пород или процентного соотношения между литотипами в плане и в разрезе отражаются на карте изменением количества полос и соответствуют границам зон.

На картах фактического материала выносились не только данные по фондовым материалам (в основном скважины), но и наши данные полевых исследований (обнажения) 2005-2006 годов, а в некоторых случаях и опробованные скважины. На основе цифровой версии карты фактического материала в таблице MapInfo создана база данных. В табличной форме приведена информации по местоположению скважин в координатах XY, List – номенклатурный номер листа, на которой распо-



ложена скважина, Text – номер скважины, Z – абсолютная отметка скважины, Z<sub>g</sub> – абсолютная отметка забоя скважины, M – мощность полезной толщи, АОК – абсолютная отметка кровли продуктивного горизонта, АОР – абсолютная отметка подошвы продуктивного горизонта, MV – суммарная мощность перекрывающих отложений.

Цифровые модели (ЦМ) всех элементов каждой из карт комплекта приведены на машинных носителях в транспортном формате, текст – в текстовом редакторе MS Office, включая весь графический материал. В процессе компьютерной обработки выполнены следующие виды работ: 1-пополнение картографической базы данных, 2-создание ЦМ карт в среде MapInfo, 3-увязка цифровых карт по границам листов, 4-автоматизированное оформление компьютерных макетов к картам.

### 3.2. Полевые работы

Полевые работы проводились в течение 2003 -2007 годов. При этом проводилось: 1-изучение и опробование опорных разрезов; 2-проведение рекогносцировочных, увязочных и поисковых маршрутов; 3-изучение и опробование керн скважин; 4-проходка горных выработок; 5-опробование.

*Изучение опорных разрезов.* Проводилось по обнажениям, карьерам и разрезам картировочных скважин.

*Проведение рекогносцировочных, увязочных и поисковых маршрутов.* Осуществлялось в 2005-2006 годах. В конце подготовительного этапа, после изучения фондовых материалов, были намечены к повторному изучению обнажения и карьеры, в которых вскрывались наиболее полные разрезы сантонских пород, в том числе разрезы с проявлениями полезных ископаемых, в первую очередь силицитов. В процессе проведения рекогносцировочных маршрутов проводилась заверка выделенных объектов опробованием, и намечались разрезы для дальнейшего изучения. При проведении поисковых маршрутов осуществлялось опробование толщ полезных ископаемых, отбор проб на испытания и анализ.

*Изучение керн скважин.* Керн скважин для опробования и изучения, с целью подтверждения фациальных зон и их границ и уточнения минерального состава любезно предоставлен НПО «Хорс» (г. Курск) и геолого-съёмочным отрядом Научно-исследовательского института геологии Воронежского университета.

*Опробование* проводилось борздовым и точечным способами. Основными критериями отбора проб служили изменение состава пород, их цвета, текстурно-структурных особенностей и других признаков, необходимых для выявления литологических типов. Попутно проводилось фотографирование обнажений и отдельных их деталей.

### 3.3. Лабораторные исследования

Лабораторные исследования выполнялись в сертифицированных лабораториях по стандартным методикам с целью изучения вещественного состава пород, выявления их литотипов для фациальных построений и оценки качества сырья. Они проводились силами нескольких организаций, но основная доля определений приходится на лаборатории ВГУ. При этом выполнялись анализы: 1 - гранулометрический; 2 - иммерсионный минералогический; 3 - минералогический и петрографический (изучение в шлифах); 4 - рентгеноструктурный; 5 – химический; 6 – электронномикроскопический; 7 - микронзондовый; 8 - палинологический (споро-пыльцевой).

*Гранулометрический анализ.* Его результаты явились основой для уточнения условий формирования и решения вопроса пригодности в качестве определенных видов сырья во вскрышных породах, в том числе как формовочного. Рассев песков проводился в лаборатории ВГУ, в соответствии с принятыми инструкциями.

*Иммерсионный минералогический анализы.* После отсева песков проводилось выделение тяжелой фракции в бромформе с последующим ее взвешиванием и просмотром в иммерсионных препаратах с подсчетом 300 зерен. Просмотру подвергались 2 размерные фракции 0,25-0,1 и 0,1-0,05мм при контроле  $> 0,25$  с последующим пересчетом минералогического состава на 0,25-0,005. При пересчете учитывалась доля каждой фракции. Анализ проводился в минералогической лаборатории ВГУ А.Е. Звонаревым, с использованием принятых инструкций.

*Минералогический и петрографический.* Использовался обычно при изучении силицитов в шлифах, проводился Д.А Дмитриевым. Особое внимание обращалось на структурно-текстурные признаки, минералы кремнезема и процессы замещения кремнеземом карбонатного вещества, дающие всестороннее представление о составе и структуре породы.

*Рентгеноструктурный анализ.* Изучение минералогического состава методом рентгеновской дифракции глинистых пород Воронежской антеклизы с целью выяснения их генезиса проведено в лаборатории геохимии и минералогии почв Ин-

ститута физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ИФ-ХиБПП РАН) г. Пущино Московской области. Заведующий лабораторией – к.б.н. Алексеев А.О., аналитик главный специалист подразделения Осина Галина Михайловна. Анализы проведены на ДРОН-3 (CuK $\alpha$ -излучение, Ni-фильтр) в режиме сканирования с шагом  $0.1^\circ 2\Theta$  и временем сканирования 5 сек. Препараты для съемки готовили с использованием стандартной (20 мг) навески образца методом осаждения водной суспензии на стекло размером 25мм x 25 мм. При этом изучены естественные образцы при комнатной температуре, насыщенные этиленгликолем и прокаленные до температуры  $350^\circ$  и  $550^\circ$  С. В лаборатории использовался модифицированный дифрактометр ДРОН-3 с системой компьютерного управления, сбора и обработки данных на базе персонального компьютера РС АТ. Система автоматизации дифрактометра имеет пакет программ, обеспечивающий широкий набор операций для качественного и количественного минералогического анализов. Незначительная часть анализов была выполнена в ВГУ на дифрактометре ДРОН – 2, аналитик А.В. Жабин.

*Химический анализ.* Анализы 31 пробы на 12 компонентов были выполнены в сертифицированной химической лаборатории Воронежского рудоуправления (пос. Стрелица Хохольского района).

*Электронномикроскопический анализ.* Снимки препаратов из образцов глин выполнены на растровом электронном микроскопе Jeol 6380 LW, а *микронзондовые* с помощью энергодисперсионного анализатора INKA 250 (ВГУ). Ускоряющее напряжение 20 кВ, ток зонда 1-2 нА, диаметр зонда 2 мкм. Точность анализов систематически контролировалась по природным и синтетическим эталонам. Аналитик Пилюгин С.М.

Для определения возраста пород по 18 пробам проведены *палинологические* исследования - аналитик канд. г.-м. наук В.Г. Шпуль.

Результаты всех проведённых аналитических работ систематизированы и сведены в таблицы.

### **3.4. Камеральные работы.**

После каждого полевого сезона по мере пополнения данных выполнялась промежуточная камеральная обработка. Она заключалась в систематизации всех проб, составлении предварительных вариантов дополнительных и вспомогатель-

ных карт (схем), уточнении литолого-фациальной карты, карт и схем локальных площадей поисковых работ, исследованию закономерностей размещения полезных ископаемых в сантонских породах.

Окончательная камеральная обработка проводилась после последнего полевого сезона и включала в себя:

1 - окончательную обработку, увязку и обобщение полевых материалов, переинтерпретацию результатов предыдущих исследований по проведенным на данной территории поисковым и разведочным работам;

2 - интерпретацию лабораторных литологических, стратиграфических и других исследований и составление сводных описаний по каждому участку;

3 - определение границ и объёма сантонских отложений в соответствии с легендой Воронежской серии листов Государственной геологической картой РФ масштаба 1:200000.

4 - составление прогнозной карты на фациальной основе;

5 - оценка перспективности и прогноз ресурсов полезных ископаемых;

Подсчёт *прогнозных ресурсов* проводился путём прямого расчёта с применением понижающего коэффициента (коэффициента достоверности [29]), учитывающего более сложную, чем показана на схемах прогноза, конфигурацию прогнозных площадей, высокую изменчивость мощности и качества продуктивных толщ. Поскольку все виды полезных ископаемых представлены пластовыми залежами, прогнозные ресурсы подсчитывались по единой схеме:

$$Q = S_{\text{пр}} \times m_{\text{ср}} \times k_{\text{д}} \times c,$$

где  $Q$  – прогнозные ресурсы;  $m_{\text{ср}}$  – средняя мощность пласта;  $S_{\text{пр}}$  – прогнозная площадь в км<sup>2</sup> (считается автоматически по электронному макету карты);  $k_{\text{д}}$  – коэффициент достоверности (выбирался в соответствии с категорией прогнозных ресурсов [29]);  $c$  – коэффициент пересчета единиц измерения. На исследуемой территории подсчитаны прогнозные ресурсы стекольных песков, цеолитов, бентонитовых и светложгущихся глин, вторичных каолинов.

## **Глава 4. Распространение и фациальные особенности отложений сантонского яруса**

Для воссоздания различных условий осадконакопления в сантонский век на исследуемой площади нами рассмотрены фациальные особенности на всей территории Воронежской антеклизы, в центральной части КМА и для отдельных участков последней.

### **4.1. Фациальные особенности сантонских отложений**

#### **Воронежской антеклизы**

На территории Воронежской антеклизы отложения сантонского яруса имеют наиболее широкое площадное распространение по сравнению с другими стратиграфическими подразделениями меловой системы [46]. Отличительной особенностью сантона является широкий литологический спектр слагающих его пород - от мела и других карбонатных пород до различных силицитовых образований (рис. 4.1).

Мел и мелоподобные мергели развиты на юге и юго-востоке антеклизы. В северном и северо-западном направлениях в отложениях сантона постепенно увеличивается примесь глинистого и кремнистого материала, и высококарбонатные породы фациально замещаются плотными, серыми, в разной степени глинистыми, кремнеземистыми мергелями. Еще далее к северу, в направлении предполагаемой суши, в разрезах сантона появляются трепеловидные глины, трепелы, опоки, а также прослойки алевроитов и песков. На крайнем северо-западе и юго-востоке антеклизы сантон полностью сложен высококремнистыми силицитами - опоками с про- слоями трепелов.

На северо-восточном склоне развиты исключительно опокovidные алевролиты и песчаники, в основании которых повсеместно отмечается фосфатонная пачка мощностью до 0,7 м. Общая мощность отложений яруса колеблется от первых до 140 м (в районе г. Белгорода), закономерно увеличиваясь в южном и юго-восточном направлениях для центральных и западных районов антеклизы и к востоку - юго-востоку - для восточной ее окраины (рис. 4.1А).

В подавляющем большинстве глинистая составляющая, как карбонатных, так и кремнистых пород, представлена гидрослюдисто-монтмориллонитовой ассоциацией (рис. 4.1Б) [24, 47]. К пелитовой части приурочены цеолиты.

## 4.2. Фациальные особенности сантонских отложений центральной части КМА

Здесь сантонские отложения развиты повсеместно, обычно дренированы речной сетью, нередко залегают вблизи дневной поверхности. Их мощности на севере территории составляют от 6 до 20 м, при размыве уменьшаются до 1,5-2,5 м. По направлению на юг они возрастают до 30-40 м у границы Обоянь-Старый Оскол и до 50-60 м в районах городов Льгова и Рыльска.. Сантонские породы с размывом залегают на турон-коньякских карбонатных образованиях, реже на сеноманских и даже альбских глауконит-кварцевых песках.

В южной и западной частях района развиты преимущественно кремнеземистые мергели (рис. 4.2). Они нередко в верхней части сменяются трепелами и опоками мощностью до 5-6 м. В разрезах часто отмечаются глинистые разности, прослойки опокovidных глин в кровле, а также глауконитовых песков и алевроитов, тяготеющих к северо-восточной части района.

Кремнеземистые мергели прочные, крепкие, шероховатые наощупь, имеют серый с зеленоватым оттенком цвет, раковистый или остроугольный изломы, плитчатую мелкощебенчатую отдельность, ихнитовую текстуру. Зеленоватый оттенок породе придает постоянное присутствие глауконита в количестве 3-6 %. Мергели в большей или меньшей мере алевроитистые, с ходами илюдов, остатками тонкостенных раковин, ростров белемнитов, чешуй рыб. Глинистые разности во влажном состоянии мягкие, жирные наощупь, тяжелые, слюдяные.

Основная породообразующая масса мергелей сложена пелитоморфным кальцитом (65-73%) в смеси с глинисто-опаловым материалом. В кремнеземистых разностях содержание опала на 5-10 % выше, чем в глинистых разностях, занимающих по отношению к первым резко подчиненное положение. В пелитовой составляющей преобладает монтмориллонит с примесью гидрослюды и цеолита (клиноптилолит). В шлифах видно, что микроскопические органические остатки представлены раковинами фораминифер, редких радиолярий, спикулами кремневых губок. Нередко раковины фораминифер растворены, а образовавшиеся на их месте полости заполнены микрозернистым кальцитом.



Приложение к рисунку 4.6

IA	1	IAБ	2	IBA	3	IIA	4	IIAB	5	IIBA	6	IIБ	7	IIБВ	8	IIББ	9
IIВ	10	IIIГ	11	IIIA	12	IIIAБ	13	IIIBA	14	IIIB	15	IIIBВ	16	IIIB	17	IIIG	18
IVA	19	IVБ	20	IVB	21	IVГ	22	IVД	23	IVE	24	VA	25	VAБ2	26	VB	27
VBБ1	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81			

**Условные обозначения к картам и схемам**

Фациальные обстановки. Глубоководно-морская, нормальной солёности, с активностью гидродинамического режима: 1-слабой, 2-слабой и средней, с преобладанием слабой, 3-средней и слабой с преобладанием средней; мелководно-морская, нормальной солёности, с активностью гидродинамического режима: 4-слабой, 5-слабой и средней, с преобладанием слабой, 6-средней и слабой, с преобладанием средней, 7-средней, 8-средней и высокой, с преобладанием средней, 9-высокой и средней, с преобладанием высокой, 10-высокой, 11-переменной; прибрежно-морская, нормальной солёности, с активностью гидродинамического режима: 12-слабой, 13-слабой и средней, с преобладанием слабой, 14-средней и слабой, с преобладанием средней, 15-средней, 16-средней и высокой, с преобладанием средней, 17-высокой, 18-переменной; переходная: 19-лагунная и лиманная, относительно глубоководная, опресненная, 20-лагунная и лиманная, мелководная, опресненная, 21-лагунная, слабо засолённая, 22-лагунная, сильно засолённая, 23-обширных заболоченных озер и мелководных опресненных лагун, 24-дельтовая; континентальная: 25-озерно-болотная, 26-нерасчленённая, 27-аллювиальная (пойменная и старичная), 28-делювиально-пролювиальная, 29-аллювиально-пролювиальная, 30-делювиально-пролювиальная, 31-нерасчленённая; депювиально-пролювиальная и аллювиальная русловая. Породы: 32-гравий, 33-пески крупно-, грубозернистые, 34-песчаники крупно-, грубозернистые, 35-пески разноезернистые: от мелко-, до крупнозернистых, 36-песчаники разноезернистые: от мелко-, до крупнозернистых, 37-песчаники от тонко-, до среднезернистых, 39-алевролиты, 40-алевролиты, 41-тонкое переслаивание глины и алевролитов, 42-глины, аргиллитоподобные глины, 43-глины карбонатные, 44-известняк, 45-доломит, 46-известняк доломитизированный, 47-мел белый писчий, 48-мергель мелоподобный, 49-опока, трепел, 50-трепеловидные глины, 51-ангидрит, 52-гипсы. Включения: 53-галшки, 54-известковистость, 55-уалистость, 56-слиудистость, 57-включения сидерита, 59-ожелезнение, 60-включения фосфоритов, 61-примесь глауконитового материала, 62-растительные остатки, 63-криноиды, 64-детритовый материал, 65-брахиоподы, 66-остракоды, 67-пелециподы, 68-гастроподы, 69-белемниты, 70-коралпы, 71-остатки рыб, 72-ходы илороев, 73-примесь каолинита. Прочие обозначения. Границы: 74-фациальных зон, 75-фациальных подзон, 76-линия профиля, 77-населённые пункты, 78-государственная граница РФ., 79-цеолиты, 80-монтмориллонит, 81-гидрослюда.



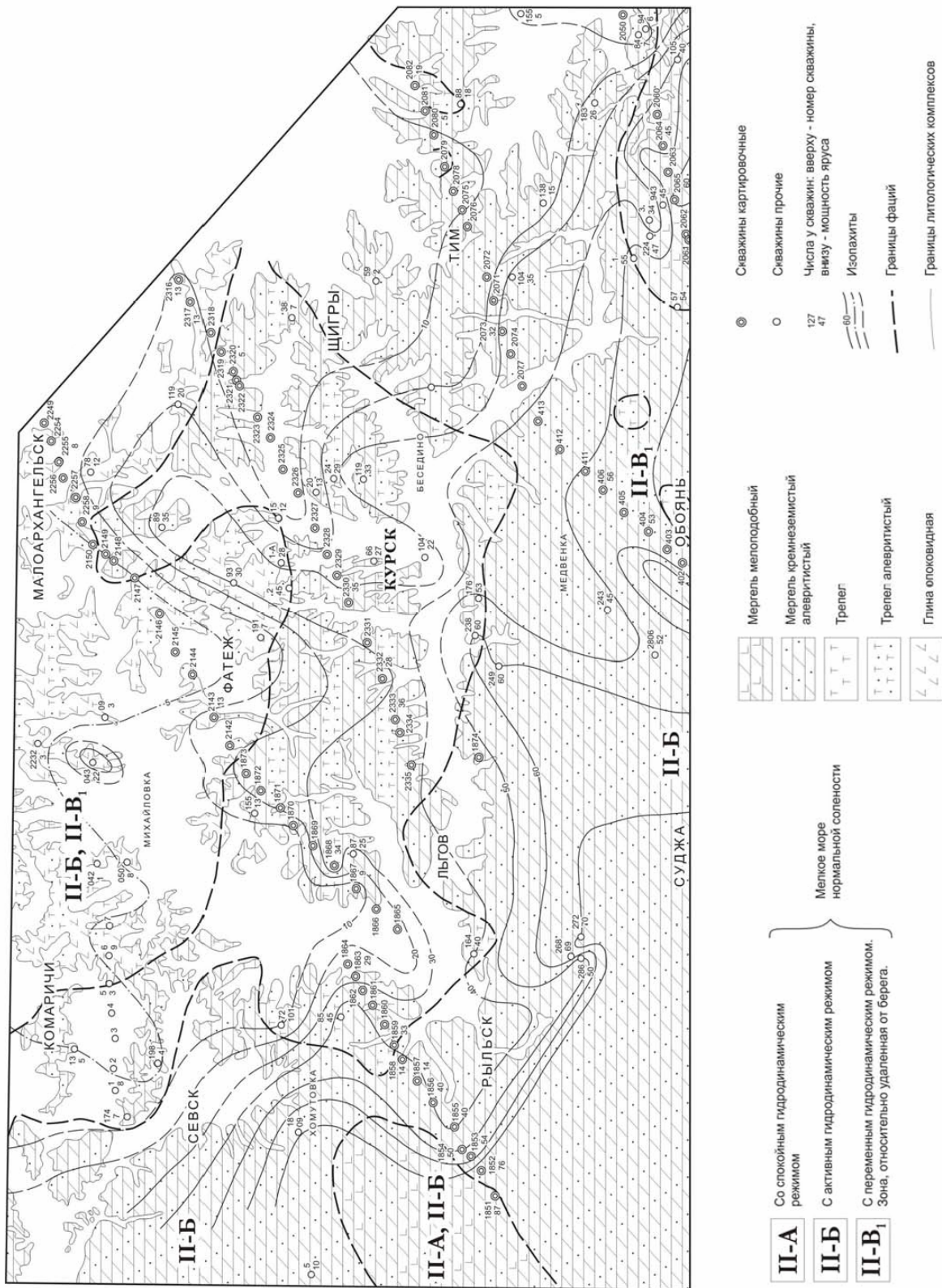


Рис. 4.2. Фациальная карта Центральной части КМА

Общее количество обломочного материала в кремнеземистых мергелях составляет от 10 до 35 %. Преобладает кварц в угловато-окатанных и угловатых зернах алевритовой размерности. В небольших количествах постоянно присутствуют почковидные или округлые зерна глауконита, чешуйки гидрослюды, зерна полевых шпатов, мелкие призмы клиноптилолита. Неповсеместно встречаются зерна фосфоритов и акцессории – ильменит, циркон и рутил.

На западе в верхних частях разреза присутствуют мелоподобные мергели. Они белые с сероватым оттенком, плотные, имеют полураковистый излом, содержат ходы илоедов, при воздействии соляной кислотой на их поверхности образуется сероватая или коричневатая глинистая пленка. Основная масса породы сложена пелитоморфным кальцитом с редкими раковинками фораминифер, тонкорассеянным глинистым веществом в количестве 10-18 %. Кроме того, присутствует тонко рассеянный изотропный опал, слабо окатанные зерна кварца алевритовой размерности, лейсты гидратированной слюды, округлые бледно-зеленые зерна глауконита. Иногда отмечаются скопления пирита, образующие псевдоморфозы по органике.

Глинистые минералы представлены гидрослюдой и монтмориллонитом с примесью цеолитов, содержание которых возрастает к кровле разрезов от следов до 45-64 % от общего количества тонкопелитовой фракции. С юго-востока на северо-запад отмечается уменьшение в мергелях количества кальцита и увеличение содержаний кремнистого вещества в виде опала и в меньшей степени кристобалита и тридимита.

К северу от условной линии г.г. Севск – Рыльск – Льгов – Щигры в верхней части кремнеземистых мергелей появляются трепела, в том числе и алевритистые, дисперсные опоковидные, изредка известковые, трепеловидные глины, иногда песчанистые (см. рис. 4.2), опоки, алевролиты. Обычно эти породы плотные, окрашены в зеленовато-серый, белесо-желтоватый, зеленоватый цвета.

Количество кремнистых пород нарастает по направлению к северу, где они начинают играть ведущую роль в разрезах. Это трепела, опоки в разной степени песчанистые глины, опоки. Последние представляют собой серовато-желтую, легкую, крепкую, звенящую при ударе молотка породу, с плоскораквинным изломом и режущими краями [9]. Опоки состоят из аморфного и мелкоглобулярного опала, содержат примесь глинистого вещества, остатки спикул кремневых губок и остатки

плохо сохранившихся радиолярий, чешуйки гидрослюды, зерна кварца алевритовой размерности.

Алевролиты, встречающиеся в разрезах, состоят из угловатых и угловато-окатанных зерен кварца, глауконита, ориентированных параллельно чешуек мусковита, глинистой примеси, содержат редкие зерна полевых шпатов. Цемент в алевролитах контактовый, опалово-глинистый.

Такой полифациальный комплекс сантонских образований в северной части рассматриваемой территории мог сформироваться в непосредственной близости от береговой линии, на участках, примыкающих к подводным частям дельт, в условиях крайне нестабильного, постоянно изменяющегося гидродинамического режима прибрежных вод. Частая миграция положения береговой линии обусловила периодическое поступление разновеликих порций терригенного материала с размываемой суши. Нестабильностью гидродинамического режима объясняются быстрые, на протяжении нескольких километров, фациальные замещения пород. В пониженных участках подводного рельефа формировались кремнисто-глинистые осадки, на повышенных и в прибрежных зонах – алевритово-кремнеземистых.

#### **4.3. Фациальные особенности сантонских отложений Курского района КМА (Восточная площадь)**

Фациальные условия сантонского века на Восточном участке разнообразны, где выделяют несколько зон с различными условиями осадконакопления. Их рассмотрение начнем с наиболее глубоководных.

На фациальной карте в юго-восточной части территории разрезы сантонского яруса представлены мергелем глинистым кремнеземистым и мергелем мелоподобным (рис. 4.3.). Слагающий нижнюю часть разреза мергель глинистый кремнеземистый (II БА) доминирует в разрезе, а мергель мелоподобный (II АБ) приурочен к верхней части. Соотношение этих литологических типов в разрезах позволяет их объединить в зону II БА - II АБ. Мощности этих пород, слагающих зону, изменчивы и на крайнем юго-востоке площади (скв. 149) могут достигать 58,6 м. Мергели глинистые кремнеземистые этой зоны (II БА-II АБ) формировались, вероятно, в средней, ближе к верхней частях шельфа, на глубинах до 100-150 метров, в условиях среднего, временами спокойного гидродинамического режима.

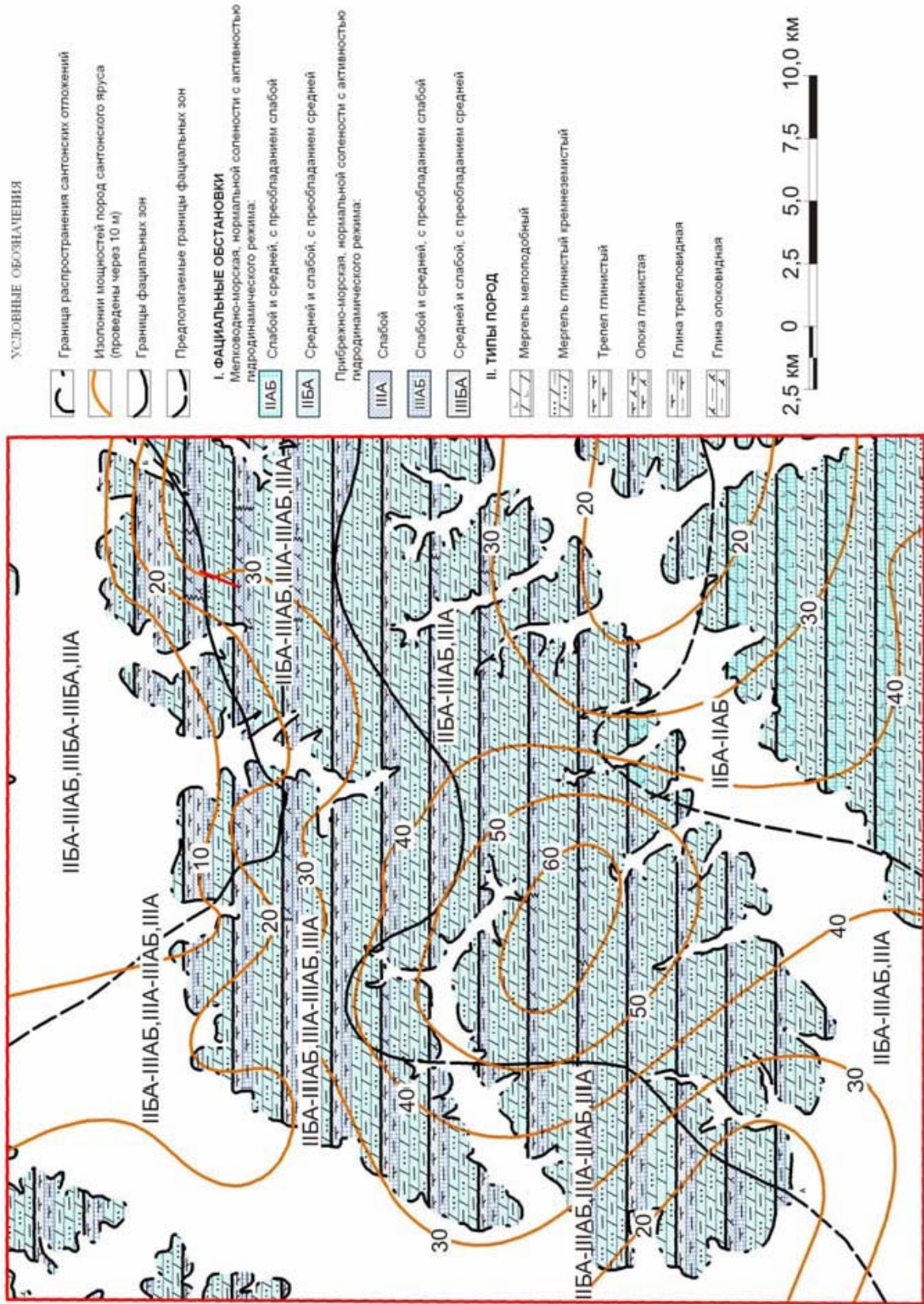


Рис. 4.3. Литолого-фациальная карта сантонского времени. Восточная площадь цеолитсодержащих пород (Курская область).

Выделяющийся в верхней части разреза мергель мелоподобный, наиболее мористой зоны, сформировался на глубинах более 150 м, при спокойной и средней гидродинамической обстановке с преобладанием спокойной, в условиях преобладающей садки карбонатного (кокколитового и фораминиферового) материала. Небольшая примесь нерастворимого остатка (10-20%), сложенного глинисто-алевритовым веществом, указывает на минимальный принос терригенного компонента и значительную удаленность береговой линии.

Севернее рассматриваемой зоны из верхней части разрезов сантонского яруса постепенно исчезают мелоподобные мергели, фациально замещающиеся глиной трепеловидной (III АБ). Большую часть разрезов составляет мергель глинистый кремнеземистый (II БА) и только в кровельной части выделяется глина трепеловидная. Последняя претерпевает качественные изменения и по простиранию местами замещается глиной опоковидной (III А). Соотношения мощностей мергельных и кремнистых пород можно оценить как 4:1. Появление кремнистых литологических типов позволяет выделить другую фациальную зону (II БА-III АБ, III А), протягивающуюся полосой шириной 5-15 км с востока на юго-запад. Максимальные мощности сантонского яруса в этой зоне достигают 63,5 м, а у кремнистой части разреза эти значения достигают 9,6 м (в среднем составляя 4 м). Северная граница выделенной зоны проходит по условной линии вдоль населенных пунктов Нов. Слободка (на востоке района) и далее на юго-запад между Винниково-Водяное дугообразно обходя с севера Виноградь, после чего меняя свое направление на юг, уходя к юго-западному углу рассматриваемой площади.

Появление в верхней части разрезов кремнистых образований и повышение количества терригенного материала свидетельствует об изменении характера осадконакопления во второй половине сантонского века в этой части бассейна. Это связано со структурно - тектонической перестройкой антеклизы, изменившей палеогеографию региона. По мнению Г. И. Бушинского [6] источников сноса может быть два. Первый – пролив, соединяющий южное и северное сантонские моря, который проходил от Тамбова на Ярославль, и далее на Вятку и Каму, Печору по северным мезозойским прогибам. По этому проливу полярные воды несли холодноводную фауну и большое количество терригенного и растворенного кремнезема. Второй –

область суши (возможно остров), располагавшуюся, вероятно, в районе Калужской и Тульской областей. Суша возникла во время воздымания северной части территории Воронежской антеклизы (Тульско-Воронежский свод). В связи с этим, наряду с карбонатонакоплением, шла интенсивная садка глинистого и биогенно-кремнистого материала.

Далее на север, в кровельной части разрезов сантонского яруса увеличивается доля кремнистых пород, составляющих приблизительно 1/3 (на карте выделена двумя полосами). Нижняя часть, сложенная мергелями глинистыми кремнеземистыми (II БА), продолжает доминировать, а верхняя представлена кремнистыми породами. Кремнистая часть разреза неоднородна, в основании практически по всему площадному развитию зоны она представлена глиной трепеловидной (III АБ), а в верхней половине выделяется другая разновидность – трепел глинистый (III БА), сформировавшийся в средней и слабой с преобладанием средней гидродинамической обстановке. Локально, в пониженных участках дна морского бассейна, в слабых гидродинамических условиях формируются глина опоковидная и опока глинистая (III А). Участки слабой гидродинамической активности прослежены на юго-западе основной зоны развития, западнее н.п. Гремячка в верхней части кремнистой толщи, между н.п. Новомедведок-Плоскобруевка. Они слагают всю силицитовую часть разреза. Выделенные различные литологические разновидности позволяют объединить их в общую фациальную зону (II БА – III АБ, III А – IIIАБ, III А). Мощность пород этой зоны изменчива, увеличивается к югу, уменьшается в северном направлении и в сторону долин рек. Силицитовая толща накапливалась в прибрежной части сантонского бассейна, на глубинах порядка 50 метров, в зоне биосинтеза диатомовыми водорослями и другими кремнистыми микроорганизмами принесенного с суши растворенного кремнезема для постройки кремниевого скелета. Изменение гидродинамики водной среды отражено в различиях литологических типов.

На севере основной области развития сантонского яруса прослеживается фациальная зона (II БА – III АБ, III БА – III БА, III А), характеризующаяся преобладанием кремнистых литотипов в разрезе, мощность которых местами достигает

23,5 м. Основание разреза, по прежнему, слагают мергели глинистые кремнеземистые (II БА).

Кремнистая часть неоднородна и изменчива. В ее основании могут залежать как глины трепеловидные (III АБ), так и трепел глинистый (III БА). Верхние и средние уровни сложены на большей части развития трепелом глинистым, за исключением восточной области этой зоны, где в кровле отмечена глина трепеловидная. На юго-востоке этой зоны в слабых гидродинамических условиях формировалась опока глинистая (III А).

Таким образом, проведенный литолого-фациальный анализ сантонских отложений на Восточной площади позволил установить:

1 - широкий спектр фациальных обстановок, где формировались различные литогенетические типы карбонатных и кремнистых пород;

2 – фациальные замещения литотипов по площади и в разрезах;

3 – влияние рельефа дна морского бассейна на формирование различных литологических типов пород; в наиболее углубленных участках дна морского бассейна существовали спокойные гидродинамические условия, благоприятные для образования пелитового осадка, из которого в диагенезе затем сформировались опоки и трепела. На возвышенных участках гидродинамика была средней, и в области взмучивания осадка заметна значительная примесь алевритового материала.

При построении фациальной карты сантонского возраста учитывались полные разрезы сантонских отложений для воссоздания фациальных обстановок и их смены по площади. Однако из-за последующего размыва реальная картина распределения литотипов несколько иная и для ее отражения на основе фациальной карты построена карта литологических типов. Методика построения совпадает с таковой для фациальной карты. При этом привлечен более обширный материал из фондовых источников. Так, учитывались не только скважины, вскрывшие сантонский ярус на полную его мощность, но и те которые вскрыли кровельную часть сантонского яруса, ведь именно к верхним частям разреза приурочена кремнистая толща. Поэтому на карте литологических типов пород отображено истинное распределение литологических типов по площади. Границы между литологическими типами пород сняты с фациальной карты. Основной

принцип при построении - наличие или отсутствие в разрезах сантонского яруса кремнистой толщи и ее мощность.

На карте литологических типов выделяется четыре области с существенно карбонатным типом разреза (рис. 4.4). Первая прослеживается на юге рассматриваемой территории. Северная граница области протягивается по условной линии с востока на запад вдоль населенных пунктов Белый Колодезь - Стар. Слободка – Безобразово – Клюква. Здесь выделяется две зоны. Первая расположена в восточной половине, где разрезы основания которой мергелем глинистым кремнеземистым, а верхняя часть мергелем мелоподобным. Вторая зона, пространственно занимающая западную часть области, на всю мощность сложена исключительно мергелем глинистым кремнеземистым. Отсутствие кремнистой толщи, вероятно, связано эрозионной деятельностью рек в эоплейстоцен-неоплейстоценовое время, а в восточной половине также и с фациальной изменчивостью.

Вторая область с существенно карбонатным (мергель глинистый кремнеземистый) типом разреза прослеживается узкой полосой на запад параллельно долине р. Тускарь. Площадное развитие незначительное, а совпадение ориентировки с долиной реки и перекрытие ее аллювиальным комплексом пород свидетельствует об эрозионной деятельности рек в эоплейстоцен-неоплейстоценовое время.

Третья область характеризуется развитием одного литологического типа в разрезе - мергеля глинистого кремнеземистого. По площадному развитию стоит на втором месте после первой области, развита на северо-востоке от центральной части территории и, как правило, приурочена к водораздельным пространствам. Отсутствие кремнистой толщи, вероятно, можно объяснить положительными неотектоническими движениями территории и последующей эрозионно-денудационной деятельностью, продолжавшейся до начала нижнего неоплейстоцена.

Четвертая область с существенно мергельным типом, находится на крайнем северо-востоке развития сантонского яруса. Выпадение из разреза кремнистой толщи, связано, по видимому, с эрозией рек и водораздельных пространств.



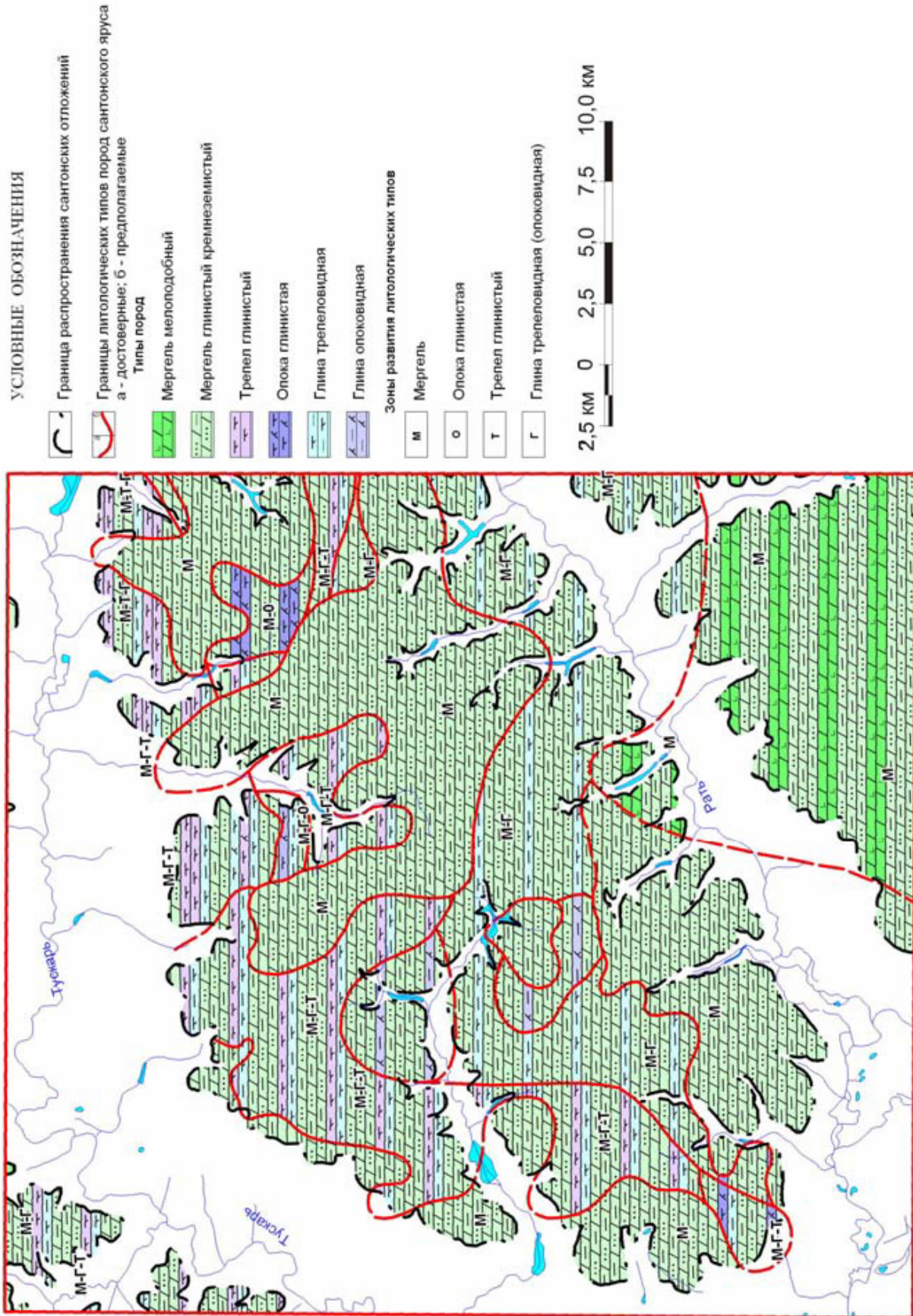


Рис. 4.4. Карта литологических типов пород сантонского яруса. Восточная площадь цеолитсодержащих пород (Курская область).

На остальной территории, за исключением юго-восточной части, в верхних частях сантонского яруса прослеживаются кремнистые типы пород, которые четко совпадают с выделенными на фациальной карте.

Таким образом, составленные литолого-фациальные карты сантонского времени для Воронежской антеклизы, территории центральной части КМА, а в пределах последней и для Восточной площади, являются разномасштабными прогностическими основами для постановки работ на различные виды полезных ископаемых. С укрупнением масштаба возрастает детальность и точность прогноза.

## Глава 5. Классификации карбонатных и кремнистых пород

При рассмотрении мел-мергельных и кремнистых пород, мы сочли необходимым остановиться на классификации, предложенной Г.И. Бушинским [6]. Она основана на соотношении основных пороодообразующих компонентов, таких как карбонат кальция и нерастворимый остаток. Последний представлен преимущественно кремнисто-глинистой составляющей с включением алевритового компонента (табл. 5.1.).

Таблица 5.1

Классификация мергельно-меловых пород [6]

Порода	Содержание в %	
	CaCO <sub>3</sub>	Глина (нерастворимый остаток)
Мел чистый	>95	<5
Мел глинистый	90-95	5-10
Мергель мелоподобный	80-90	10-20
Мергель слабо глинистый (натурал)	75-80	20-25
Мергель слабо глинистый (романчик)	65-75	25-35
Мергель сильно глинистый	30-65	35-70
Глина известковистая	5-30	70-95

В карбонатных породах встречаемых на исследуемой территории в значительном количестве отмечается наличие аморфного кремнезема, присутствие которого (опал, кристобалит, тридимит) придает им дополнительную приставку к названию – кремнеземистые. Термин ввел в обращение Г. И. Бушинский [6] применительно к мергелям с силикатным модулем  $SiO_2/R_2O_3$  более 4. При этом недостаточно пользоваться одним химическим определением, так как присутствие песчаного материала в породе дает повышенное содержание  $SiO_2$  и необходимо ее дополнительное изучение петрографическим и другими видами анализов (рентгеноструктурный и ИКС).

По проблеме классификации осадочных кремнистых пород опубликовано значительное количество работ [2,3 6 32, 43, 62, 65]. При построении классификации кремнистых пород авторы перечисленных работ основывались на различии признаков, таких как: 1) минеральный состав; 2) форма залегания; 3) структурные и текстурные особенности; 4) генезис, а так же их сочетания.

Основываясь на признаках, которые с достаточной достоверностью могут быть определены в полевых условиях, Г.И. Бушинский [6] построил классификацию. В качестве основных характеристик пород он отмечает минеральный состав, микроструктуру и форму тел (табл. 5.2).

## Классификация кремнистых пород [6]

Форма кремнистых тел	Микроструктура		Минеральный состав, наименования пород		Происхождение
			опаловый и кристобалитовый	кварцевый и халцедоновый	
Пластовая	Биоморфная (органогенная)	Диатомовая	Диатомит	—	Морское
		Спонгиевая (губковая)	Спонголит опаловый или кристобалитовый	Спонголит халцедоновый или кварцевый	Пресноводное
		Радиоляриевая	Радиолярит опаловый или кристобалитовый	Радиолярит кварцевый или халцедоновый	Морское
		Клеточная, раковинная и др	Псевдоморфозы по древесине	Псевдоморфозы по органическим остаткам	
	Гелеподобная (колломорфная) или микрошариковая	Опока (твердая)		Преимущественно морское	
		Трепел (рыхлый)			
	Микрозернистая	—	Кремнистый сланец, яшма, лидит, фтанит	Морское, вулканогенно-осадочное криптогенное	
Гелеподобная или микрозернистая	Гейзерит	Гейзерит	Гейзерное		
Конкреционная, гнездовая, неправильная	Микрозернистая	—	Кремень халцедоновый или кварцевый	Диагенетическое Метагенетическое	
	Гелеподобная или колломорфная	Кремень опаловый или кристобалитовый	—		
	Порошковая	—	Маршаллит (порошковый кварц)	Кора выветривания	

В основу классификации осадочных кремнистых пород, приведенной в “Атласе структур и текстур кремнистых пород”, легли принципы использованные Г.И. Бушинским [6], а так же их текстурные и генетические особенности (табл.5.3).

Таблица 5.3

Схема классификации осадочных кремнистых пород [2]

Форма нахождения в природе	Пластовые и линзовидные				Криптокристаллическая, участки органогенная
	Ясно выраженная органогенная (остатки организмов составляют более 50% породы)	Смешанная органогенная (остатки организмов составляют 25- 50% породы) и криптокристаллическая	Халцедоновый и кварц - халцедоновый	Халцедоновый и кварц - халцедоновый	
Структура	Опаловый и кристобалитовый	Кристобалитовый опаловый (могут быть и с халцедоном)	Кварцевый	Халцедоновый и кварц - халцедоновый	Кварцевый
Минеральный состав	Халцедоновый и кварц - халцедоновый	Кристобалитовый опаловый (могут быть и с халцедоном)	Кварцевый	Халцедоновый и кварц - халцедоновый	Халцедоновый и кварц - халцедоновый
Присутствие органических остатков					
Прочие диагностические признаки	Диатомовые водоросли	Диатомовые водоросли	Радиолярии	Радиолярии	Слоистая и массивная
	Радиолярии	Спикулы губок	Спикулы губок	Спикулы губок и радиолярии	
Представители кремнистых пород	Радиоляриты	Трепелы	Радиоляриевые яшмы, новакулиты (?)	Спонгиевые или радиоляриевые лидиты, фтаниты, кремнистые сланцы	Яшмы, новакулиты
	Спонголиты	Трепелы	Радиоляриевые яшмы, новакулиты (?)	Опоки, гезы, трепелы	
Происхождение и условия образования	Первичные кремнистые образования (морские и континентальные неизменные и измененные)				

## Продолжение таблицы 5.3

Форма нахождения в природе	Криптокристаллическая		Гелеподобная коллоидная криптокристаллическая	Различные структуры замещения, кристаллически-зернистые, кристаллобластовые		Конкреционные		Разнообразной формы		
	Халцедоновый, кварц-халцедоновый (исключая пепловый материал)	Халцедоновый и халцедоновый опаловый, халцедоновый и кварц-халцедоновый		Опаловый и халцедоновый опаловый, халцедоновый и кварц-халцедоновый	Кварцевый (?)	Халцедоновый и кварц-халцедоновый	Опаловый и халцедоновый	Кварц-халцедоновый	Опаловый, халцедоновый, кварцевый	Различные структуры замещения
Структура										
Минеральный состав										
Прочие диагностические признаки	Второстепенные компоненты породы		Могут присутствовать органические остатки	Текстуры		Текстуры		Текстуры		
Представители кремнистых пород	Пепловый материал	Кремнистые туффиты	Кремни	Яшмоиды <sup>1</sup>	Кремни	Концентрически-слоистая, массивная, реликтовая слоистая	Кремни	Пористая, трубчатая	Массивная	Слоистая, пористая
Происхождение и условия образования	Вулканогенно-осадочные морские образования	Первичные и вторичные, морские и континентальные образования	Кремни	Яшмоиды <sup>1</sup>	Кремни	Кремни	Кремни	Псевдоморфозы	Яшмоиды	Гипергенные кремнистые породы (в том числе силкриты, маршаллиты)
				Вторичные кремнистые образования	Диагенетические, реже эпигенетические образования					Вторичные кремнистые образования

<sup>1</sup> Яшмоиды, т. е. вторичные кремнистые образования включены в классификацию условно. Они часто принимаются за первичные осадочные силициты и по ряду признаков на них похожи.

Приведенные классификации силицитов, как отмечает В.Т. Фролов [61], являются наиболее разработанными, но как петрографические классификации они непоследовательны, что выражается в смешении петрографических и генетических признаков. С учетом этого и следуя заветам М.С. Швецова [65] о том, что классификация должна быть простой и применимой в практике, им составлена классификация силицитов (табл. 5.4). Она основана на структурных и минеральных признаках.

Таблица 5.4

Классификация силицитов [61]

Структуры		Минеральный состав					
		опал и кристобалит	халцедон и кварц		кварц		
Биоморфные	диатомовая	диатомиты	кремни	нет	кварциты апосилицитовые (апосилицито-кварциты)	нет	
	радиоляриевая	радиоляриты		кремни и яшмы биоморфные, радиоляриевые (радиоляриты), спикуловые (спикулиты), коралловые, фораминиферовые и др.		нет	радиоляриевые спикуловые: радиолярито-кварциты, спонголито-кварциты
	спикуловая (губковая)	спикулиты, или спонголиты					
Абиоморфные	абиоморфная: а) “сплошная” (бесструктурная) б) глобулярная	трепела, опоки (гёзы), другие опалолиты; гейзериты, корки и др.	кремни	нет	кварциты апосилицитовые (апосилицито-кварциты)	нет	
	криптокристаллическая	порцелланиты (?)		кремни, фтаниты (лидиды) и яшмы абиоморфные		нет	абиоморфные: яшмо-кварциты, фтанито-кварциты, кремнекварциты
	кристаллическая	нет		нет			

Кремнистые породы по данным многочисленных анализов вещественного состава представляют собой трехкомпонентную систему, постоянными которой являются аморфный кремнезем, глинистый и песчано-алевритовый материал. Основываясь на этом, в данной работе используется схема классификации песчано-глинисто-кремнистых пород, предложенной У.Г. Дистановым [32] (табл. 5.5) по принципу равностороннего треугольника, где его вершины соответствуют стопроцентному содержанию аморфного кремнезема, глинистой и песчано-алевритовой частей.

Таблица 5.5

Типы и разновидности песчано-глинисто-кремнистых пород [32]

№№	Породы	Содержание компонентов в %		
		SiO <sub>2</sub> аморф.	глина	Песок
1	Кремень опаловый (опал)	90-100	0-10	0-10
2	Кремень опаловый, слабо-песчаный	90-80	0-10	5-20
3	Опока кремнеподобная (трепел высококремнистый)	90-80	5-20	0-10
4	Опока (трепел)	80-54	10-40	0-10
5	Опока (трепел) глинистый	60-36	60-36	0-10
6	Кремень (опал) песчаный	80-40	0-10	10-50
7	Опока (трепел) песчаная	80-30	10-36	10-50
8	Опока (трепел) песчано-глинистая	54-20	54-20	10-50
9	Глина кремнистая (трепеловидная), песчаная	36-10	80-30	10-50
10	Глина песчаная	0-10	80-40	10-50
11	Глина кремнистая (трепеловидная)	36-10	80-30	10-50
12	Глина слабо кремнистая (слабо трепеловидная)	5-20	90-80	0-10
13	Глина слабо песчаная	0-10	90-80	5-20
14	Глина	0-10	90-100	0-10
15	Песок глинистый	0-10	50-10	50-80
16	Песок слабо глинистый	0-10	5-20	90-80
17	Песок трепеловидный (песчаник опокеловидный)	40-10	40-10	20-50
18	То же	50-10	0-10	50-80
19	Песок слабо трепеловидный	5-20	0-10	90-80
20	Песок	0-10	0-10	90-100



## Глава 6. Характеристика карбонатных пород

При анализе разрезов сантонского яруса устанавливаются различные типы мергелей, в том числе мелоподобный, глинистый, кремнеземистый, трепеловидный. Ниже приводится их характеристика.

### 6.1. Мергель мелоподобный

Встречается на южной части территории центральной части КМА. Порода (12,2 м, скв. 2611) палево-светло-желтая, плотная, трещиноватая, в ней встречаются ходы илороев. Содержание карбоната кальция колеблется от 90 до 83,3%, в среднем 86,3%, при соответствующем количестве нерастворимого остатка – 10-16,7%. Нерастворимый остаток представлен преимущественно глинистым материалом с незначительной примесью алевритового компонента.

В составе пелитовой части нерастворимого остатка, по данным рентгеноструктурного анализа монтмориллонита 70-85%, гидрослюда не более 5%, цеолитов группы гейландит-клиноптилолита 5-15%, кварца 5-10. Содержание цеолитов незначительно увеличивается в верхней части разреза.

Монтмориллонит идентифицируется на дифрактограммах (рис. 6.1) по рефлексам 14,8-15,2 Å сухого образца, и 17,3-18,4 Å насыщенного глицерином. Гидрослюда выделяется на дифрактограммах по базальным рефлексам 002, 004 (10 и 4,98 Å). Цеолиты группы гейландит–клиноптилолита фиксируются по рефлексам 9,0; 7,94; 6,75; 6,68; 5,56; 5,25; 5,14; 4,64; 4,46; 3,96; 3,92; 3,56; 3,41; 3,17; 3,12; 2,98; 2,80; 2,73 Å..

На юго-востоке рассматриваемого района (Старый Оскол, Губкин) мелоподобный мергель (от 2,0 до 3,3 м) серовато-белый, плотный с единичными точечными выделениями гидроокислов железа. Текстура породы неслоистая, структура пелитоморфнозернистая, тонкодисперсная. Основная масса сложена преимущественно пелитоморфнозернистыми агрегатами кальцита, редкими выделениями тонкодисперсного глинистого вещества и ещё реже глобулярным опалом. Эти данные представлены на рис. 6.2 спектр 5, 7, 10 (электронный микроскоп Jeol 6380LW с системой количественного энергодисперсионного анализа «Inca»ВГУ, аналитик Пилюгин С.М.).

Кальцит присутствует также в виде единичных плохо сохранившихся органических остатков раковин фораминифер, тонких створок остракод. В основной массе породы имеются редкие таблитчатые и призматические зерна цеолита (рис. 6.2, спектр 8).

ИМЯ ФАЙЛА - "050\_1"

ОБРАЗЕЦ - "2611/2 ish"

ТИП АНОДА - Cu ЧИСЛО ИНТЕРВАЛОВ - 1 РЕЖИМ - ПОШАГОВЫЙ

НОМЕР НАЧ.УГОЛ КОН.УГОЛ ШАГ ЭКСПОЗ. СКОРОСТЬ МАКС.ИНТ.  
1 2.000 63.000 0.100 3.00 4 6479

Углы - 2Тета; Интенсивность - абсолютная; Вся шкала = 6479

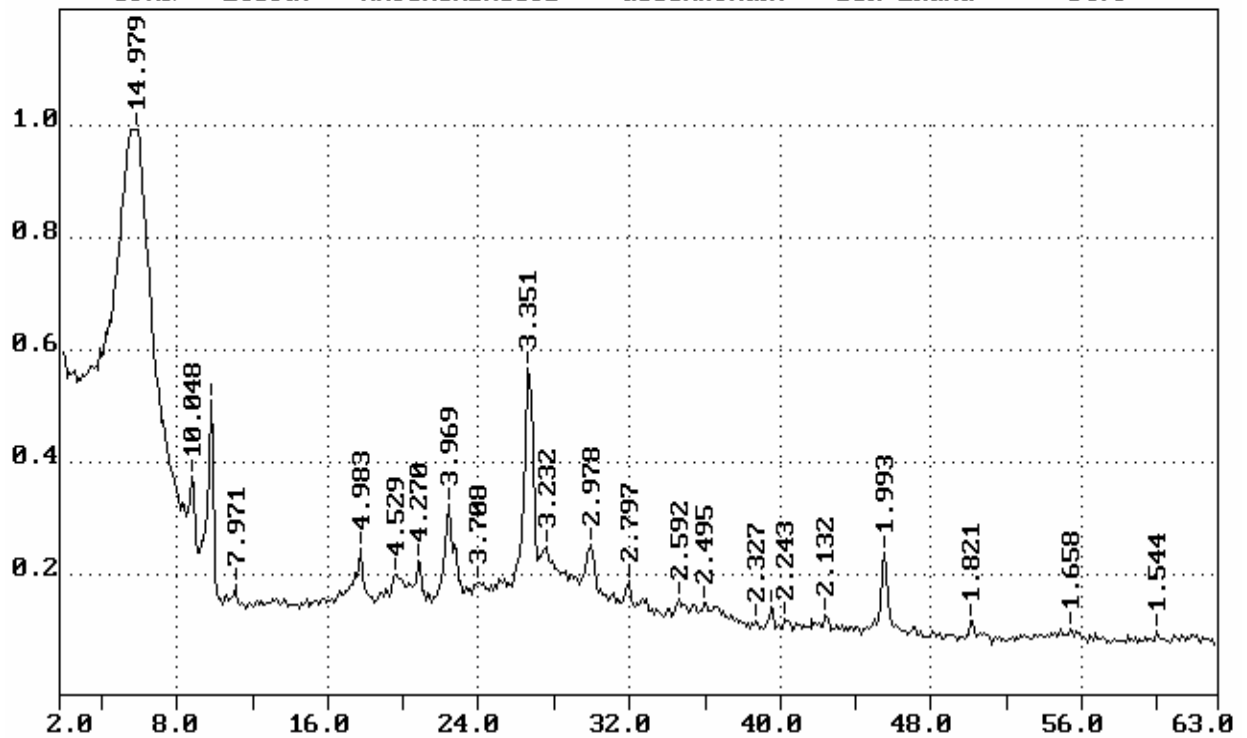


ТАБЛИЦА ПИКОВ СПЕКТРА

N	2Тета	Площ	Iприв	Полушир	Межпл	%
1	5.80	1367	1060	1.24	14.979	100.0
2	8.82	30	153	0.19	10.048	14.4
3	9.80	133	552	0.23	9.025	52.1
4	11.10	4	35	0.10	7.971	3.3
5	17.73	91	207	0.42	4.983	19.5
6	19.70	85	117	1.00	4.529	11.0
7	20.81	58	166	0.48	4.270	15.7
8	22.42	232	375	0.47	3.969	35.4
9	24.02	88	93	0.72	3.708	8.8
10	26.68	489	882	0.45	3.351	83.2
11	27.70	301	225	1.12	3.232	21.2
12	29.91	162	231	0.67	2.978	21.8
13	31.92	34	103	0.32	2.797	9.7
14	34.58	12	50	0.23	2.592	4.7
15	36.05	12	46	0.26	2.495	4.3
16	38.70	4	35	0.11	2.327	3.3
17	39.52	14	67	0.20	2.281	6.3
18	40.20	9	35	0.24	2.243	3.3
19	42.47	10	43	0.22	2.132	4.1
20	45.50	97	281	0.33	1.993	26.5
21	50.16	15	60	0.25	1.821	5.7
22	55.38	13	42	0.29	1.658	4.0
23	59.96	8	36	0.22	1.544	3.4

а

Рис. 6.1. Дифрактограммы пелитовой части нерастворимого остатка мергеля мелоподобного (обр. 2611/2): а – воздушно-сухой образец,

ИМЯ ФАЙЛА - "У50-2"

ОБРАЗЕЦ - "2611/2 et"

ТИП АНОДА - Cu ЧИСЛО ИНТЕРВАЛОВ - 1 РЕЖИМ - ПОШАГОВЫЙ

НОМЕР НАЧ.УГОЛ КОН.УГОЛ ШАГ ЭКСПОЗ. СКОРОСТЬ МАКС.ИНТ.  
1 2.000 15.000 0.100 3.00 4 6366

Углы - 2Тета; Интенсивность - абсолютная; Вся шкала = 6366

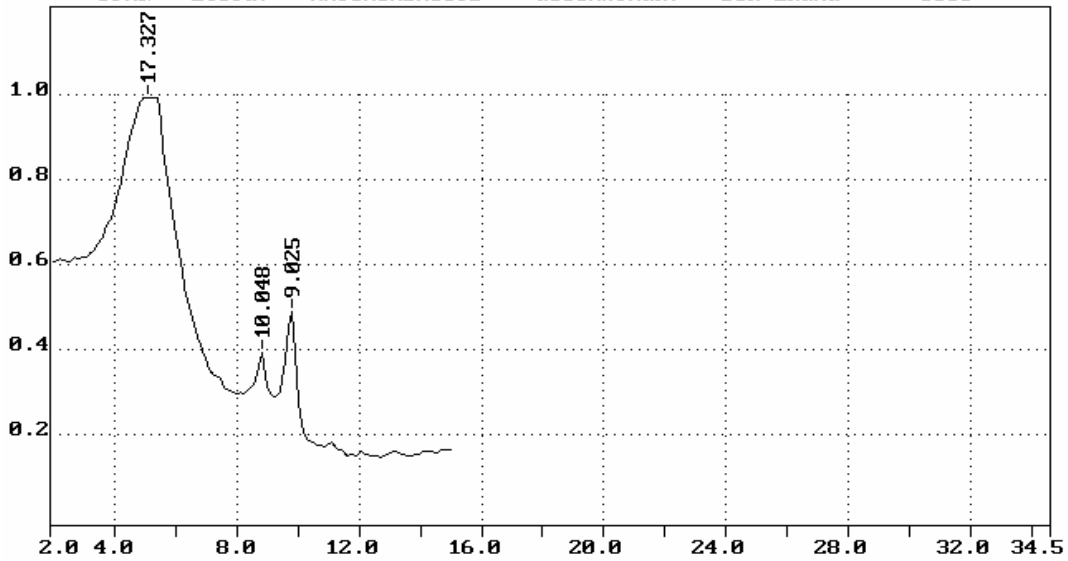


ТАБЛИЦА ПИКОВ СПЕКТРА

N	2Тета	Площ	Иприв	Полушир	Межпл	%
1	5.07	1723	1178	1.40	17.327	100.0
2	8.80	66	207	0.31	10.048	17.6
3	9.76	156	474	0.32	9.025	40.2

б

Рис. 6.1. Продолжение: б – насыщенный глицерином.

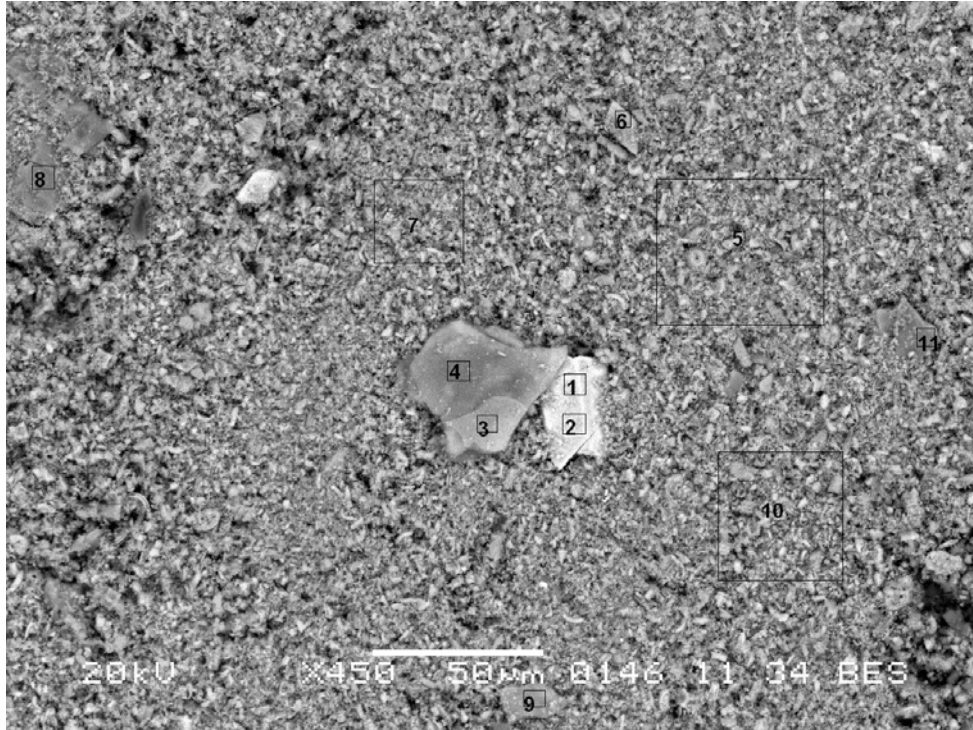


Рис. 6.2. Электронно-микроскопический снимок обр. п30, глуб. 4.0. Ув. 450х. Спектры: 1, 2 – зерно рутила; 3, 4 – чешуйка гидрослюда; 5, 7, 10 – матрикс породы; 6 – перекристаллизованный кальцит; 8 – зерно цеолита; 9 – гидрослюда; 11 – зерно кварца. Количественный анализ спектров представлен в табл. 1.

Таблица 6.1.

Количественный анализ образцов: п10 глуб. 0.0 м; п20 глуб. 2.5 м; п30 глуб. 3.0 м; п 30 глуб. 4.0 м.

Назв. обр.	№ спектра	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Итого
Обр. п10 гл 0.0	Спектр 1	0.00	3.68	10.02	56.48	8.13	2.67	0.27	0.04	0.14	18.57	100.00
	Спектр 2	0.27	0.07	17.09	63.89	17.00	1.11	0.43	0.03	0.00	0.11	100.00
	Спектр 3	0.06	0.46	4.85	61.50	1.56	30.11	0.32	0.05	0.03	1.07	100.00
	Спектр 4	0.01	0.57	3.43	64.07	0.58	29.78	0.01	0.00	0.11	1.47	100.00
	Спектр 5	0.01	0.28	4.06	63.98	0.67	28.82	0.03	0.05	0.02	2.08	100.00
Обр. п20 гл 2.5	Спектр 1	0.60	2.12	9.25	52.27	1.95	29.01	0.27	0.00	0.51	4.04	100.00
	Спектр 2	0.11	16.51	19.99	35.78	3.72	2.82	0.94	0.20	0.00	19.93	100.00
	Спектр 3	0.07	0.00	0.00	99.06	0.00	0.11	0.00	0.23	0.00	0.53	100.00
	Спектр 4	0.38	4.01	10.00	55.81	7.83	1.28	0.33	0.37	0.30	19.70	100.00
	Спектр 5	0.42	3.77	25.16	50.42	12.67	0.37	1.11	0.00	0.00	6.08	100.00
	Спектр 6	0.68	1.94	8.30	53.04	1.65	29.90	0.19	0.00	0.09	4.21	100.00
	Спектр 7	0.02	3.50	19.55	56.03	8.83	0.59	0.19	0.28	0.00	11.01	100.00
	Спектр 8	1.07	1.81	9.19	54.72	1.73	27.53	0.69	0.14	0.00	3.11	100.00
Обр. п30 гл 3.0	Спектр 1	0.44	1.23	8.02	33.42	1.65	51.55	0.24	0.54	0.02	2.90	100.00
	Спектр 2	0.12	13.48	18.60	41.69	9.57	1.46	1.47	0.00	0.00	13.61	100.00
	Спектр 3	0.36	13.51	19.02	41.96	9.07	1.45	1.80	0.25	0.11	12.46	100.00
	Спектр 4	0.00	0.27	0.36	96.14	0.12	2.40	0.04	0.00	0.13	0.55	100.00
	Спектр 5	0.00	1.33	7.94	41.74	1.77	44.47	0.03	0.00	0.08	2.64	100.00
	Спектр 6	0.12	1.44	7.07	35.59	1.53	50.53	0.25	0.08	0.00	3.38	100.00
	Спектр 7	0.04	5.20	8.35	57.56	8.28	1.30	0.30	0.15	0.00	18.83	100.00
	Спектр 8	0.10	5.19	8.65	57.30	8.06	3.18	0.15	0.00	0.00	17.37	100.00
	Спектр 9	8.68	0.31	21.30	62.49	0.32	6.24	0.21	0.00	0.00	0.46	100.00
Обр. п30 гл 4.0	Спектр 1	0.00	0.04	0.53	1.31	0.20	8.19	89.12	0.19	0.00	0.41	100.00
	Спектр 2	0.20	0.03	0.51	0.79	0.03	3.33	94.55	0.48	0.00	0.09	100.00
	Спектр 3	0.35	1.86	22.35	36.89	7.37	27.76	1.06	0.00	0.00	2.36	100.00
	Спектр 4	0.25	1.08	18.98	32.98	5.60	38.15	0.89	0.00	0.00	2.06	100.00
	Спектр 5	0.00	0.98	4.39	22.13	1.20	68.22	0.65	0.42	0.00	2.02	100.00
	Спектр 6	0.07	0.35	1.39	2.91	0.22	93.99	0.19	0.00	0.01	0.87	100.00
	Спектр 7	0.00	1.09	3.63	18.82	1.12	73.01	0.00	0.00	0.38	1.95	100.00
	Спектр 8	12.5 7	0.00	18.65	67.95	0.18	0.40	0.00	0.00	0.06	0.18	100.00
	Спектр 9	0.42	1.54	20.47	36.23	6.64	31.70	0.52	0.26	0.16	2.06	100.00
	Спектр 10	0.00	0.31	3.64	20.66	0.95	71.52	0.38	0.00	0.18	2.37	100.00
	Спектр 11	0.00	0.00	0.00	96.16	0.53	1.41	0.00	0.00	0.89	1.01	100.00

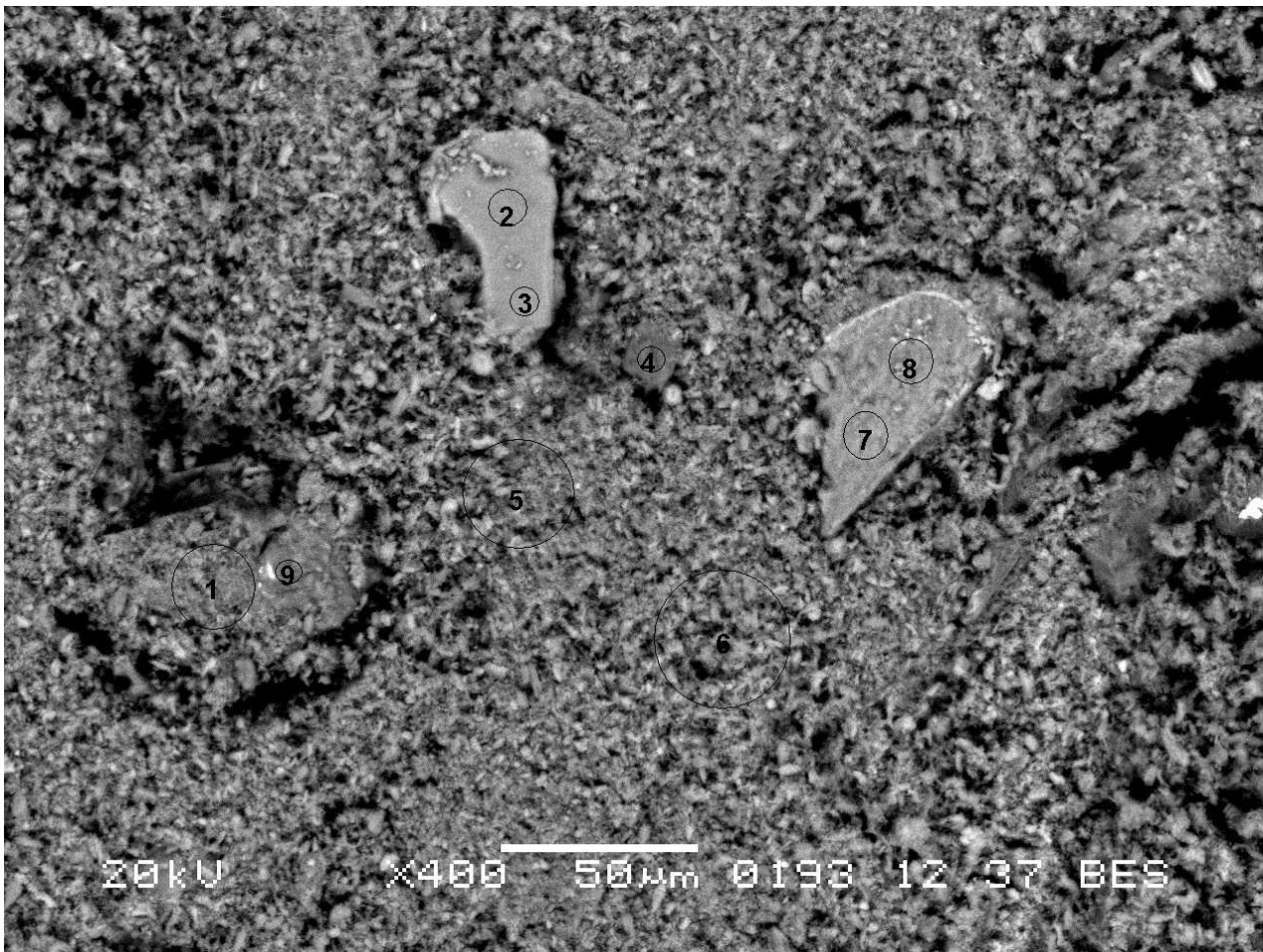
Обломочный алевритовый материал присутствует в небольшом количестве (не более 1%) и представлен обломками кварца (спектр 11), реже тонких пластинок мусковита (спектры 3, 4, 9) и зерен глауконита.

По рентгеноструктурным и химическим анализам содержание карбонатов составляет 80-85%, кварца 10-15%, цеолитов и глин до 5%.

## 6.2. Мергель

Это светло-серая, массивная порода (от 1,0 до 4,4 м) с неровным изломом, на ощупь глинистая. Текстура неслоистая. Основная масса породы сложена тонко-кросшимся агрегатом пелитоморфно-зернистого кальцита, тонкодисперсномик-

рочешуйчатой глиной и глобулярным опалом. Эти данные прослеживаются на рис. 6.3 спектр 1, 5, 6. Кальцит развит также по плохо сохранившимся раковинам фораминифер (до 0,3 мм) и обломкам остракод (до 0,3 мм). В разрезе участка преобладает мергель алевролитистый, в котором обломочный материал распределен неравномерно, почти отсутствуя на одних участках и достигая 25-40% в других, составляя в среднем в породе 20-25%. Обломочный материал представлен глауконитом около 8-10%, слюдистыми пластинками 3-5% (см. рис. 4.4, спектр 2, 3, 7, 8), корродированными зернами кварца (спектр 4), реже полевых шпатов (спектр 9) и единичными обломками желто-бурого изотропного фосфата (до 0,2 мм). По рентгено-структурным и химическим анализам содержание карбонатов составляет 50-70%, кварца 15-40%, в том числе халцедона до 20%, смектитов, слюды и целолита – от 0 до 7%.



**Рис. 6.3. Электронно-микроскопический снимок образца п30, глуб. 3.0 м. Ув. 400х.**

Спектры: 1, 5, 6 – матрикс породы; 2, 3 – чешуйка биотита; 4 – зерно кварца; 7, 8 – чешуйка биотита; 9 – плагиоклаз. Количественный анализ спектров представлен в табл. 6.1.

В двух пробах (2587/8, 2611/1) на юго-востоке встречен *мергель слабо глинистый* палево-светло-желтого цвета с зеленоватым оттенком, мелкокомковатой текстуры, мощностью 1,9 м. Содержание  $\text{CaCO}_3$  составляет 65,4 и 78,5%. Нерастворимый остаток сложен глинистым материалом с незначительной примесью алеврита. Данные рентгеноструктурного анализа нерастворимого остатка показывают преобладающую роль монтмориллонита (60-80%), на долю цеолитов приходится 10%, гидрослюды от следов до 5%, пелитоморфного кварца 5-10% (рис. 6.4). В пробе 2587/8, помимо рассмотренных минералов, присутствуют силициты (опал-кристобалит-тридимит) до 15% и полевые шпаты – 5%.

### 6.3. Мергель трепеловидный

Это серая, довольно плотная порода (от 0,5 до 14,9 м), часто трещиноватая с тонкими налетами гидроокислов железа по плоскостям трещин. Микроскопически выделены алевритистые или известковистые разности трепеловидного мергеля, которые, как правило, цеолитсодержащие. Текстура породы неслоистая, структура пелитоморфнозернистая, реликтовоорганогенная. Основная масса породы в преобладающем количестве сложена из пелитоморфнозернистого кальцита, эти данные показаны на рис. 6.5, спектр 1, 6, 8. Обломочный алевритовый материал (0,1-0,08 мм) составляет 5-10% и представлен корродированными обломками кварца (спектр 3), реже полевых шпатов и мусковита (спектр 2, 4, 5, 7). Глауконит составляет 1-2%, образует микроагрегатные скопления размером 0,03-0,15 мм. Кроме того, порода содержит шламовый материал и плохо сохранившиеся органогенные остатки сложенные кальцитом (фораминиферы, остракоды).

Толща трепеловидного мергеля по своему строению неоднородна. Неоднородность обусловлена неравномерностью гипергенного процесса, в результате которого мергель постепенно переходит в мергель трепеловидный, а последний в опоковидный мергель и известковистую опоку. В связи с этим в верхней и нижней частях толщи, встречаются как линзы малоизмененных пород мощностью от 0,8 м до 3,0 м (мергеля слабо трепеловидного), не связанные между собой по простиранию и падению, так и прослой известковистых опок и мергеля опоковидного мощностью от 0,1 до 1,0 м. По данным рентгеноструктурных и химических анализов содержание карбонатов изменяется от 45 до 60 реже до 65-70%, кварца 20-40%, глини 5-15% и цеолитов 5-17%.

**Характеристика карбонатных пород**

ИМЯ ФАЙЛА - "U49\_1" ОБРАЗЕЦ - "2611/1 ish"  
 ТИП АНОДА - Cu ЧИСЛО ИНТЕРВАЛОВ - 1 РЕЖИМ - ПОШАГОВЫЙ  
 НОМЕР НАЧ.УГОЛ КОН.УГОЛ ШАГ ЭКСПОЗ. СКОРОСТЬ МАКС.ИНТ.  
 1 2.000 63.000 0.100 3.00 4 9634  
 Углы - 2Тета; Интенсивность - абсолютная; Вся шкала = 9634

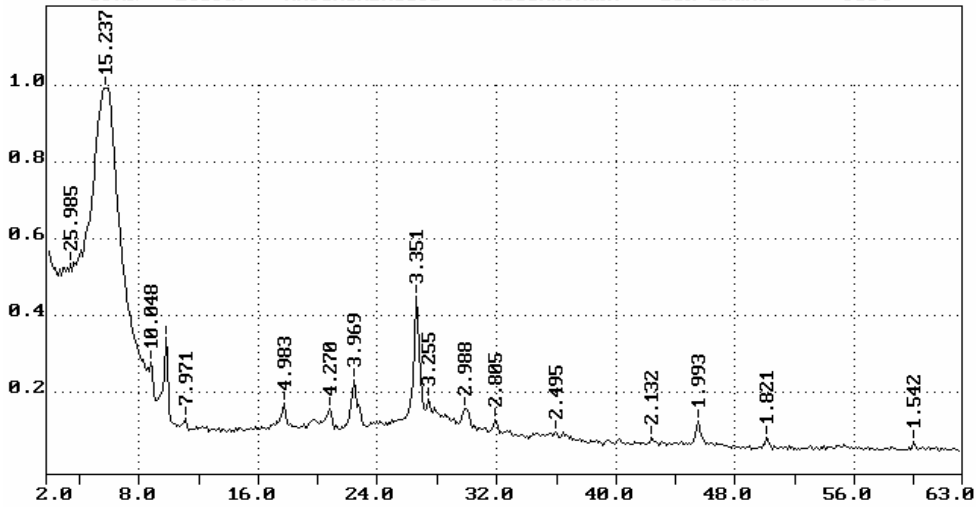


ТАБЛИЦА ПИКОВ СПЕКТРА						
N	2Тета	Площ	Иприв	Полушир	Межпл	%
1	3.40	5	51	0.10	25.985	3.1
2	5.77	2419	1671	1.39	15.237	100.0
3	8.82	19	108	0.17	10.048	6.5
4	9.82	100	489	0.20	9.025	29.3
5	11.10	5	51	0.10	7.971	3.1
6	17.75	87	226	0.37	4.983	13.5
7	20.72	96	186	0.50	4.270	11.1
8	22.39	181	422	0.41	3.969	25.3
9	26.64	473	1089	0.34	3.351	65.2
10	27.50	264	268	0.77	3.255	16.0
11	29.95	137	200	0.66	2.988	12.0
12	31.91	39	119	0.31	2.805	7.1
13	36.00	15	51	0.28	2.495	3.1
14	42.40	10	51	0.18	2.132	3.1
15	45.49	65	190	0.33	1.993	11.4
16	50.14	22	81	0.26	1.821	4.8
17	59.97	16	58	0.26	1.542	3.5

ИМЯ ФАЙЛА - "U49-2" ОБРАЗЕЦ - "2611/1 et"  
 ТИП АНОДА - Cu ЧИСЛО ИНТЕРВАЛОВ - 1 РЕЖИМ - ПОШАГОВЫЙ  
 НОМЕР НАЧ.УГОЛ КОН.УГОЛ ШАГ ЭКСПОЗ. СКОРОСТЬ МАКС.ИНТ.  
 1 2.000 15.000 0.100 3.00 4 10664  
 Углы - 2Тета; Интенсивность - абсолютная; Вся шкала = 10664

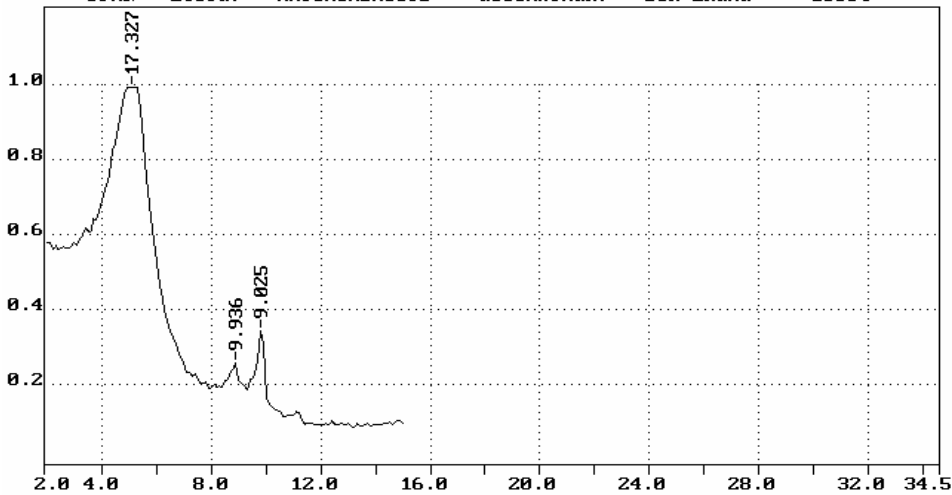
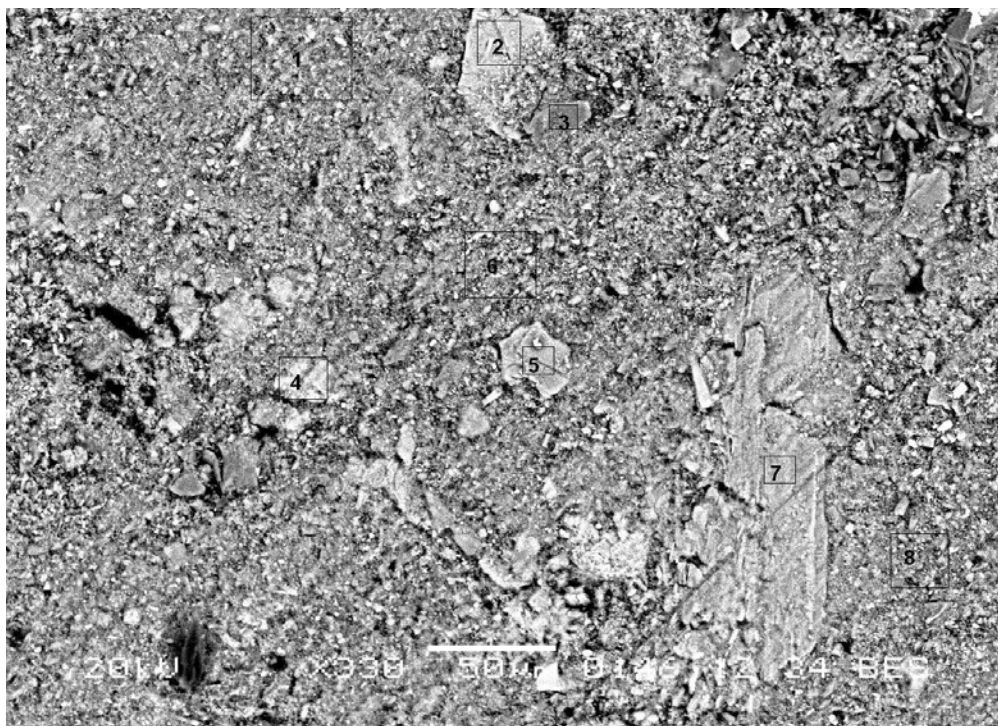


ТАБЛИЦА ПИКОВ СПЕКТРА						
N	2Тета	Площ	Иприв	Полушир	Межпл	%
1	5.03	2401	1823	1.26	17.327	100.0
2	8.84	59	204	0.28	9.936	11.2
3	9.81	142	565	0.24	9.025	31.0

**Рис. 6.4. Дифрактограммы пелитовой части нерастворимого остатка мергеля слабо глинистого (обр. 2611/1): а – воздушно-сухой образец, б – насыщенный глицерином.**



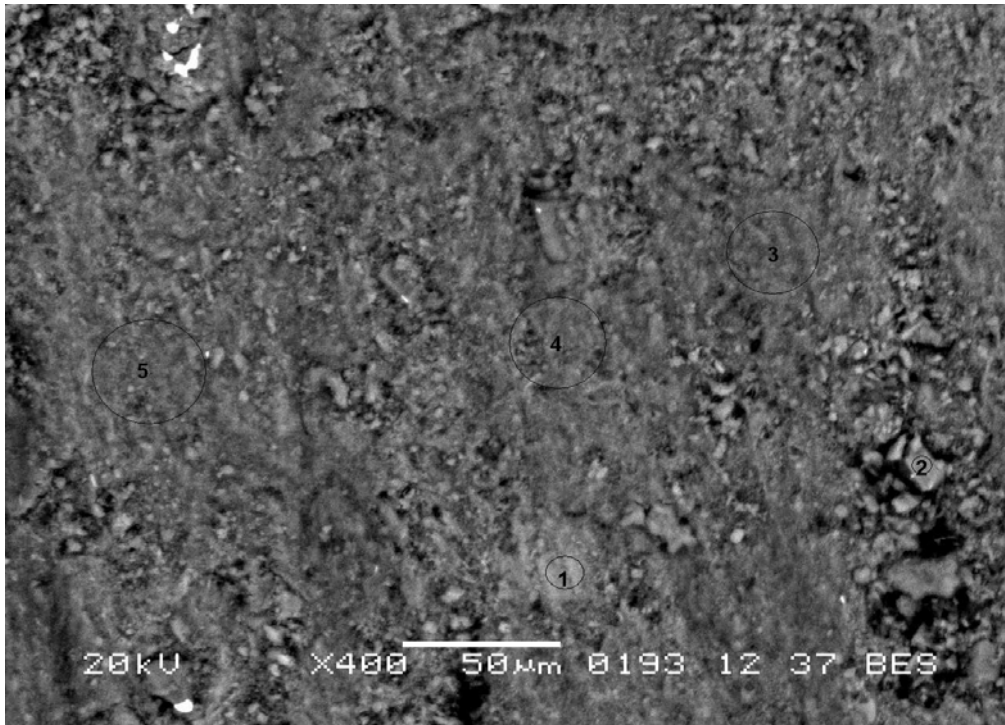
**Рис. 6.5.** Электронно-микроскопический снимок обр. п20, глуб. 2,5 м. Ув. 330 х. Спектры: 1, 6, 8 – матрикс породы; 2, 4, 5, 7 – чешуйка гидрослюд; 3 – зерно кварца. Количественный анализ спектров представлен в табл. 1.

Известковистая опока и мергель опоковидный (от 0,3 до 2,7 м), представляют собой прослой серых и светло-серых плотных пород, интенсивно трещиноватых и железненных. Микроскопически известковистая опока и опоковидный мергель состоят из тонкосросшихся агрегатов пелитоморфнозернистого кальцита, замещаемого глобулярным опалом и глинистым материалом, текстура неслоистая, эти данные отображены на рис. 6.6 спектр 3, 4, 5. Обломочный материал (5-7%) неравномерно распределен в породе и состоит из корродированных обломков кварца (0,02-0,08 мм) и единичных пластинок полевого шпата (рис. 4.6, спектр 2) и слюды спектр 1). Глауконит образует редкие микроагрегатные скопления. По данным рентгеноструктурных и химических анализов содержание карбоната 40-50%, кремнезема 40-50%, глинистого материала до 10%.

#### 6.4. Мергель кремнеземистый

Основная доля разрезов сантонского яруса сложена мергелем кремнеземистым с большими вариациями содержаний карбоната кальция - от 31,5 до 62,8%, в среднем - около 50%. В целом, для этого типа пород характерен ряд признаков: светло-серый цвет с зеленоватым оттенком, плотность, слюдистость, в различной степени алевритистость, ихнитовая текстура, обусловленная жизнедеятельностью илороющих организмов. Состав нерастворимого остатка алевритово-глинистый.

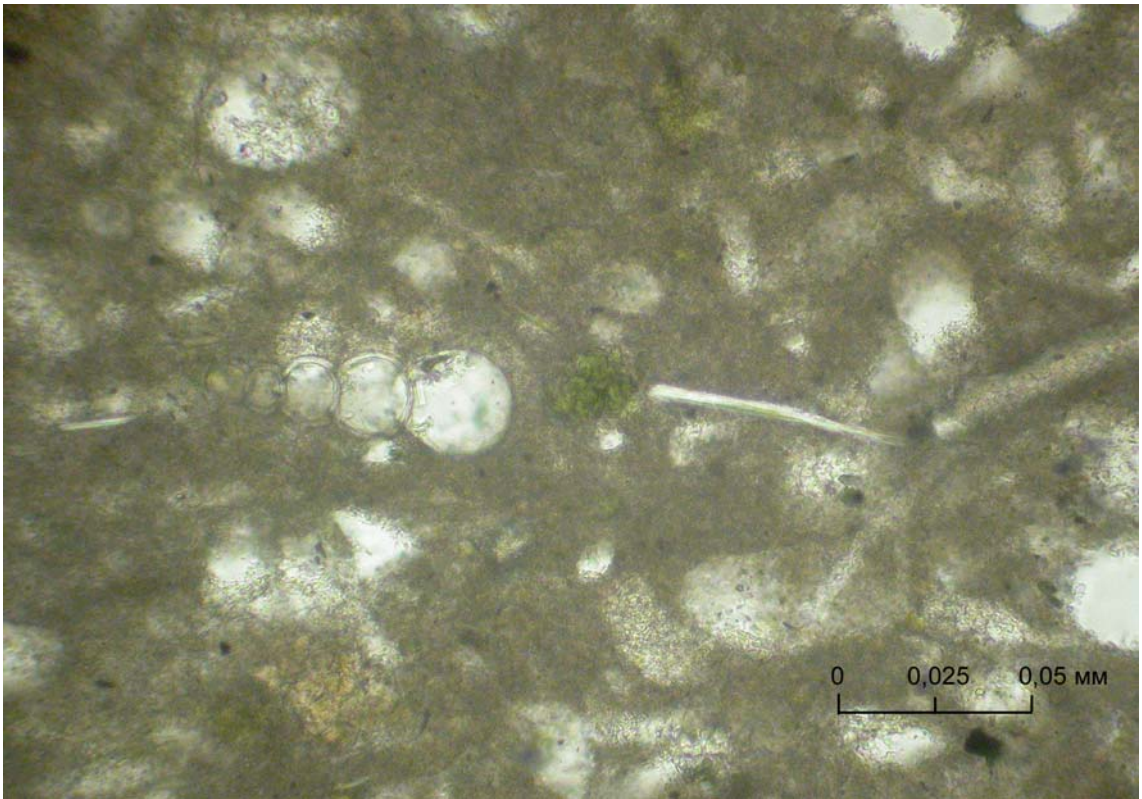




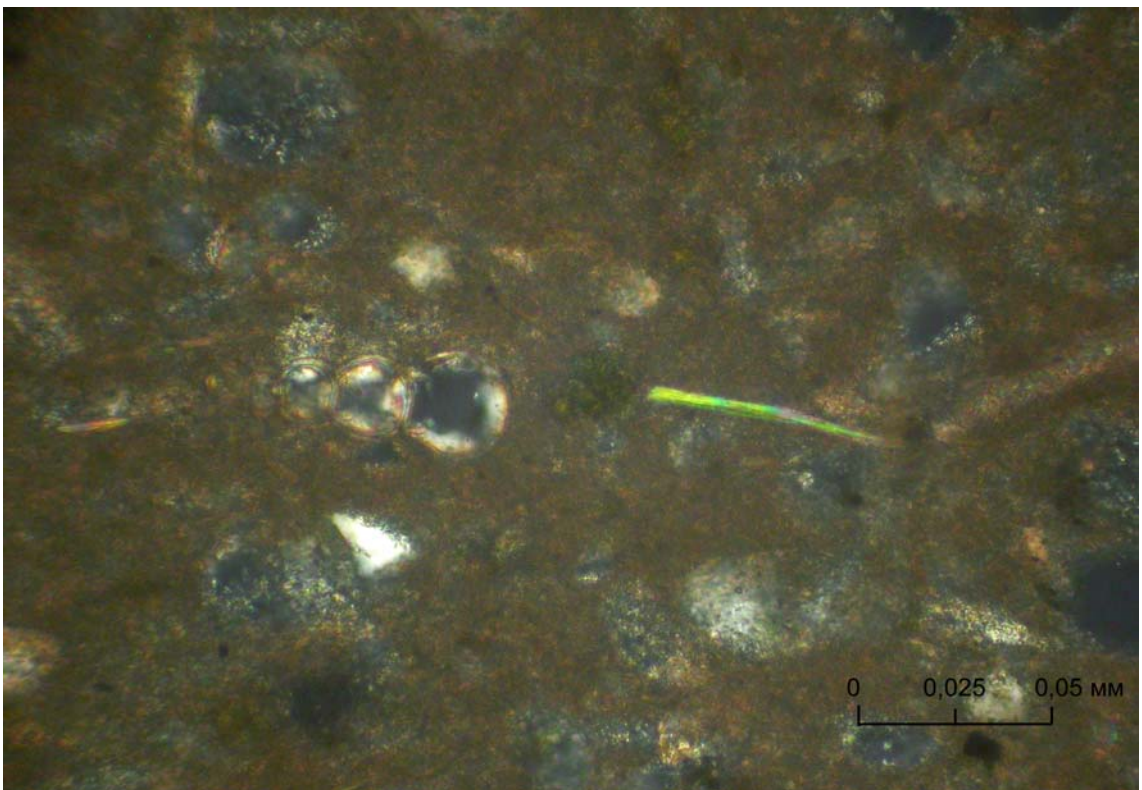
**Рис. 6.6.** Электронно-микроскопический снимок образца p10 глуб. 0.0. Ув. 400 х. Спектры: 1 – слюда; 2 – калиевые полевые шпаты; 3, 4, 5 – матрикс породы. Количественный анализ спектров представлен в табл. 1.

Микроскопическое изучение в шлифах показывает, что структура кремнеземистых мергелей меняется от алевро-микрозернисто-пелитовой (рис. 6.7) до пелитово-алевро-микрозернистой (рис. 6.8), текстура неслоистая. Основная пелитоморфно-микрозернистая масса распределена по породе равномерно, занимая приблизительно 90% поверхности шлифа. Как правило, четких переходов между пелитовой и микрозернистой структурами нет. Микрозернистая и пелитоморфная части находятся примерно в равных пропорциях. Микрозернистая масса состоит из кальцита и кремнистого материала (опал, кристобалит, тридимит). Кремнистое вещество в основном приурочено к микрозернистой массе (глобулярной формы). Пелитовая составляющая представлена той же минеральной ассоциацией, что и микрозернистая, с примесью цеолитов группы гейландита и глинистых минералов (гидрослюда, монтмориллонит).

Алевритовый компонент, распространенный в породе беспорядочно, составляет 6-12% поверхности шлифа. Представлен: 1 - зернами кварца (5-10%) полуокатанной формы, до неокатанной, мелкоалевритовой размерности 0,01 - 0,05 мм (некоторые зерна кварца по периферии корродированы); 2 - гроздевидными агрегатами глауконита зеленого цвета, размером от 0,015 до 0,08 мм (до 2%); 3 - бесцветными удлиненными чешуйками слюды длиной от 0,015 до 0,17 мм (до 1%).

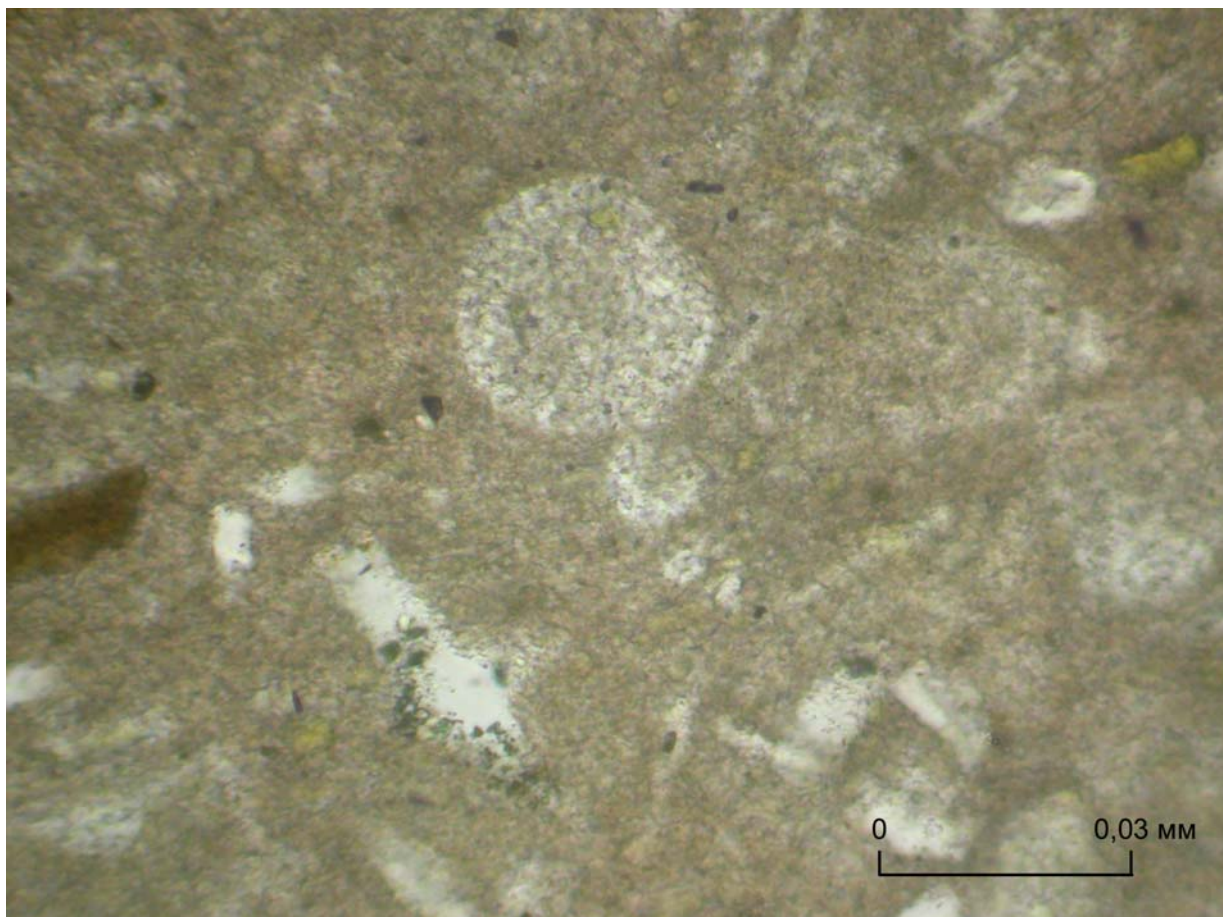


а



б

**Рис. 6.7. Фотография шлифа (обр. КВ 6/1). Мергель сильно глинистый кремнеземистый, структура алевро-микрозернисто-пелитовая. Органические останки – кокколитофориды. а – николи //, б – николи +.**

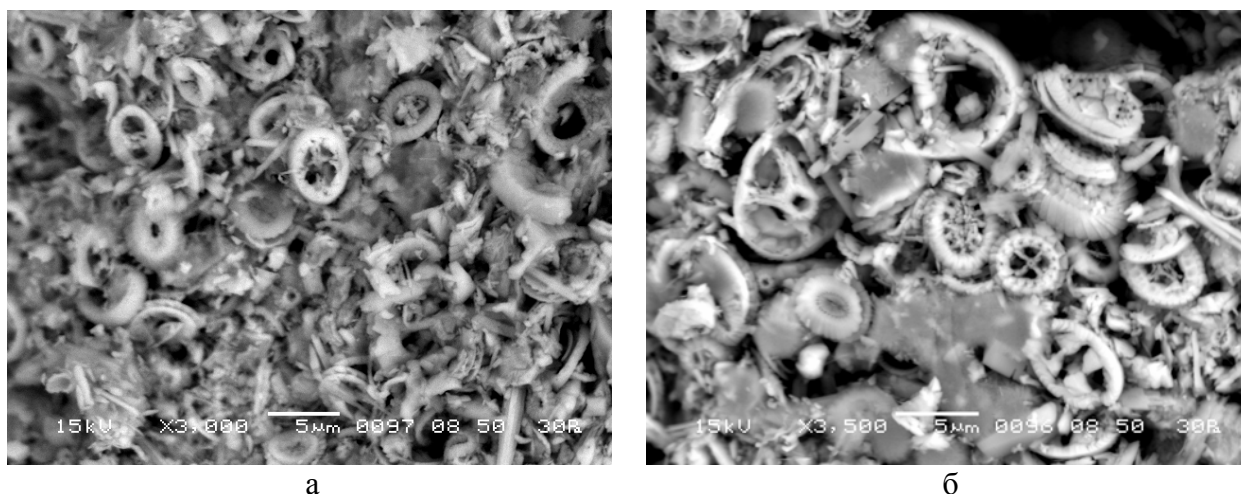


*Рис. 6.8. Фотография шлифа (обр. КВ 6/1). Мергель сильно глинистый кремнеземистый, структура пелитово-алевро-микрозернистая. Органические останки – реликты радиолярии. Николи //.*

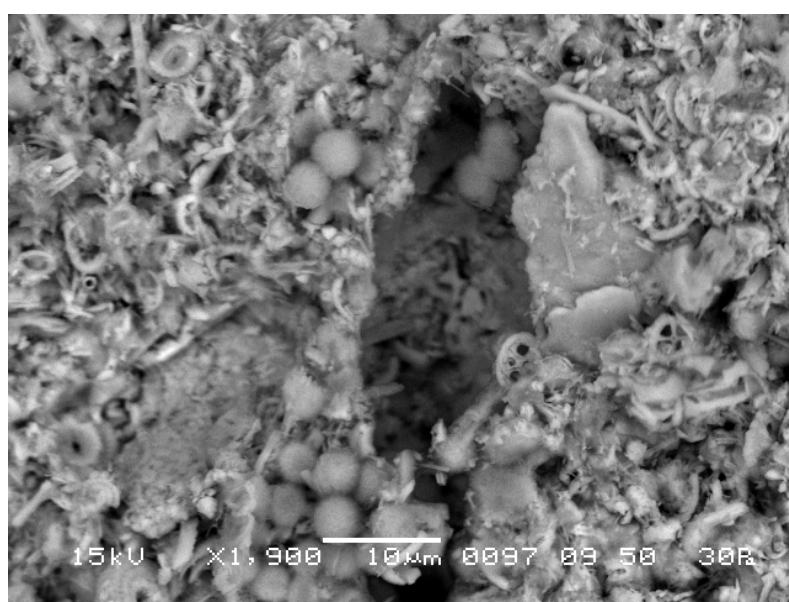
Органогенная часть (1-2%) сложена кремнистыми и карбонатными организмами, причем последние доминируют. Первые присутствуют в виде радиолярий сферической формы плохой сохранности, вторые - фораминифер или их обломков и кокколитов с преобладанием последних.

Кальцит в породе представлен несколькими разновидностями: 1) пелитоморфный, в виде пылеватой массы; 2) микрозернистый, как правило, слагает основную массу, порошковатый неравномерно распределен в ней; 3) тонкозернистый образует агрегаты кристалликов кальцита с плохо окристаллизованными гранями, развитыми в пустотах и порах (до 1%); 4) органогенный слагающий раковины кокколитов и фораминифер (до 2 %). Основная масса кальцита сосредоточена в микрозернистой и пелитоморфной массе.

Изучение пород под электронным микроскопом позволяет уточнить морфологические особенности изучаемых объектов при больших увеличениях (рис. 6.9, 6.10).



**Рис. 6.9. Электронномикроскопические снимки. Мергель кремнеземистый (обр. КВ 6/3). РЭМ: а – увеличение 3000, б – увеличение 3500.**



**Рис. 6.10. Электронномикроскопический снимок. Мергель кремнеземистый (обр. КВ 4/2). РЭМ. Увеличение 1900.**

На полученных электронномикроскопических снимках видно, что большую часть породы составляют кремнистые организмы дискообразной формы кокколитофориды. Помимо органического вещества, присутствуют глинистые минералы чешуйчатого облика, а так же минералы кремнезема призматической и глобулярной формы.

По данным рентгеноструктурного анализа пелитовая часть нерастворимого остатка по данным рентгеноструктурного анализа (рис. 6.11) представлена монтмориллонитом (10-50%), гидрослюдой (5-10%), цеолитами (5-15%). В исследуемых образцах обязательно присутствуют минералы кремнезема. Кварц фиксируется по отражениям 4,26; 3,34; 2,46; 1,99; 1,87 Å. Если наиболее интенсивный рефлекс 3,34 Å на дифрактограммах выражен всегда, то рефлекс 4,26 Å, при высоком гало в области 4,2 - 4,0 Å, может быть замаскирован более интенсивными отражениями 4,29 Å тридимита и 4,06 Å кристобалита. Отражения 4,29; 4,1; 3,87; 2,50 Å характерны для тридимита. У кристобалита выявляется только один рефлекс со значениями 4,04 - 4,06 Å, достаточно интенсивный, по сравнению с другими его

отражениями и в нашем случае редко проявляющийся на дифрактограммах. Присутствие опала определяет характерное гало в области  $19^{\circ} - 37^{\circ}$ . На долю пелитоморфного кварца приходится порядка 10-20 %, но в единичных случаях (обр. 2611/8, 2611/9) содержание его увеличивается до 55%. Количество опал-кристаллит-тридимита изменчиво от 10 до 65%.

ИМЯ ФАЙЛА - "014-1" ОБРАЗЕЦ - "кв8/1 ish"  
 ТИП АНОДА - Cu ЧИСЛО ИНТЕРВАЛОВ - 1 РЕЖИМ - ПОШАГОВЫЙ  
 НОМЕР НАЧ.УГОЛ КОН.УГОЛ ШАГ ЭКСПОЗ. СКОРОСТЬ МАКС.ИНТ.  
 1 2.000 63.000 0.100 3.00 4 4843  
 Углы - 2Тета; Интенсивность - абсолютная; Вся шкала = 4843

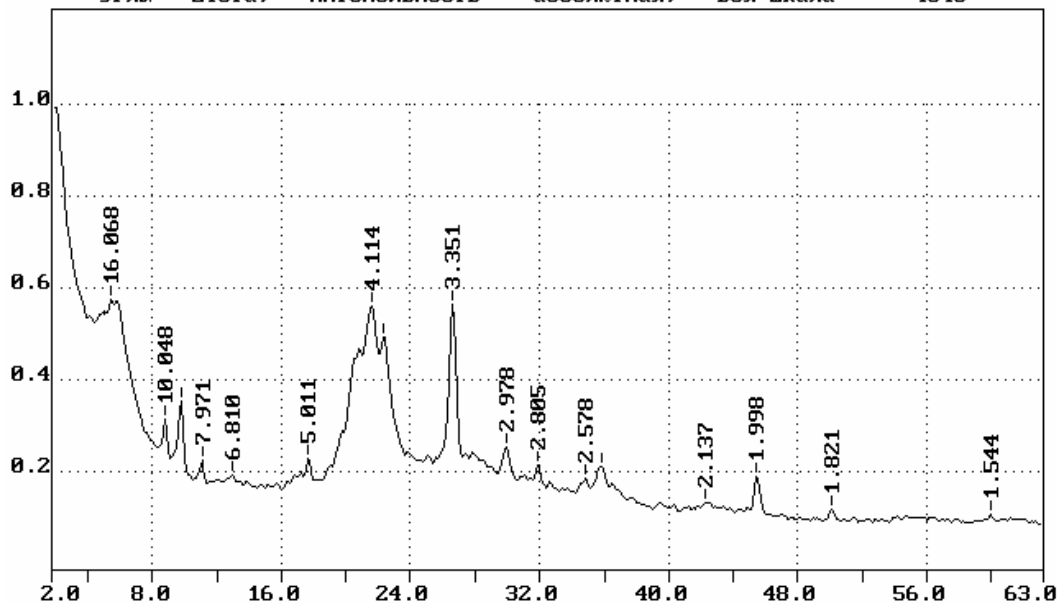


ТАБЛИЦА ПИКОВ СПЕКТРА						
N	2Тета	Площ	Iприв	Полушир	Межпл	%
1	5.60	54	63	0.81	16.068	10.2
2	8.80	17	81	0.20	10.048	13.1
3	9.76	55	185	0.29	9.025	30.0
4	11.09	5	30	0.16	7.971	4.9
5	13.00	8	26	0.28	6.810	4.2
6	17.72	37	96	0.37	5.011	15.6
7	21.50	728	609	0.82	4.114	98.7
8	22.36	534	506	0.72	3.986	82.0
9	26.62	349	617	0.54	3.351	100.0
10	29.95	95	140	0.65	2.978	22.7
11	31.90	32	83	0.37	2.805	13.5
12	34.75	26	45	0.55	2.578	7.3
13	35.80	69	87	0.76	2.501	14.1
14	42.30	11	26	0.40	2.137	4.2
15	45.45	51	120	0.41	1.998	19.4
16	50.10	11	35	0.31	1.821	5.7
17	59.90	7	26	0.26	1.544	4.2

Рис.6.11. Дифрактограмма пелитовой части нерастворимого остатка воздушно-сухого образца мергеля сильно глинистого (обр. кв 8/1).

Таким образом, в пределах центральной части КМА карбонатные породы сантонского возраста представлены мергелями, весьма различающимися по составу. Это обусловлено вариациями в содержаниях кальцита, глинистой составляющей, терригенного кварца и кремнезема.

## Глава 7. Характеристика кремнистых пород

### 7.1. Типы кремнистых пород

Кремнистые породы верхнего мела сантонского яруса на изучаемом участке представлены разнообразием литологических типов - трепелом глинистым, глиной трепеловидной, опокой глинистой и глиной трепеловидной. Часто, эти литотипы содержат в качестве примеси карбонатное вещество до 30%, что позволяет к их названию вставлять приставку карбонатные.

По мнению Г.И. Бушинского, “трепел, в отличие от плотной опоки, представляет собой мягкую, тонкодисперсную, слабосцементированную или рыхлую породу светло-серого цвета с различными оттенками буровато-зеленовато-желтых тонов, в основной своей массе состоящую, как и опока, из мельчайших частиц опала и кристобалита, но с ослабленными связями структурных элементов, с удельным весом от 0,7 (у чистых разностей) до 1,2 г/см<sup>3</sup> (у глинистых и слабо карбонатных разностей)”.

Исходя из представлений Г.И. Бушинского трепел – рыхлая порода, а опока – плотная. Отличаются эти типы пород визуально, а состав их одинаков. Основные отличия глины трепеловидной и трепела глинистого выражены в незначительном изменении глинистой составляющей и аморфного кремнезема.

Как ранее отмечалось, кремнистые породы пользуются меньшим развитием, чем карбонатные, а их роль в разрезе сантонского яруса увеличивается в северном направлении. Кремнистые породы, широко распространенные в пределах водораздельных пространств, представлены трепелами, опоками, трепеловидными глинами. Они 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. 7.1).

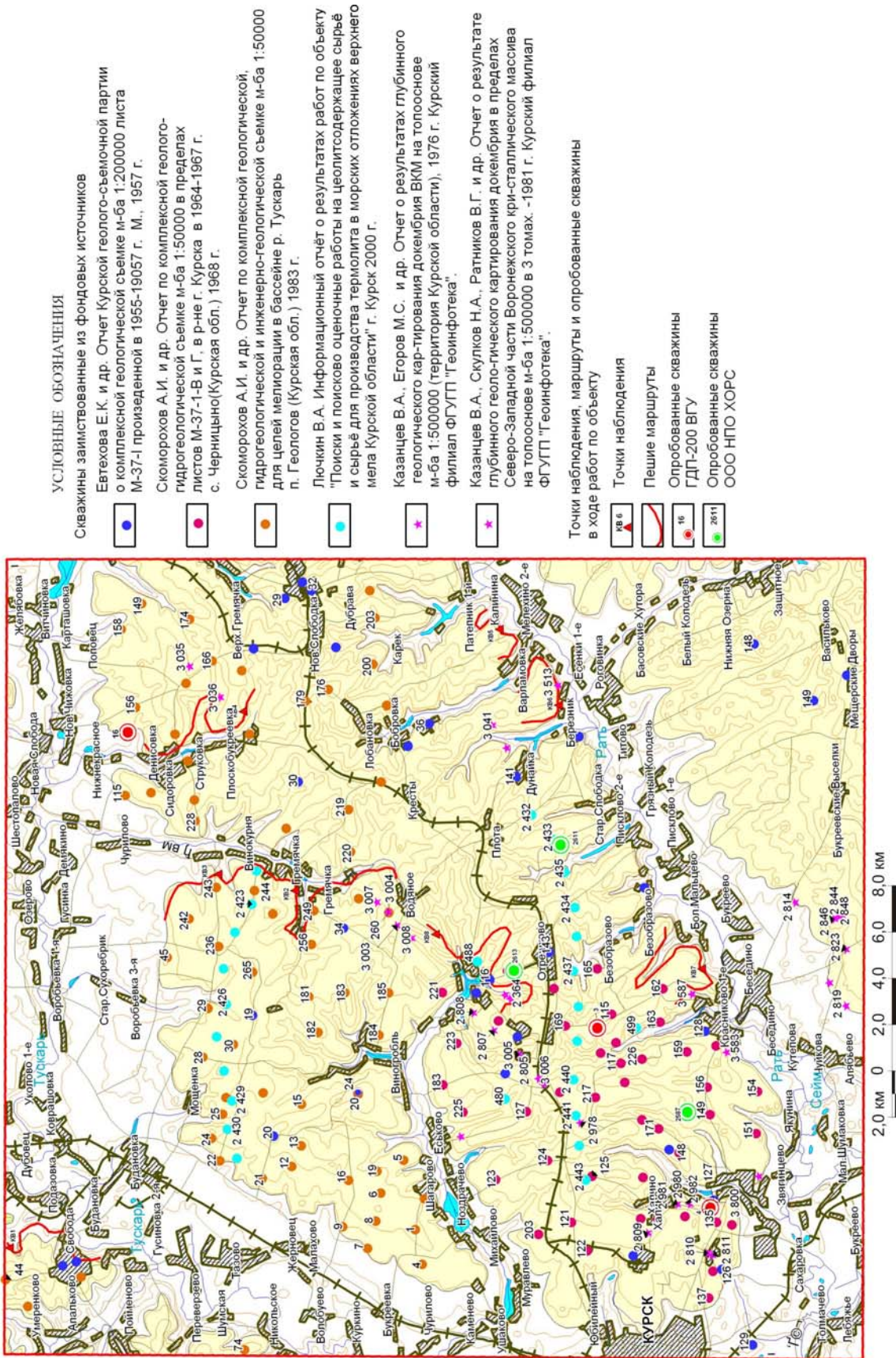


Рис. 7.1. Карта фактического материала. Восточная площадь цеолитсодержащих пород (Курская область).

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-мергельных породах турон-коньяка.

В скважинах 9, 10, силициты представлены опоками, а в скважине 11 также и трепелами (скв. 11) киевской свиты эоцена, которые изучены для сравнения с сантонскими. Цвет пород от светло-серого до белого со слабым зеленоватым оттенком, с включениями слюды и редкими пятнами и прослоями ожелезнения. Максимальная мощность изучаемых кремнистых пород зафиксирована в скважине 11 и составляет 9.5 м, в скважинах 9 и 10 – не превышает 5.5 м.

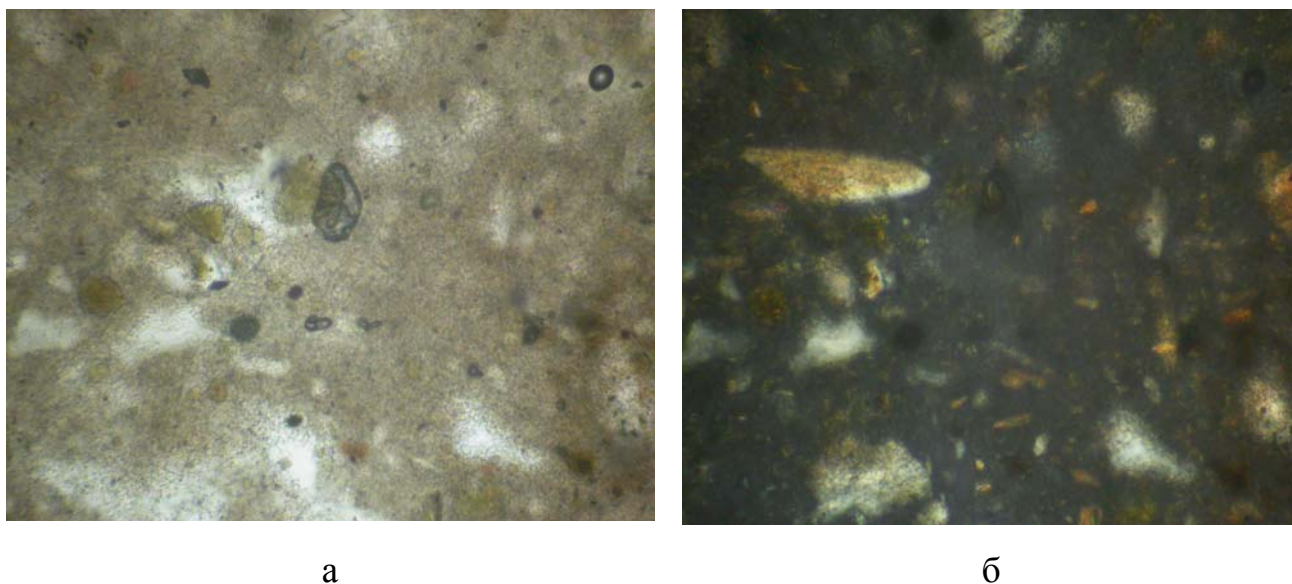
Изучение в шлифах — основной метод исследования и определения силицитов. Прежде всего, устанавливается причина окраски, во многом зависящая от минерального состава примесей. Структуры и текстуры, даже весьма тонкие, изучены полно и всесторонне. Хорошо видны компоненты, даже единичные раковинки, обрывки растительной ткани и аутигенные новообразования. Основные минералы — кварц, халцедон и опал — определяются довольно легко и уверенно по их оптическим свойствам и облику зерен.

Аморфная структура опала определяется по изотропности, отсутствию признаков кристалличности, по ясной шагренево́й поверхности, особенно хорошо видимой при диафрагмировании (опал оказывается не сплошным, а "аморфно-зернистым", как бы икра́ным, с размером зернышек  $< 0,01$  мм) и обусловленной интенсивной микротрещиноватостью, свидетельствующей о коллоидной природе (только коллоиды могут отдавать большие массы воды и при этом сокращаться в объеме, растрескиваться, из-за чего вещество рябит в глазах). Нередко сохраняется и первичная глобулярная структура опала — также признак коллоидной природы. Но чаще глобули видны лишь под электронным микроскопом [61, 62].



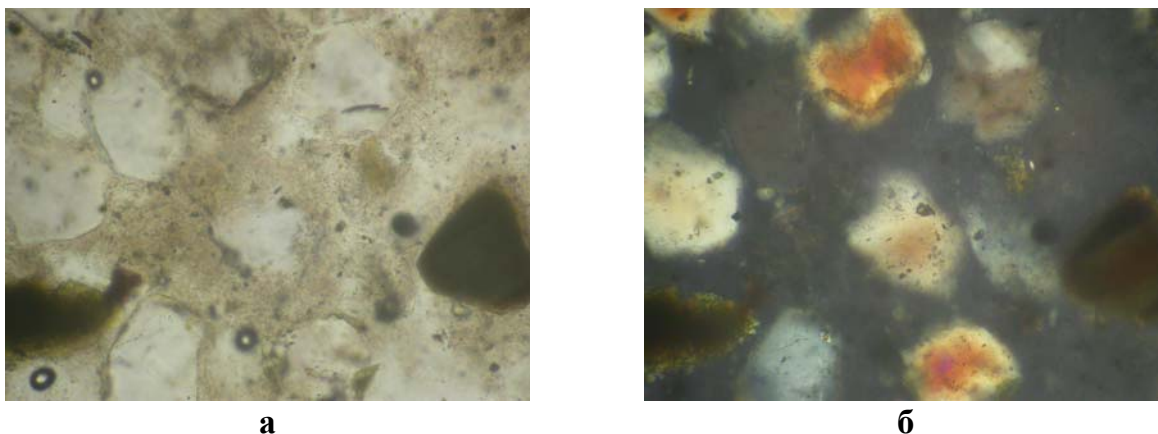
Кремнистые породы при изучении в шлифах имеют много общего. Они представляют собой тонкую, в различной мере раскристаллизованную массу с наличием зерен кварца различного размера до 0,05 мм, который составляет от 15 до 50% вещества. В незначительных количествах наблюдаются слюда, глауконит, кальцит. Структура 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.

Сантонские трепелы (рис. 7. 2) отличаются различной размерностью (до 0.05 мм) зерен кварца и различной их формой с отчетливыми следами корродированности зерен кварца.



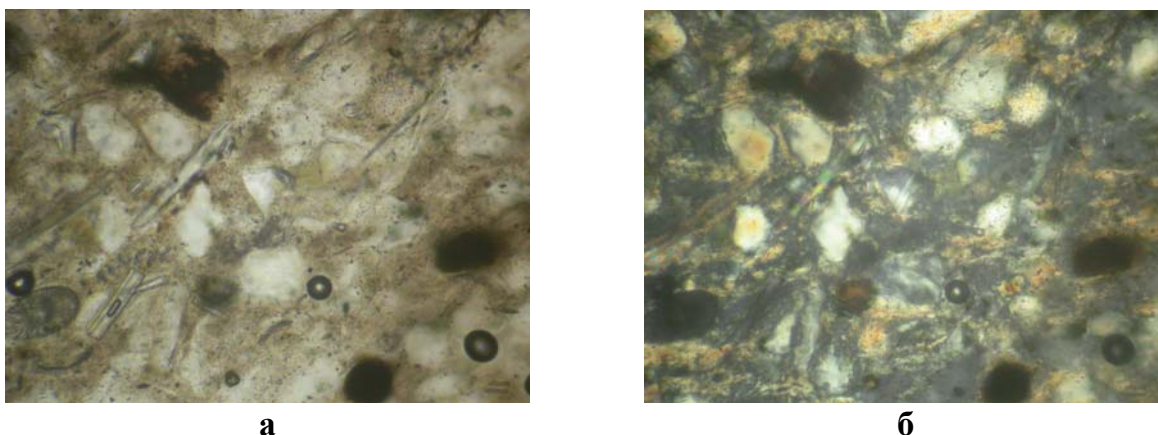
**Рис. 7.2. Разнозернистая структура сантонского трепела, обр 4/17. Фото шлифа: а – николи параллельны, б – скрещены, увеличение 21.**

Наиболее крупные (около 0,1 мм) размеры кварцевых зерен наблюдаются в киевских трепелах (рис. 7.3), 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.

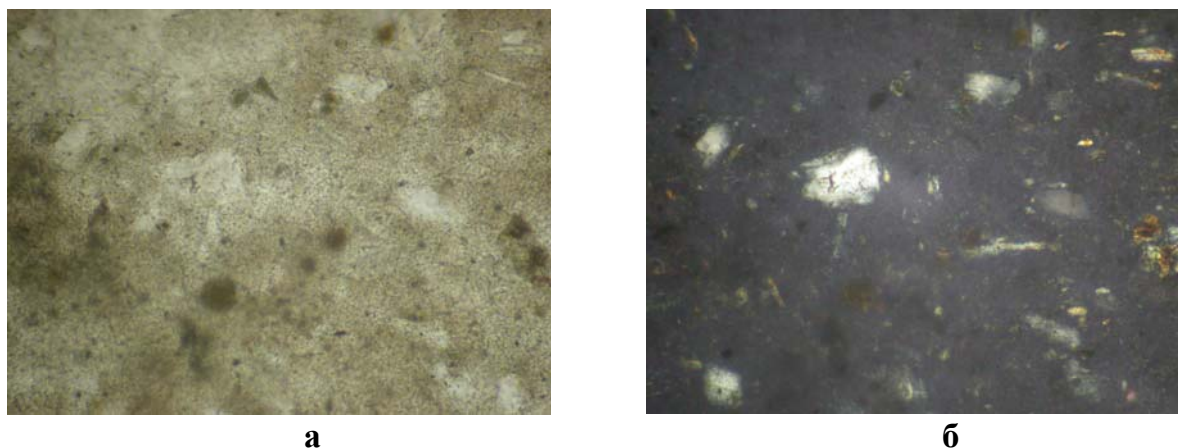


**Рис. 7.3.** *Равномерное распределение зерен кварца в аморфной опаловой массе, киевский трепел, обр. 11/36:  $\Phi$  ото шлифа: а – николи параллельны, б – скрещены, увеличение 21.*

Киевские опоки (рис. 7.4) содержат зерна кварца довольно изометричного облика, которые равномерно распределены в общей частично раскристаллизованной массе глинисто-опалового вещества. Размер зерен до 0,05 мм. Количество кварца 20-30%.



**Рис. 7.4.** *Частичная раскристаллизация опалового вещества и распределенные в нем зерна кварца, киевская опока, обр 10/23. Фото шлифа: а – николи параллельны, б – скрещены, увеличение 21.*



**Рис. 7.5.** *Игольчатые выделения кварца в опалово-глинистой массе сантонской трепеловидной глины обр 16/18: а – николи параллельны, б – скрещены, увеличение 21.*

Трепеловидные глины (рис. 7.5) обладают пелитоморфной структурой. В основной массе - глинистое вещество и тонкие выделения кварца игловатой формы.

Под электронным микроскопом успешно выясняются тончайшие криптокристаллические и ультрамикроглобулярные структуры.

Изучение кремнистых пород под электронным микроскопом показывает, что основная масса минералов кремнезема представлена глобулями размером порядка 4-5 микрон. Глобули имеют ребристую поверхность (рис. 7.6). Помимо глобулярной формы кремнезема отмечается и брусковидная призматического габитуса (рис. 7.7, вверху слева). Глинистые минералы тонкой хлопьевидной формы обволакивают глобули кремнезема.

Минералы свободного кремнезема представляются морфологической разнообразием в виде леписфер с гладкой или ребристой поверхностью. Состав первых - опаловый, вторых - опал-кristобалитовый или опал-кristобалит-тридимитовый. По поводу их генезиса существуют несколько взаимно исключаящих друг друга точек зрения, но принципиально все сводится к выпадению из коллоидных растворов первичного опалового вещества в виде глобуль или леписфер. Со временем, в зависимости от содержания в исходном аморфном кремнеземистом веществе посторонних ионов, оно преобразуется по двум направлениям. При малом количестве ионов опал переходит в опал-кristобалит, затем в кристобалит, халцедон и кварц. При большом содержании вначале из опала формируется опал-тридимит, далее преобразование идет по первой схеме [17, 23].

На полученных снимках отчетливое строение в виде леписфер имеют сантонские трепела (см. рис. 7.6) и трепеловидные глины (см. рис. 7.7), хотя строение последних неоднородно: помимо леписфер, они содержат агрегаты трубчатой формы, а леписферы не настолько явные.

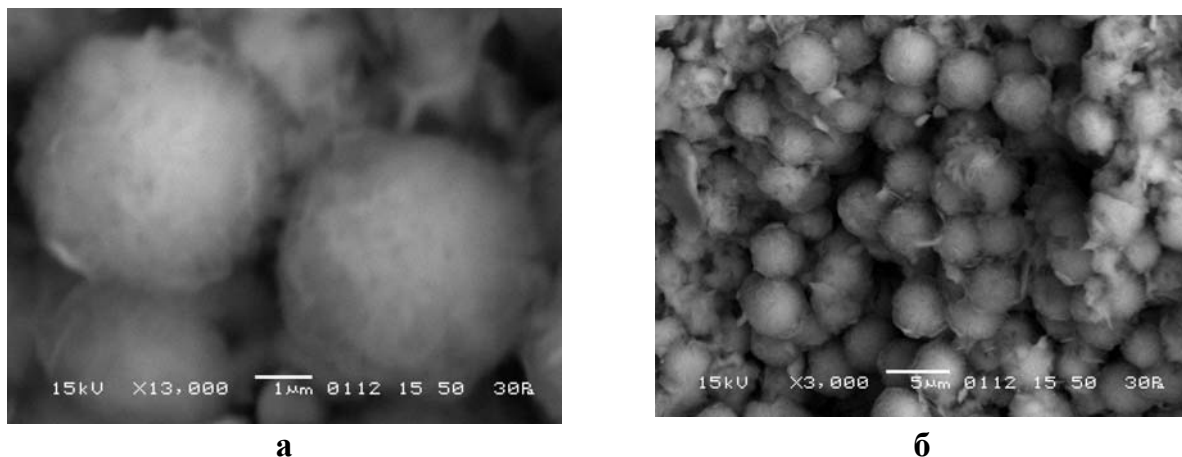
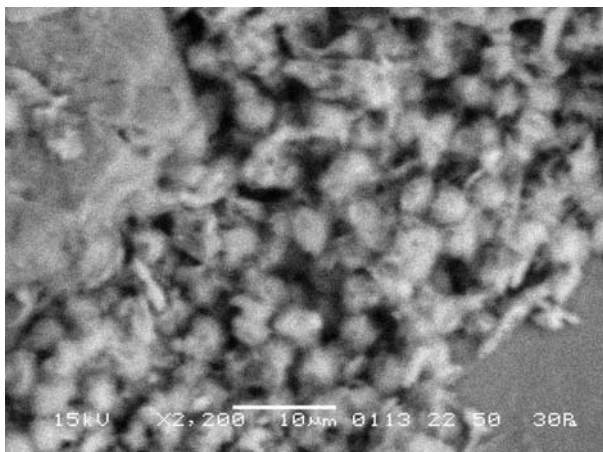
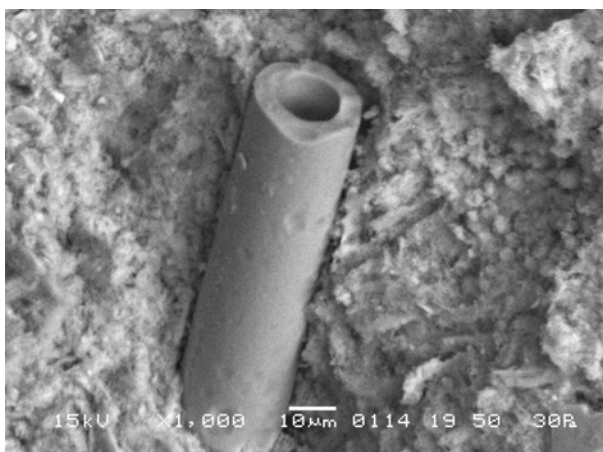


Рис. 7.6. Электронномикроскопические снимки леписфер сантонского трепела (обр 4/14) а – увеличение 13000, б – 3000.



**Рис. 7.7.** Электронномикроскопический снимок трепеловидной глины, обр 16/18 (сантонский ярус) увеличение 2200.



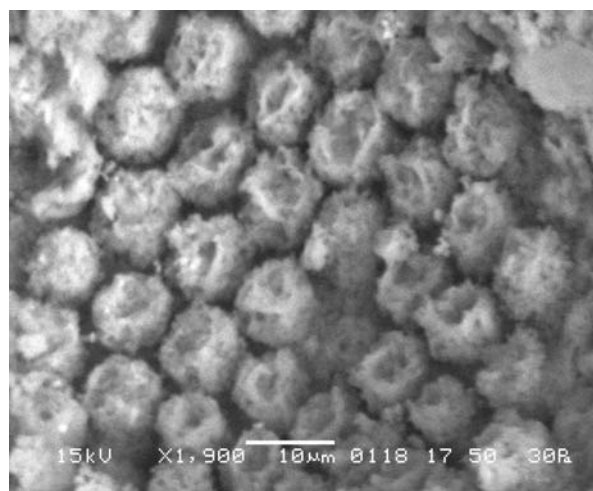
**Рис. 7.8.** Электронномикроскопический снимок киевской опоки со спикулой губки, обр. 9/41 увеличение 1000 х.

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. 7.8, 7.9).

Как видно из снимков образцов киевских пород, остатки фауны в отложениях свиты многочисленны, в отличие от сантонских силицитов, в которых нахождение организмов затруднительно, возможно из-за более длительной и интенсивной переработки данных пород.



**а**



**б**

**Рис. 7.9.** Электронномикроскопические снимки киевской опоки с колониальными организмами, обр 10/21 а - увеличение 330, б- 1900.

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

При появлении в опале кристаллической фазы, т.е. с началом раскristализации, 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 раскristализованности, на О-К-I и О-К-II.

Структурная упорядоченность в них начинается с закономерного сочетания тетраэдров  $\text{SiO}_2$  в одном, горизонтальном, направлении, тогда как образующиеся 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 [51] подчеркивает, что в рассматриваемом минеральном образовании кристобалит и тридимит не являются самостоятельными минеральными фазами, а представляют собой лишь структурные элементы этой формы кремнезема. Последняя при низкой степени упорядоченности кристобалитовых и тридимитовых слоев (О-К-I) дает дифрактограмму (рис. 7. 10) с хорошо выраженной выпуклостью (гало). Её ось которой отвечает 4,0-4,1 Å. Гало несет кристобалитовый рефлекс 4,12-4,09 Å и более слабый тридимитовый 4,3-4,28 Å, а нередко рефлекс 2,49 Å. У О-К-II кристобалитовый рефлекс 4,12-4,09 Å более интенсивный и четкий. Он осложнен тридимитовым рефлексом в области 4,30-4,28 Å, а также часто и кварцевым эффектом 4,26-4,24 Å. Кроме того, четко фиксируется эффект 2,51-2,49 [61].

Для изучения вещественного состава глинистой фракции кремнистых пород дифрактометрическим методом охарактеризовано 16 образцов из 5 скважин, расположенных на территории центральной части КМА. По результатам рентгеноструктурного анализа пелитовая составляющая сложена силицитами, глинистыми минералами, цеолитами (см. рис. 10). Силицитовые минералы на дифрак-

тограммах представлены опалом и тридимитом, кристобалита не обнаружено. Их количество может достигать до 60%, хотя обычно оно находится в пределах 20% объема исследуемой фракции менее 0,005 мм.

Цеолиты группы гейландит–клиноптилолита отмечаются практически во всех изучаемых образцах, за исключением верхней части разреза в скв. 2425. Количество цеолитов может достигать 15%.

Монтмориллонит, содержание которого достигает 60% от объема фракции менее 0,005 мм, и гидрослюда, количество которой изменяется от 5 до 10%, постоянно присутствуют во всех исследованных пробах).

По данным дифрактограмм основными минералами фракции < 0,005мм являются монтмориллонит, гидрослюда и опал-тридимит (рис. 7.11-7.15). Содержание монтмориллонита для сантонских отложений колеблется от 20 до 65% от общего количества глинистой фракции, для киевских - 15-60%. Монтмориллонит фиксируется по рефлексам 14,8-15,5; 4,9 Å в воздушно-сухом состоянии. При насыщении глицерином образца первый рефлекс сдвигается до значения 17,8-18,0 Å. Содержание гидрослюда во всех образцах не превышает 25% и отмечается по рефлексам 10,0; 4,98; 3,33 Å. В отличие от киевских силицитов, содержащих 10-15% каолинита, для сантонских отложений последний не характерен и зарегистрирован в одном образце (16/17) в количестве 10% (см. рис. 7.15). Каолинит фиксируется по рефлексам 7,16; 3,56 Å. В сантонских отложениях он выявляется в единичных случаях, и его содержания находятся на уровне чувствительности прибора. Количество опал-тридимита изменяется в широких пределах от 15 до 60% и в киевских, и в сантонских породах и определяются по рефлексам 4,3; 4,1; 2,54 Å.

В отдельных образцах наблюдаются клиноптилолит, кварц, ярозит и гетит. В частности, цеолиты группы клиноптилолита-гейландита [23] зафиксированы в трех образцах (4/16, 4/17, 16/18) сантонских отложений по рефлексам 9,0; 7,9; 3,96; 2,96; 2,80 Å (см. рис. 7.11, 7.15) Их содержание 10-15 %. В породах киевской свиты цеолиты не обнаружены. Следы кварца отмечены в образцах 9/41 и 11/30, относящиеся к киевской свите (см. рис. 7.12, 7.14). 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 (см. рис.

7.14, 7.15). Гетит (20%) отмечается по рефлексу 4,2 в образце 16/17 (сантонский ярус) (табл. 7.1).

ИМЯ ФАЙЛА - "У9-1"

ОБРАЗЕЦ - "kb5/3 ish"

ТИП АНОДА - Cu ЧИСЛО ИНТЕРВАЛОВ - 1 РЕЖИМ - ПОШАГОВЫЙ

НОМЕР НАЧ.УГОЛ КОН.УГОЛ ШАГ ЭКСПОЗ. СКОРОСТЬ МАКС.ИНТ.  
1 2.000 63.000 0.100 3.00 4 5233

Углы - 2Тета; Интенсивность - абсолютная; Вся шкала = 5233

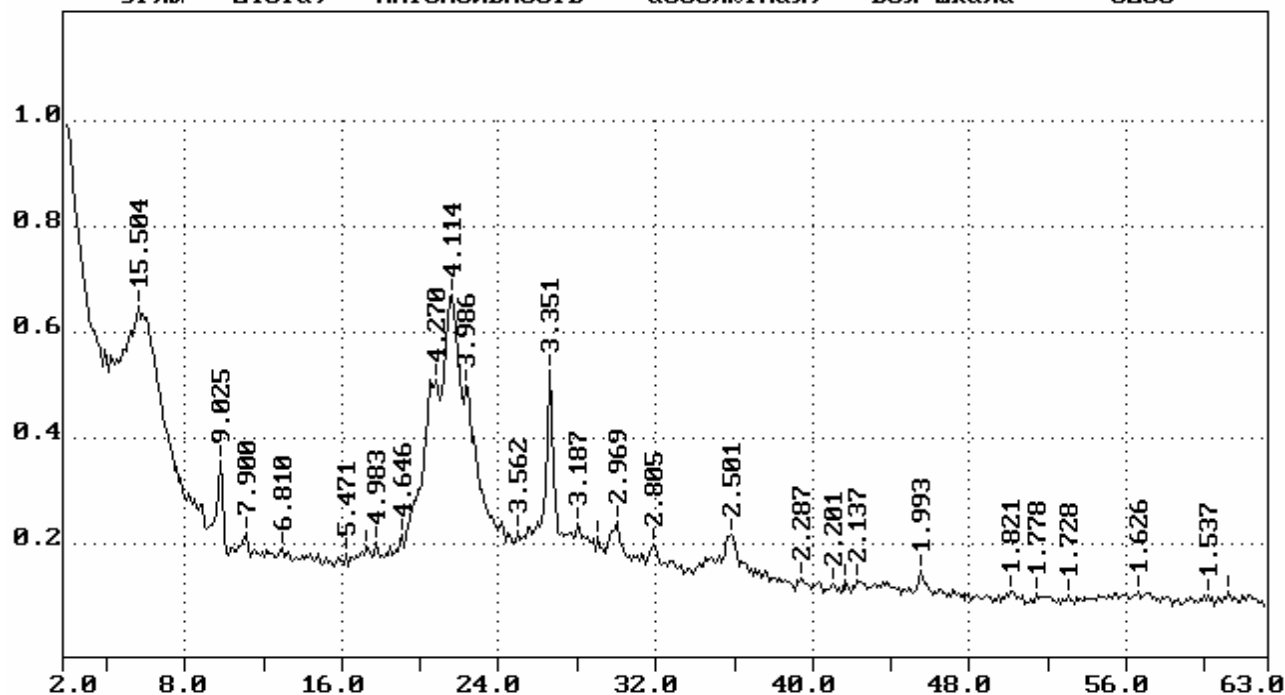


ТАБЛИЦА ПИКОВ СПЕКТРА

N	2Тета	Площ	Іприв	Полушир	Межпл	%
1	5.80	364	286	1.22	15.504	33.8
2	9.80	50	211	0.23	9.025	25.0
3	11.17	5	33	0.13	7.900	3.9
4	13.00	4	28	0.14	6.810	3.3
5	16.20	3	28	0.10	5.471	3.3
6	17.32	22	52	0.40	5.126	6.2
7	17.80	13	66	0.18	4.983	7.8
8	19.20	77	87	0.54	4.646	10.3
9	20.70	687	577	0.70	4.270	68.3
10	21.59	839	845	0.58	4.114	100.0
11	22.37	682	560	0.75	3.986	66.3
12	25.03	55	102	0.51	3.562	12.1
13	26.62	216	608	0.27	3.351	72.0
14	28.10	125	129	0.60	3.187	15.3
15	29.05	33	90	0.34	3.079	10.7
16	30.00	89	137	0.74	2.969	16.2
17	31.88	30	65	0.45	2.805	7.7
18	35.83	77	113	0.66	2.501	13.4
19	39.40	4	28	0.13	2.287	3.3
20	41.00	3	28	0.10	2.201	3.3
21	41.60	3	28	0.10	2.171	3.3
22	42.30	9	28	0.30	2.137	3.3
23	45.52	16	62	0.25	1.993	7.3
24	50.16	9	29	0.30	1.821	3.4
25	51.40	3	28	0.11	1.778	3.3
26	53.00	3	28	0.10	1.728	3.3
27	56.60	7	28	0.22	1.626	3.3
28	60.20	3	28	0.10	1.537	3.3
29	61.20	3	28	0.10	1.514	3.3

а

ИМЯ ФАЙЛА - "У9-2"

ОБРАЗЕЦ - "кб5/3 et"

ТИП АНОДА - Cu ЧИСЛО ИНТЕРВАЛОВ - 1 РЕЖИМ - ПОШАГОВЫЙ

НОМЕР НАЧ.УГОЛ КОН.УГОЛ ШАГ ЭКСПОЗ. СКОРОСТЬ МАКС.ИНТ.  
1 2.000 15.000 0.100 3.00 4 4269

Углы - 2Тета; Интенсивность - абсолютная; Вся шкала = 4269

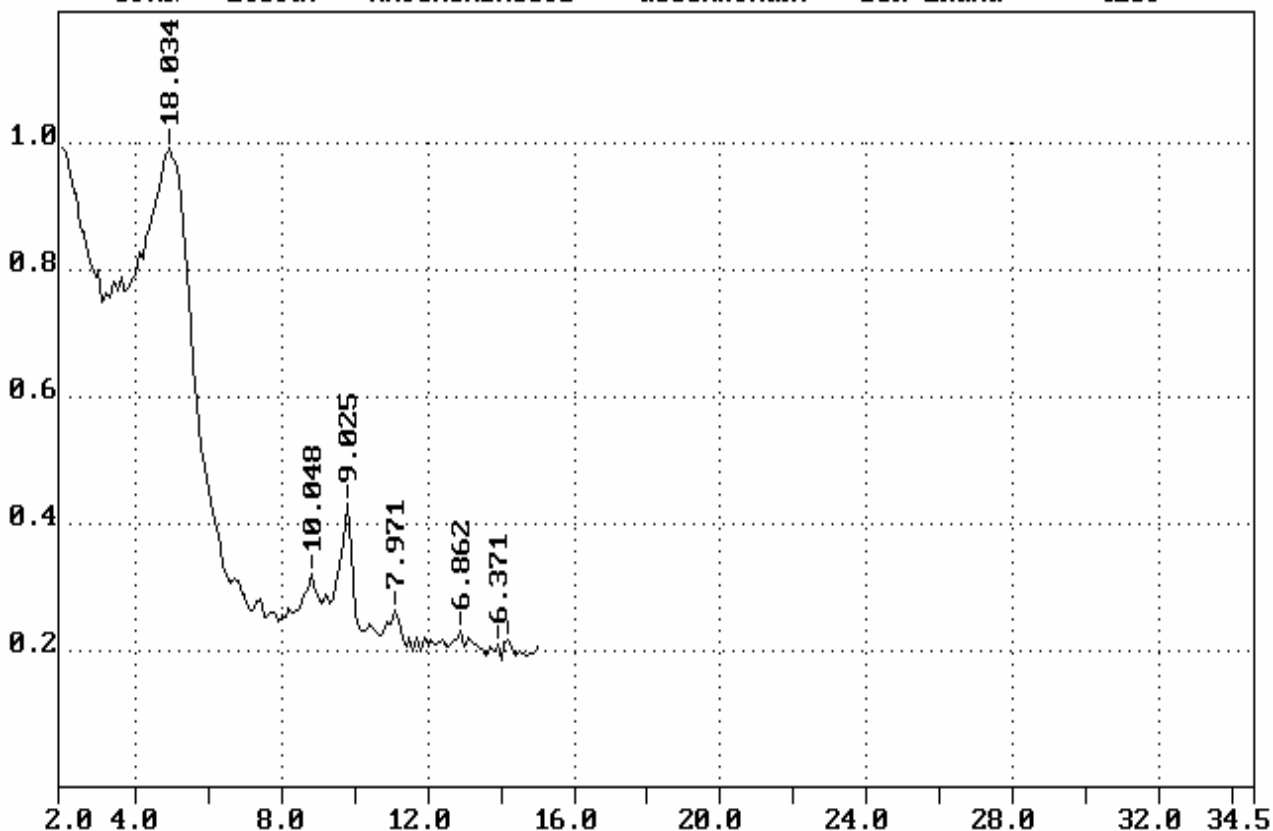


ТАБЛИЦА ПИКОВ СПЕКТРА

N	2Тета	Площ	Грив	Полушир	Межпл	%
1	4.93	793	582	0.84	18.034	100.0
2	8.82	28	81	0.33	10.048	13.9
3	9.77	73	247	0.28	9.025	42.4
4	11.12	6	39	0.15	7.971	6.7
5	12.89	3	25	0.11	6.862	4.3
6	13.90	2	23	0.10	6.371	4.0
7	14.20	3	23	0.13	6.237	4.0

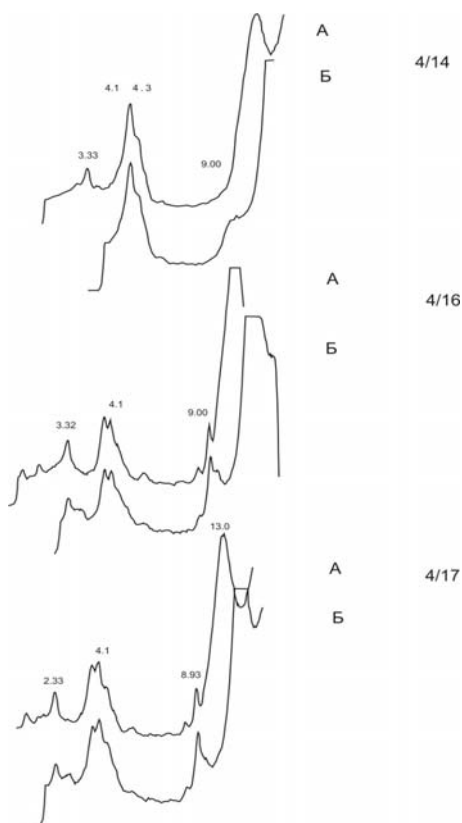
Рис. 7.10. Дифрактограмма опоки глинистой (обр. КВ 5/3): а – воздушно-сухой образце, б – насыщенный глицерином.

Таким образом, можно видеть сходство 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.

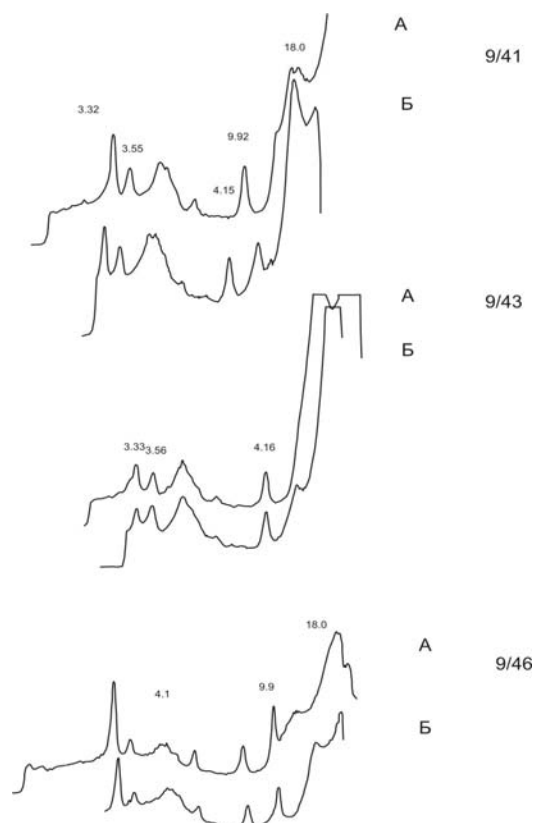


## Минеральный состав глинистой фракции

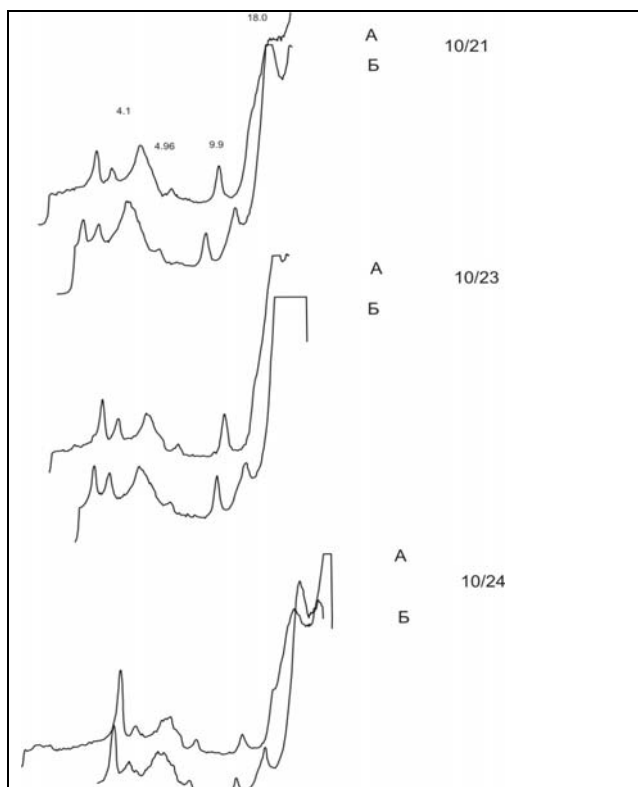
№ п/п	Номер образца	Наименова- ние породы	Возраст (индекс)	Минеральный состав (%)							
				Монтмориллонит	Гидрослюда	Каолинит	Опал-тридимит	Клиноптилолит	Кварц	Ярозит	Гетит
1	4/14	Трепел	K <sub>2</sub> st	60	Сл.	–	40	–	–	–	–
2	4/16	–	–	65	5	–	20	10	–	–	–
3	4/17	–	–	60	Сл.	–	30	10	–	–	–
4	9/41	Опока	P <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> kv	60	10	10	20	–	–	–	–
8	10/23	–	–	60	10	15	15	–	–	–	–
9	10/24	–	–	55	15	10	20	–	–	–	–
10	11/28	Трепел	P <sub>2</sub> 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 трепе- ловидная	K <sub>2</sub> st	60	10	–	30	–	–	–	–
15	16/17	–	–	40	20	10	–	–	–	10	20
16	16/18	–	–	20	5	–	60	15	–	–	–



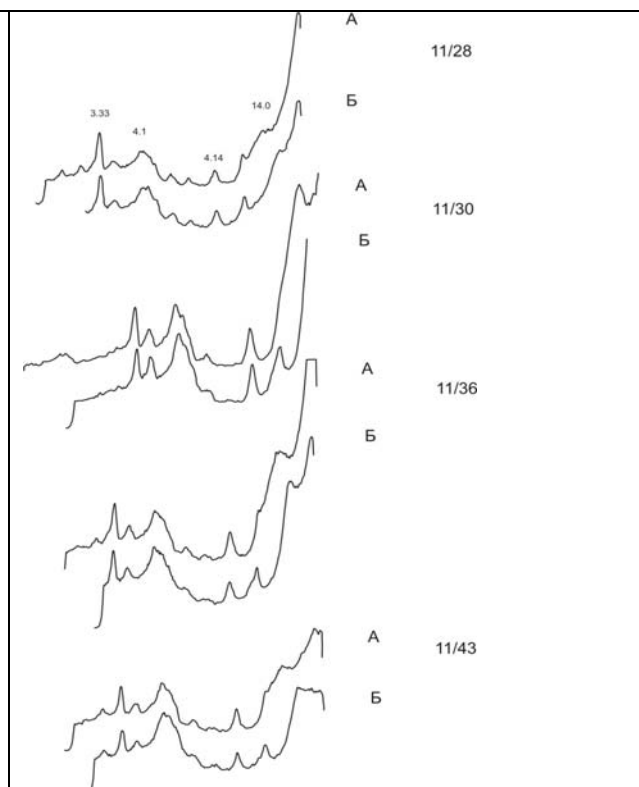
**Рис. 7.11. Дифрактограммы трепелов: (сантонский ярус) А-воздушно-сухой препарат, Б-насыщенный глицерином.**



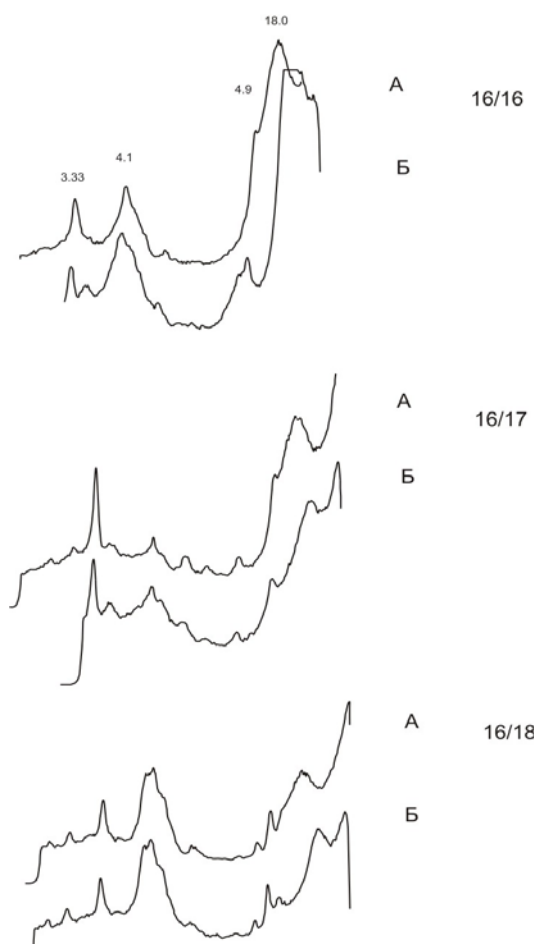
**Рис.7. 12. Дифрактограммы опок (киевская свита): А-воздушно-сухой препарат, Б-насыщенный глицерином.**



**Рис. 7. 13. Дифрактограммы опок (киевская свита): А-воздушно-сухой препарат, Б-насыщенный глицерином.**



**Рис. 7.14. Дифрактограммы трепелов (киевская свита): А-воздушно-сухой образец, Б-насыщенный глицерином.**



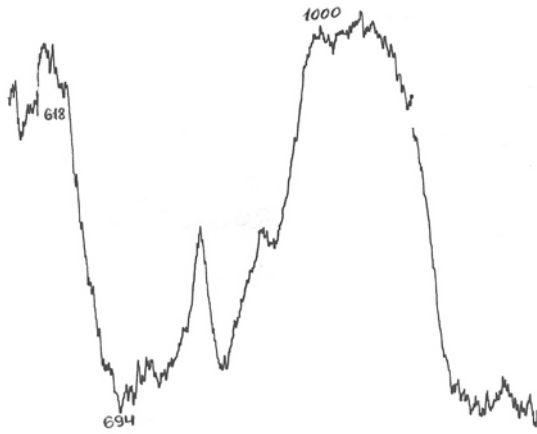
**7.15. Дифрактограммы трепеловидных глин (сантонский ярус) А-воздушно-сухой препарат, Б-насыщенный глицерином.**

Метод исследования инфракрасных спектров поглощения основывается на возникновении характеристических полос поглощения при прохождении инфракрасных лучей через вещество, что связано с возбуждением собственных колебаний атомных групп в исследуемом веществе [41, 42]. Наибольшие результаты метод дает в комплексе с рентгенодифрактометрическим и другими методами. Установлено, что каждому кремневому минералу свойствен свой ИК-спектр пропускания, причем биогенные и природные седиментогенные минералы отличаются от гидротермальных и искусственных. Рентгеноаморфный опал имеет ИК-спектр с широкими полосами. Первая, самая интенсивная полоса без четкого экстремума находится в области 1240-1090 см<sup>-1</sup>. Значительно расширена и третья полоса — 485 см<sup>-1</sup>. Часто вы-

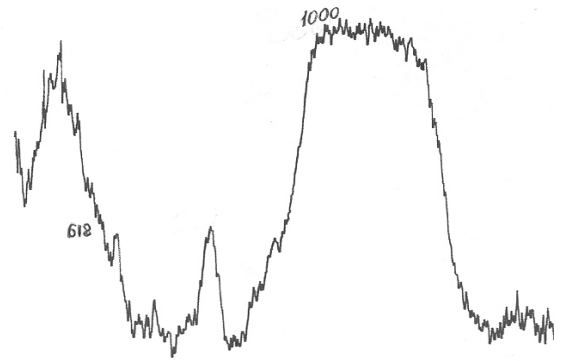
деляется, кроме того, полоса 1650 см<sup>-1</sup>, свидетельствующая о большом содержании кристаллохимической не связанной воды, колебаниями молекул которой и вызвана эта полоса.

Более структурно совершенный изотропный кремнезем, отвечающий опал-кристобалиту, характеризуется более четким экстремумом главной полосы пропускания 1110-1120 см<sup>-1</sup>, шире становится полоса 480 см<sup>-1</sup>. Полоса 618 см<sup>-1</sup> обусловлена небольшим содержанием кристобалита. Эта модификация кремнезема наиболее широко распространена среди верхнемеловых и нижнепалеогеновых спонголитов, трепелов и опок. Еще более структурно совершенный кремнезем со значительным содержанием кристобалита отличается четкой полосой 625-630 см<sup>-1</sup> [Фролов, 1994].

При изучении инфракрасных спектров поглощения силицитов установлено наличие опала во всех разновидностях пород, в том или ином количестве присутствуют кварц, кристобалит и тридимит (рис. 7.16-7.20).

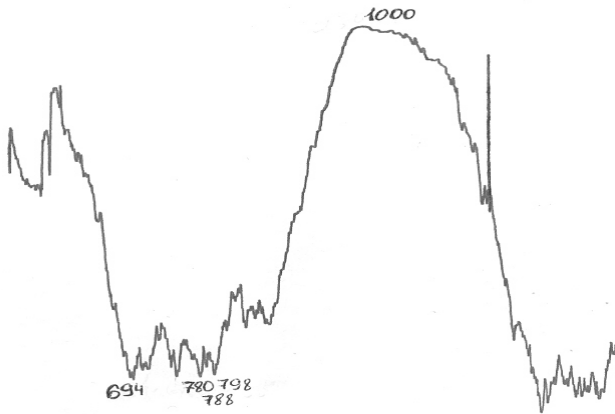


4/14

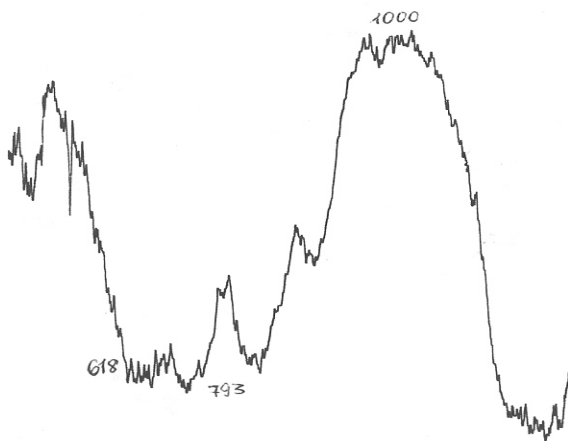


4/16

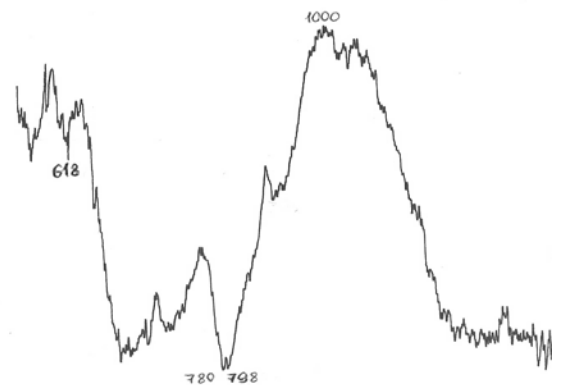
**Рис. 7.16. ИК спектр трепела (сантонский ярус) обр.4/14, 4/16**



**Рис. 7.17. ИК спектр опоки (киевская свита) обр. 9/41.**



10/21



10/23

**Рис. 7.18. ИК спектр опоки (киевская свита) обр. 10/21, 10/23.**

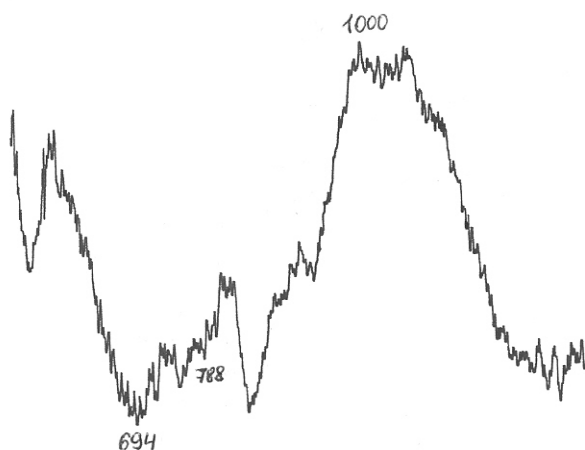
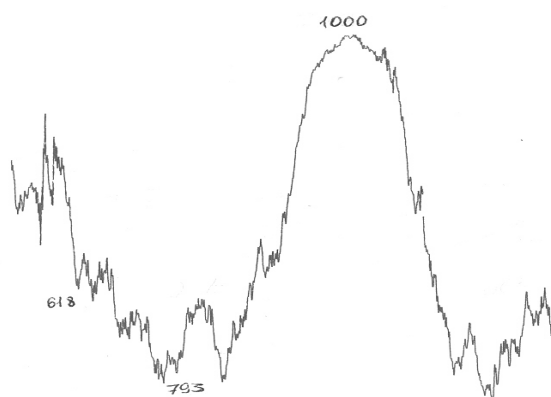
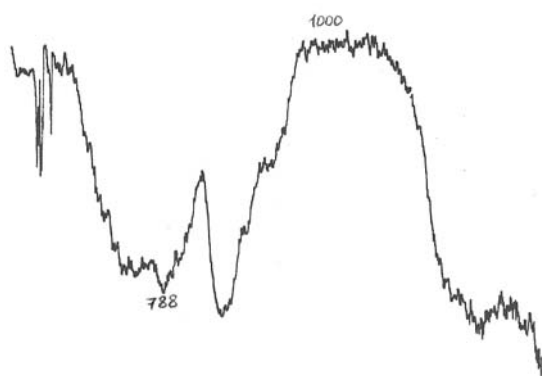


Рис. 7.19. ИК спектр трепела (киевская свита) обр. 11/36.



16/16



16/17

Рис. 7. 20. ИК спектр трепеловидной глины (сантонский ярус) обр. 16/16, 16/17.

Тридимит установлен по полосам  $788 \text{ см}^{-1}$  и  $793 \text{ см}^{-1}$  (рис. 7. 16, 18; 20). Кристобалит –  $618 \text{ см}^{-1}$ , его количество незначительно (рис. 7.16, 7.17 и 7.19.). Кварц отмечается по полосе  $694 \text{ см}^{-1}$  и двойной полосе  $780, 798 \text{ см}^{-1}$  (см. рис. 7.16-20).

## 7.2. Генезис кремнистых пород

Вопрос происхождения аморфного кремнезема является ключевым в проблеме генезиса силицитов. Существуют две основных точки зрения на природу этого явления: хемогенная и биогенная.

Химическое осаждение любого соединения, в том числе и кремнезема, возможно только из пересыщенных растворов. Растворимость аморфной кремнекис-

лоты при обычных температурах в морских и пресных водах колеблется в пределах 100-140 мг/л. Достичь таких концентраций в осадке достаточно сложно. Этому препятствует самопроизвольное выравнивание концентраций раствора [43]. Стоит только в какой-нибудь части осадка возникнуть превышению содержания любого компонента, как начнется его отток в сторону меньших концентраций. Движущей силой этого процесса является разность свободных энергий участков раствора с разной концентрацией, исходя из принципа динамического равновесия Ле Шателье [31]. С другой стороны, образование кремнистого компонента пород происходит, вероятно не в закрытой системе, а в морском осадке, где наряду с кремнеземом присутствуют, в достаточном количестве, и другие химические соединения, катионы кальция, магния, калия, железа и др., которые наверняка будут вступать в реакцию с кремнеземом, что способствует уменьшению содержания последнего в осадке.

Считается [61], что условия для хемогенной осадки кремнезема исчезли уже в позднем протерозое с появлением первых организмов, использующих этот компонент для построения своих скелетов, что приводило к снижению его концентрации в морской воде. Но, учитывая то обстоятельство, что свободный кремнезем просто обязан вступать в реакции с катионами, хемогенная осадка его была невозможна.

Избирательно же накапливать определенные химические соединения могут только живые организмы, причем не обязательно из сред с высокими концентрациями. Само собой разумеется, что как чисто кремневые, так и другие минеральные разности могут образовываться в гидротермальных условиях или при метасоматозе, но эти процессы не имеют ничего общего с хемогенной осадкой в водных бассейнах.

Из всех известных кремнистых организмов этими особенностями обладают диатомеи.

Дискуссионным до настоящего времени остается вопрос об источнике кремнезема. Некоторые исследователи [15, 27] считают, что основные массы кремнезема привносились в бассейны платформенных областей с пенепленизированных участков суши в виде коллоидных и истинных растворов.

По мнению других исследователей [43, 51], определяющим фактором широкого развития процессов кремненакопления как в морях, так и в океанах, является

наличие зон апвеллингов, в пределах которых осуществляется подток глубинных вод, богатых  $\text{SiO}_2$  и другими биогенными веществами.

Большинству исследователей кремнистых образований [3, 42], минералы свободного кремнезема представляются одной морфологической разновидностью - в виде глобуль с гладкой или ребристой поверхностью. Состав первых - опаловый, вторых - опал-кристобалитовый или опал-кристобалит-тридимитовый. По поводу их генезиса существует несколько взаимно исключающих друг друга точек зрения, но принципиально все сводятся к выпадению из коллоидных растворов первичного опалового вещества в виде глобуль или леписфер. Со временем, в зависимости от содержания в исходном аморфном кремнеземистом веществе посторонних ионов, оно преобразуется по двум направлениям. При малом количестве ионов опал сначала переходит в опал-кристобалит и далее в халцедон и кварц. При большом содержании — на первой стадии из опала формируется опал-тридимит, далее преобразование идет по первой схеме [51].

Силицитовые образования в отложениях верхнего мела и палеогена Воронежской антеклизы, представлены как чистыми кремневыми разностями (кремнями, диатомитами, опоками, трепелами), так и целой гаммой пород, в той или иной степени включающих в себя кремневую составляющую. Это опоковидные и трепеловидные глины, пески и карбонатные породы, содержащие в разных количествах минералы свободного кремнезема.

На дифрактограммах кремнистых пород преобладающим, среди минералов группы кремнезема, является тридимит. Присущий кристобалиту рефлекс  $4,04 \text{ \AA}$  наблюдается редко. Существует большая вероятность, подтверждающаяся выводами Д. Бардоши [4], что все эти минералы являются структурными элементами одной минеральной фазы, присущей именно осадочным кремневым образованиям.

Исходя из довольно разнообразного минерального состава кремневой составляющей большинства силицитовых образований, логично предположить, что морфологические особенности кристаллитов, слагающих породы или входящих в них в качестве примеси, во всяком случае, очень близки. Но результаты электронно-микроскопических исследований выявляют совершенно другую картину.

Изображенные на электронно-микроскопических снимках силицитовые минералы по своим морфологическим признакам можно разделить на два типа. Пер-

вый — глобулярный. Здесь минералы свободного кремнезема наблюдаются в виде сферических тел (леписфер) с ребристой, иногда с гладкой поверхностью. В опоках они приближены, образуя иногда сплошную массу. В трепелах — разобщены, перемежаясь с чешуйчатыми формами других минеральных фаз.

Второй — призматический. Встречается в полостях и пустотах.

Рассматривая различные аналитические материалы, приходим к выводу, что кремнистые породы, идентичные по составу, структурно-текстурным признакам, выделяемым, как визуально, так и с помощью оптических методов, совершенно различны по морфологическим особенностям слагающих их минералов свободного кремнезема, определяемым только электронномикроскопическими методами. Различные формы кристаллитов силицитовых минералов, встречаемые в идентичных петрографических видах пород, зависят только от условий их образования и могут служить надежным критерием генезиса кремневых пород в целом.

Процесс образования пород из силицитового материала представляющего собой створки диатомей и других организмов с кремнистым скелетом опалового состава, выпавших в осадок, в зависимости от рН и скорости осаждения, шел несколькими путями.

В слабо щелочных обстановках, в особенности при высокой скорости осаждения, кремневые скелеты организмов не претерпевали заметных изменений, формируя из своих остатков породы соответствующего состава (диатомиты, радиоляриты и т.п.). На невысокую щелочность указывает и частая примесь в них разных количеств каолинита.

При значениях рН осадка более 8, кремневый биогенный материал подвергается растворению и перекристаллизации уже в стадию седиментогенеза /Дмитриев и др., 2002/. В спокойной гидродинамической обстановке преобразование осадка происходило во всей его массе и при перекристаллизации кремниевого материала возникала структура из переплетающихся и прорастающих друг друга чешуйчато-пластинчатых частиц. Данное строение придает породе высокую прочность. Таким образом, формируются первично осадочные опоки. В более активной гидродинамической обстановке преобразование кремневых скелетных остатков происходило в каждой отдельно взятой частице. Срастанию их в каркас мешало постоянное



взмучивание осадка, что приводит к образованию слабой сыпучей породы — первично осадочному трепелу.

Пористость пород, по нашему мнению, возникает по двум причинам. В любом случае, каждая биогенная форма — довольно крупная частица (от нескольких микрон и более), будь то диатомовые, радиолярии или спикулы губок. И при хаотичном осаждении на дно водоема биогенных остатков между ними возникали поры, которые впоследствии и преобразовывались в поры.

Второй причиной образования пор является то обстоятельство, что сами раковины, после разложения органического материала, становятся внутри пустыми.

В чистых карбонатных разностях, при практически полном отсутствии кластического и в особенности глинистого материала, кремнезем, замещающий кальцит, выпадает в виде плотно соприкасающихся глобул, образуя кремни. При увеличении содержания в карбонатных породах минеральных, особенно тонкодисперсных составляющих, они, во-первых, препятствуют сближению глобул и, во-вторых, при преобразовании этих тел, способствуют разрыхлению их структуры. Отсюда и различие в литологических типах пород. Чем меньше минеральных примесей в изменяющейся карбонатной породе, тем более сближены образующиеся глобулы и тем плотнее внутренняя структура леписфер. Вторичные опоки и трепелы различаются только количеством и в какой-то мере качеством примесей, препятствующим сближению леписфер и цементации породы. Отсюда опоки прочные, крепкие породы, трепелы — слабые, часто сыпучие. Образование этого морфологического типа кремнистых пород происходит при гипергенных процессах. Под действием кислых вод, содержащих, не обязательно в высоких концентрациях, кремнезем, происходит растворение кальцита, вынос его и образование глобул опала. С течением времени и с изменениями среды (повышения pH) первично опаловый состав глобул изменяется на опал-тридимитовый. Слоистые частицы этой минеральной фазы вырастают от поверхности к центру глобул, образуют ребристую специфическую структуру поверхности.

Глобулярные формы образуются при метасоматическом преобразовании карбонатных пород. Этот процесс может идти только при медленном поступлении кислых растворов, содержащих кремнезем. При быстром — будет происходить интенсивное растворение карбонатов. На скорость разложения последних, влияет и

степень кислотности. Весьма вероятно, что их растворяют и воды с нейтральной рН. То есть, для нормального протекания процесса, должно соблюдаться условие - скорость растворения карбонатного материала должна соответствовать скорости осаждения кремнезема.

Сложно представить, чтобы данное метасоматическое преобразование карбонатов происходило в морском осадке, где господствует щелочная среда, благоприятная для сохранения последних. Поэтому мы полностью разделяем точку зрения В.П. Семенова и др. [48] на генезис подобных силицитов. Их образование данные авторы связывают с гипергенными процессами, происходящими при континентальных перерывах. Просачивающиеся через коры выветривания поверхностные воды приобретают кислую реакцию и некоторое количество кремнезема. На контакте с карбонатными породами происходит их растворение и выпадение кремнезема в виде глобуль опалового состава. Метасоматическое замещение может происходить в любых направлениях, трассируемых ослабленными зонами в породах. Поэтому не должно вызывать удивления, отмечаемые резкие вертикальные переходы (иногда длиной в десятки метров) от карбонатных к кремнистым породам [16].

Силициты с призматическими формами кристаллов образуются в уже сформированных силицитовых породах по трещинам и другим полостям, пространство которых создает условия для свободного роста кристаллов опалкристобалит-тридимитового состава. Надо полагать, что их генезис связан с инфильтрационными водами, поступающими из кор выветривания при континентальных перерывах.

Из всего сказанного можно сделать следующие выводы. Во-первых, силициты, являются вторичными образованиями, на что указывает глобулярный и брусковидный виды минералов свободного кремнезема, слагающих эти породы. Во-вторых, позднемеловая эпоха не была отмечена расцветом организмов с кремневым скелетом и накоплением мощных толщ первично-осадочных кремнистых отложений.

#### Выводы:

1. Первоначально, в сантонский век на изучаемой территории происходило накопление существенно карбонатного осадка. Поставщиком, которого служили скелеты кокколитофорид и в меньшей степени фораменифер.

2. Во второй половине сантонского века в этой части бассейна происходит структурно-тектоническая перестройка антеклизы, изменившая палеогеографию региона. Это фиксируется по увеличению в верхней части разреза терригенной примеси и кремнистых организмов.

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

4. 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. В кремнистых породах сантонского яруса отмечаются цеолиты группы клиноптилолита-гейландита (до 15%), в киевских породах они отсутствуют.

5. На электронно-микроскопических снимках киевских силицитов выявляется высокое содержание фаунистических остатков, что абсолютно не свойственно для кремнистых пород сантона.

6. Глобулярная форма силицитовых образований характеризует гипергенные условия их формирования при континентальных перерывах. Происходит вынос карбонатного материала и замещение кремнистым. Дополнительным источником кремнезема служили терригенные зерна кварца, которые при растворении преобразовывались в глобулы опал-кристобалит-тридимитового состава.

7. Призматический облик кристаллитов свидетельствует об образовании кремневых минералов при инфильтрационных процессах в уже образованных кремнистых породах.

8. Устанавливается полигенный характер сантонских отложений. Образование минералов кремнезема и глинистой составляющей пород происходила на стадиях седиментогенеза и диагенеза, а после вывода сантонских отложений на дневную поверхность в кайнозой и гипергенеза (выветривания). Это выявляется по характеру микроструктур пород и особенностями их минерального состава. Для киевских отложений характерно осадочное происхождение.

## Глава 8. Полезные ископаемые сантонских отложений

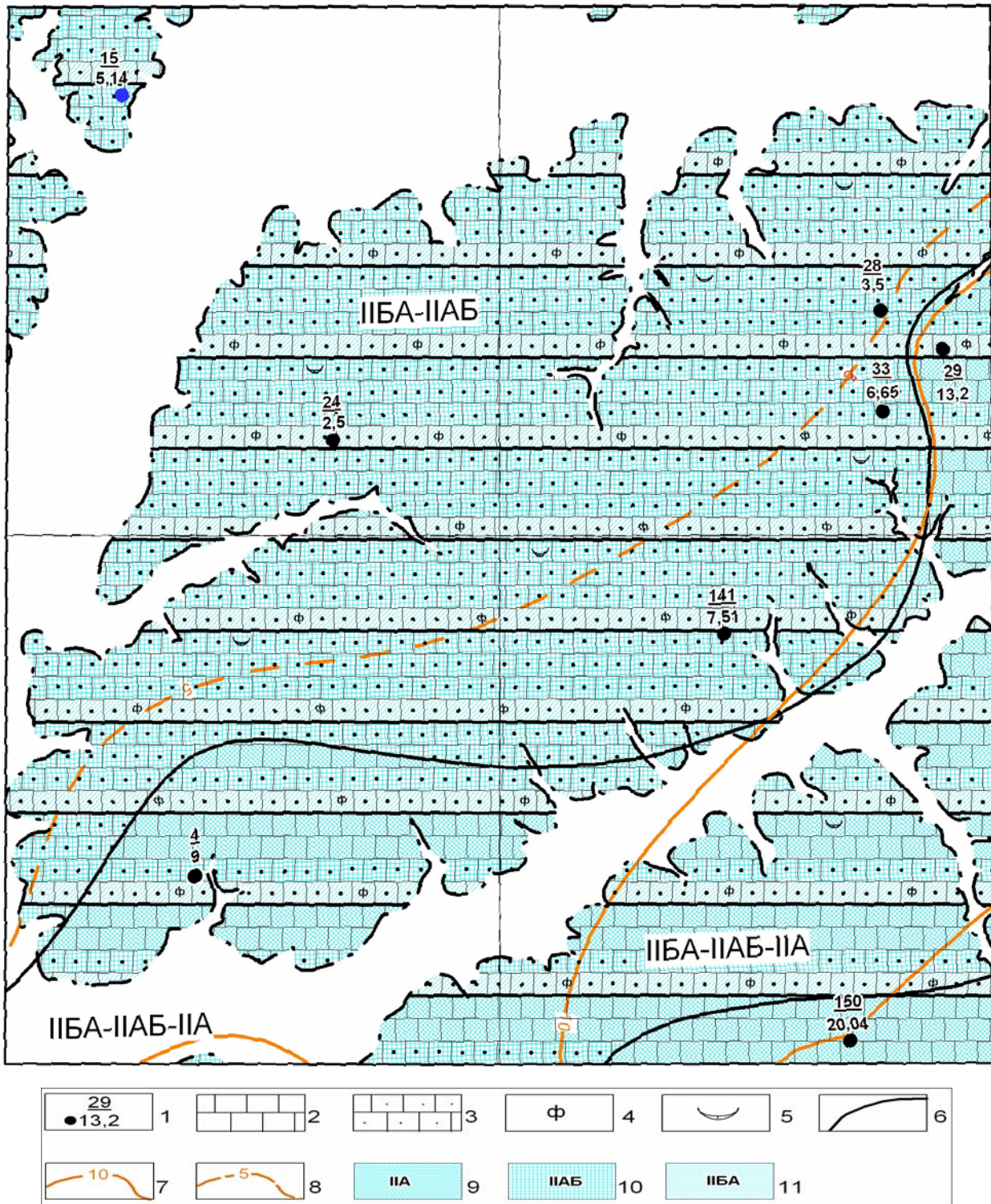
В настоящей главе, посвященной полезным ископаемым, рассматривается территория Восточной площади вблизи г. Курска (см. рис. 7.1), где сосредоточены месторождения ряда видов неметаллического сырья, которым обеспечиваются потребности в нем предприятия города. Здесь же предполагается нахождение новых месторождений, рентабельность освоения которых во многом обеспечивается близостью к источникам потребления, наличием инфраструктуры, рабочей силы и коммуникаций. Методология, использованная в настоящей главе, может быть применена и для других площадей на территории КМА и всей антеклизы.

### 8.1. Особенности геологического строения Восточной площади

Объектом исследований являются цеолитсодержащие породы сантонского яруса. Они характеризуется обширным распространением (приблизительно 75% рассматриваемой площади) и четкой связью с геоморфологическим строением, залегая, как правило, выше современного уровня гидрографической сети. Приурочены рассматриваемые породы к водораздельным пространствам рек Рать-Сейм-Тускарь и их притоков. Морфология современного распространения отложений сантона обусловлено интенсивностью постсантонских эрозионных процессов, наиболее проявленных на неотектоническом этапе развития территории в неоген-четвертичное время.

Повсеместно сантонские образования трансгрессивно залегают на породах туронского и коньякского ярусов в объеме тускарьской и чернянской свит губкинского надгоризонта. Отложения тускарьской и чернянской свит сложены мелом и вскрыты современной эрозией почти на всей рассматриваемой площади. Карбонатная толща с незначительным размывом песчаные породы сеномана.

Мощности отложений турон-коньякского ярусов незначительны и не превышают 9 м, в среднем по участку составляют около 5 м. Отмечается тенденция увеличения их в южном и юго-западном направлении (рис. 8.1). Незначительные мощности и уменьшение их значений до 2,5 м в северной половине описываемой площади связаны с предсантонским размывом.



**Рис. 8.1. Фациальная карта туронского времени Восточной площади. Масштаб 1:200 000 [11].** Условные обозначения: 1 - буровая скважина (в числителе - номер скважины, в знаменателе - мощность отложений); 2 - мел белый писчий чистый; 3 - мел песчанистый; 4 - желваки фосфорита; 5 - пелециподы; 6 - граница фациальных зон; 7 - достоверные изолинии мощностей; 8 - предполагаемые изолинии мощностей. Мелководно-морская фациальная обстановка, нормальной солености, с активностью гидродинамического режима: 9 - слабой;; 10 - слабой и средней, с преобладанием слабой; 11 - средней и слабой, с преобладанием средней.

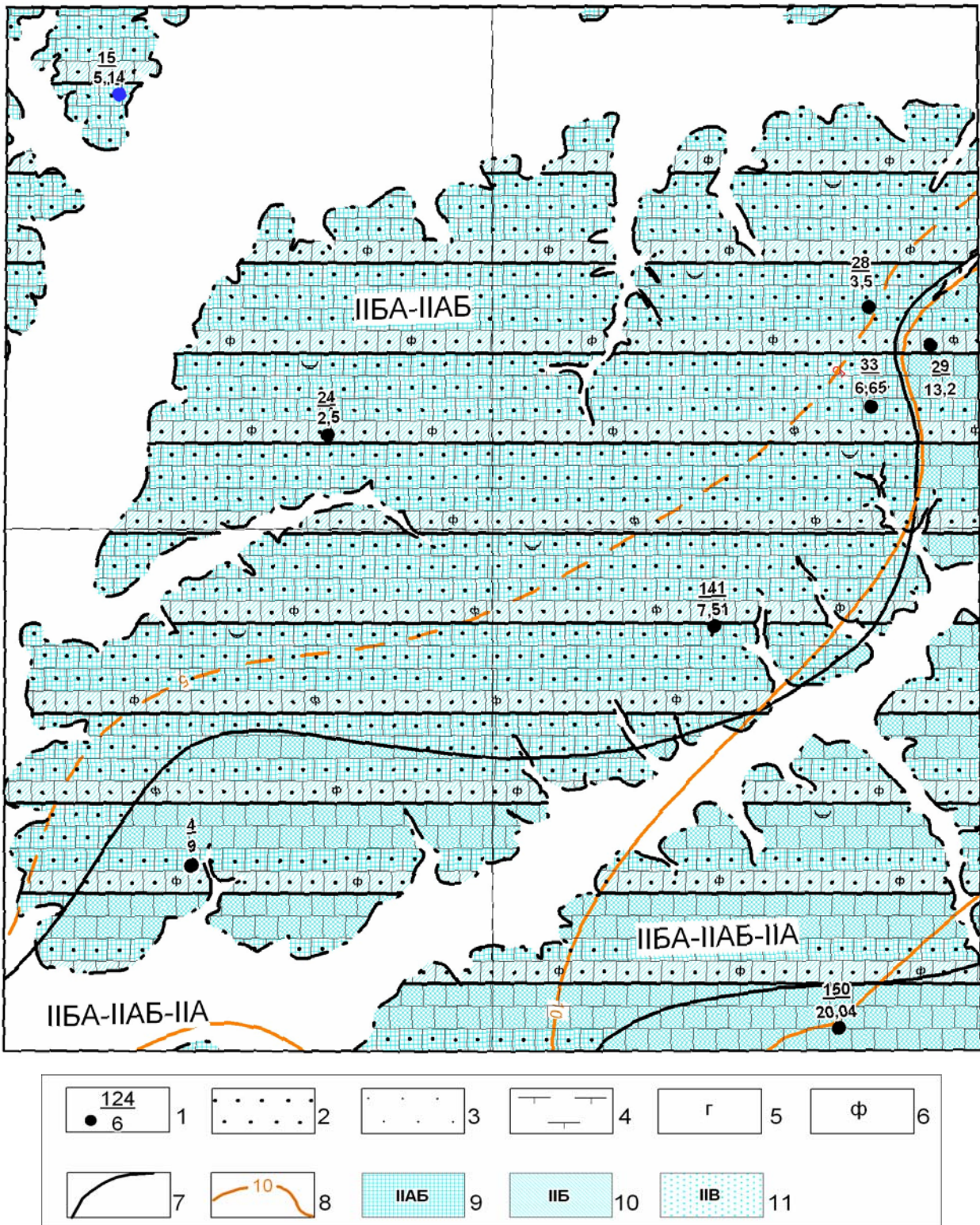
В основании турон-коньякского яруса залегает песчаный мел с включением гальки и гравия фосфоритов, количество которых вверх по разрезу резко сокращается. Еще выше по разрезу развит мел белый, пясчий, с крупной кусковой отдельностью и фарфоровидным изломом. Местами по прожилкам и порам мел слабо ожелезнен, встречены фрагменты раковин моллюсков и остатки рыб.

Локально, на юго-западе, в районе населенных пунктов Малиновый и Постоялые Дворы, между Виногроблем, левым притоком р. Тускарь и р. Рать, в зоне развития турон-коньякских отложений отмечается зона отсутствия этих образований, площадью около 5 км<sup>2</sup> и мергели сантона залегают непосредственно на сеноманском ярусе.

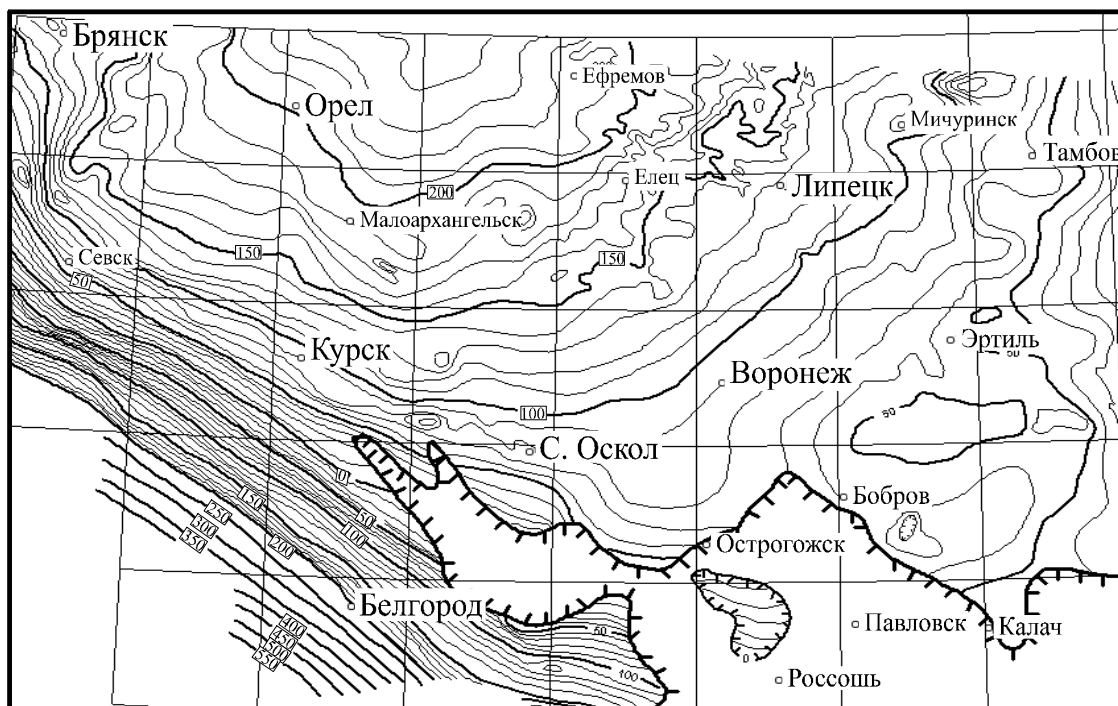
Породы сеноманского яруса в объеме полпинской и дятьковской свит брянского надгоризонта с размывом залегают на гаврилковских отложениях альбского яруса. Развита почти повсеместно на изучаемой площади, за исключением долины р. Тускарь (рис. 8.2). Полпинская свита состоит из песков зеленовато-серых, преимущественно мелко- и тонкозернистых, глауконит-кварцевых, слюдистых, в различной степени глинистых. В верхней части свиты залегают пески мелко- и среднезернистые, с желваками и галькой фосфоритов, которые образуют до трёх прослоев мощностью около 0,5 м. Местами желваки сгружены и сцементированы фосфатно-песчаным материалом и образуют «фосфоритовую плиту» (до 0,6 м).

Дятьковская свита залегает на полпинской с размывом, представлена песком беловато-серым, разномзернистым, с включениями песчаного мела, песчаных фосфоритов и фосфатизированных древесных остатков. Пески известковистые, количество карбонатного материала возрастает вверх по разрезу и в верхней части у кровли сеномана составляет до 50 %, образуя «сурку». В песках сеноманского яруса встречены двухстворчатые моллюски и белемниты.

В региональном плане поверхность подстилающих сантонских отложений представляет собой моноклираль с общим пологим уклоном на юго-запад, в сторону Днепровско-Донецкого авлакогена (рис. 8.3). Мощности верхнемеловых отложений возрастают в сторону указанной структуры [44]



**Рис. 8.2. Фациальная карта сеноманского времени Восточного участка. Масштаб 1:200 000 [11].** Условные обозначения: 1 - буровая скважина (в числителе - номер скважины, в знаменателе - мощность отложений); 2 - пески среднезернистые; 3 - пески мелкозернистые; 4 - глины карбонатные; 5 - включения зерен глауконита; 6 - желваки фосфорита; 7 - граница фациальных зон; 8 - изолинии мощностей. Мелководно-морская фациальная обстановка, нормальной солености, с активностью гидродинамического режима: 9 - слабой и средней, с преобладанием слабой; 10 - средней; 11 - высокой.



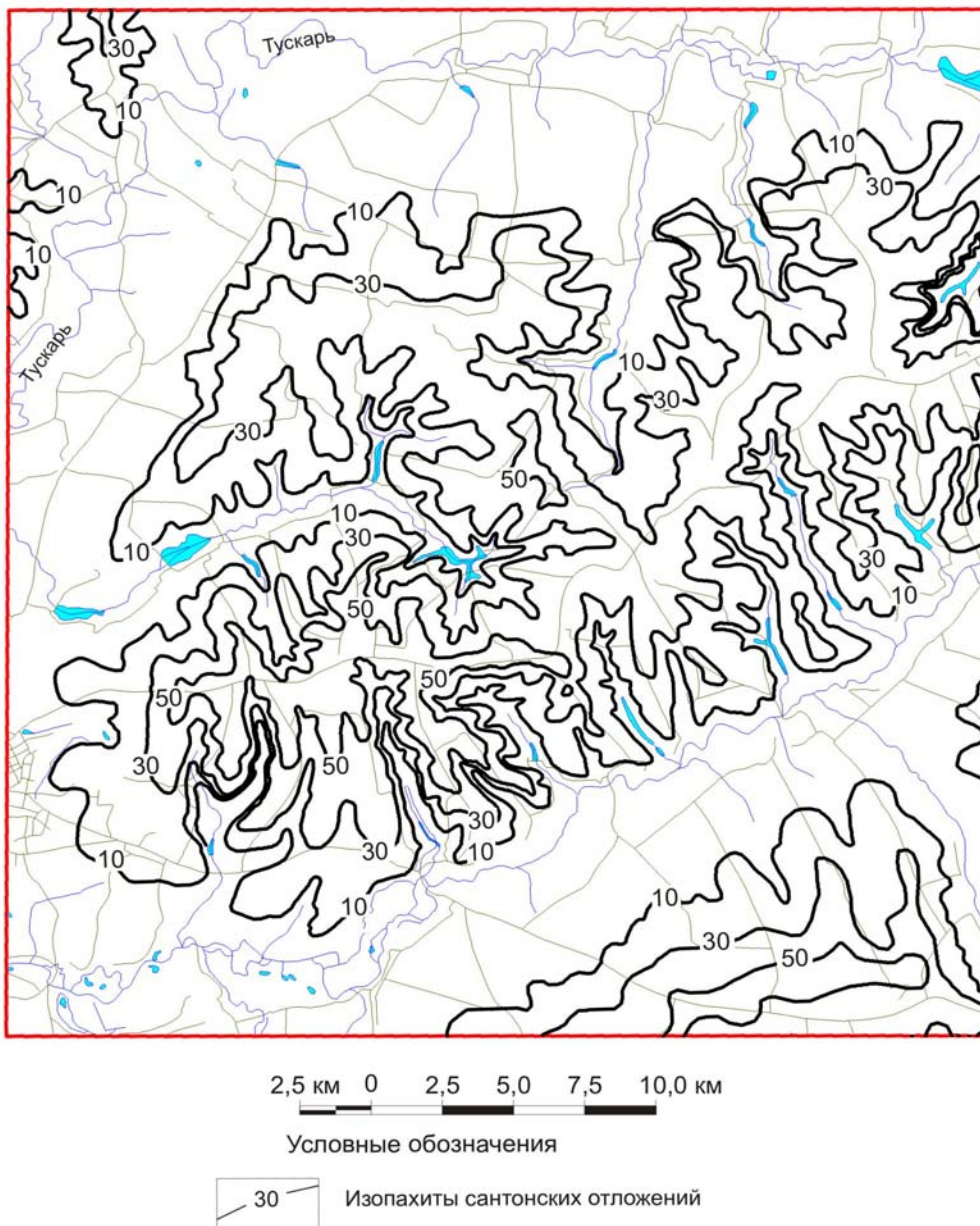
**Рис. 8.3. Карта рельефа подошвы мезозойских отложений [44].**

Анализ имеющегося материала, отраженного на структурной карте подошвы продуктивных отложений показывает, что абсолютные отметки подошвы сантонских отложений колеблются от +159,2 м в наиболее пониженных участках предсантонского рельефа на юго-западе рассматриваемой площади, до +209,6 м в северо-восточной части. Общая картина направления уклона подошвы сантонского яруса совпадает с региональным наклоном мезозойских отложений. Локально отмечаются некоторые участки с незначительными отрицательными отклонениями от регионального плана, что вероятно связано с особенностями рельефа заложенного в предсантонское время. Так, в трех километрах юго-восточнее н.с. Винниково (центральная часть территории) отмечается наиболее крупное локальное понижение рельефа подошвы до +159,4 м, которое меняется на +180 м через два километра, с амплитудой в 20 метров.

Сантонский ярус в объеме шиловского надгоризонта, включает терешанскую и подгорненскую объединённые свиты, с разрывом залегает на чернянской свите, а локально на дятьковской свите. Представлен мергелями, опоками, трепелами, трепеловидными глинами. Мергели зеленовато-серые, светло-серые и темно-серые, местами ожелезнённые, с гнёздами песка, со следами илороев, с нанопланктоном, с губками характерными для нижнего сантона.



Характер изменения мощностей образований сантонского яруса частично наследует характерные черты современного рельефа (рис. 8.4), что связано с приповерхностным залеганием, в большинстве случаев, непосредственно под четвертичными отложениями и связью с эрозионными постсантонскими процессами. Увеличение мощностей наблюдается в сторону водоразделов. На юге и юго-западе исследуемой площади мощности, в наиболее возвышенных частях достигают 63,8 м, на северо-западе эти значения не превышают 46,7 м, в центральной 50,0 м, на северо-востоке 38,5 м. Перекрываются сантонские отложения на большей части площади своего распространения палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными образованиями.



**Рис. 8.4. Карта изомощностей продуктивных отложений. Восточная площадь цеолитсодержащих пород (Курская область).**

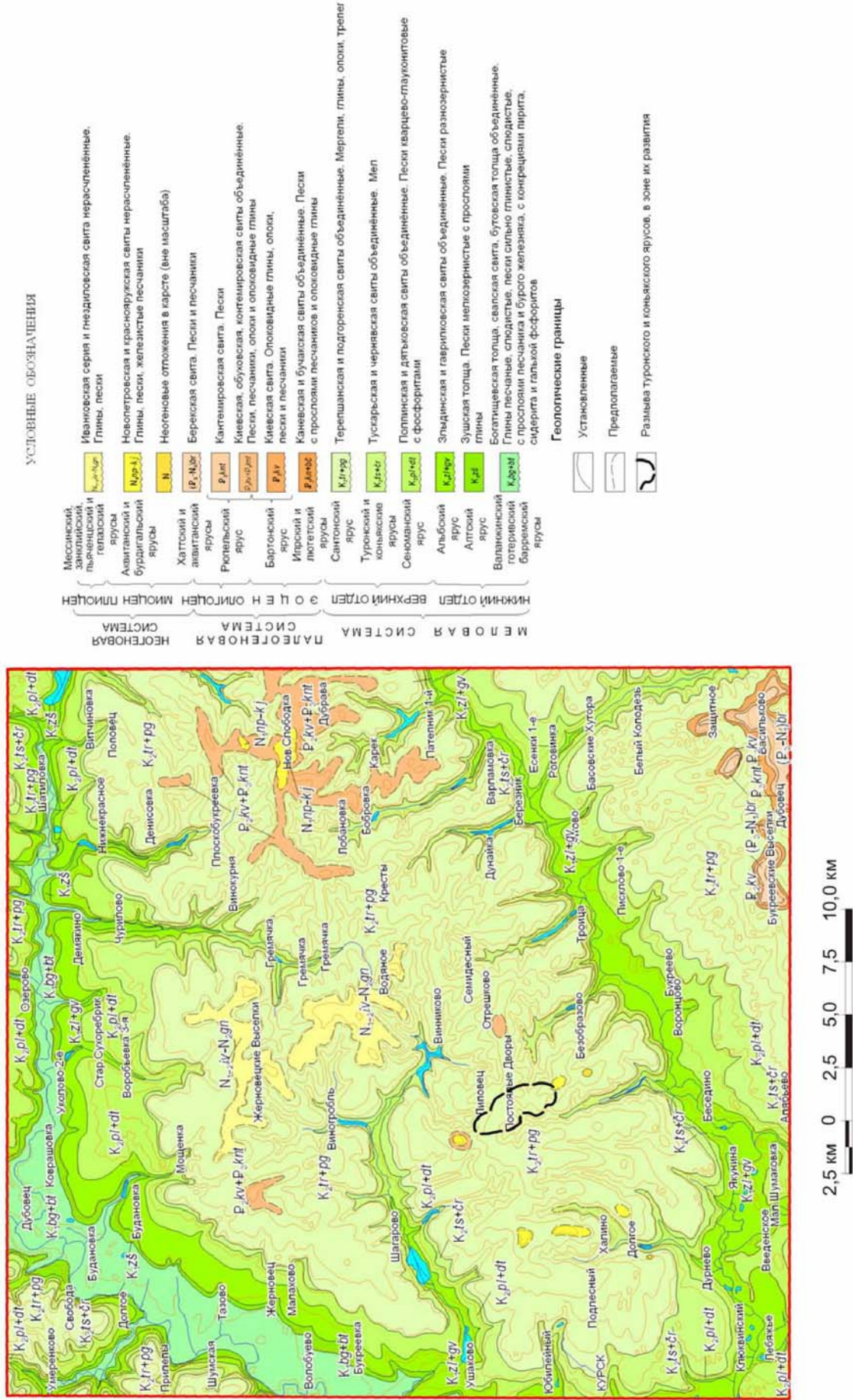


Рис. 8.5. Геологическая карта дочетвертичных отложений. Восточная площадь цеолизосодержащих пород (Курская область).

На геологической карте дочетвертичных отложений видно (рис. 8.5), что палеогеновые породы представлены нерасчлененными образованиями киевской, харьковской и кантемировской свитами и киевской свитой. Киевская свита перекрывает продуктивные отложения на крайнем юго-востоке территории и сложена песками, алевритами и глинами. Песок зеленовато-серый и темно-серый, разномыльный, слюдяный, в различной степени глинистый, с отдельными гравийными зёрнами кварца. Алевриты светло-серые со слабым желтоватым оттенком, слюдяные, с редкими пятнами и полосами ожелезнения, с примесью песчаного материала. Глины зеленовато-серые, беловато-серые до белых, пластичные, опоковидные, в нижней части ожелезненные и песчаные. Мощность изменчива, от 1 до 19 м.

В разрезе нерасчлененных киевской, харьковской и кантемировской свит преобладают пески зеленовато-серые и охристо-желтые тонкомыльные, сильно слюдяные. В песках встречаются прослои глины желтовато-серой, участками темно-серой, плотной, жирной. В основании песков наблюдается галька опоковидного песчаника, светло-серого, почти белого, тонкомыльного, мощность достигает 7 м.

Неогеновые отложения перекрывают сантонский ярус на меньшей площади, чем палеогеновые и развиты на водоразделе левого борта р. Тускарь, в центральной части территории. Сложены они песками и глинами нерасчлененных иванковской и гнездиловской свит.

Доминирующую роль среди пород, перекрывающих сантонский ярус, играют четвертичные образования (рис. 8.6, 8.7), представленные различными комплексами пород эоплейстоцен-неоплейстоценового возраста - аллювиальные, делювиальные, делювиально-солифлюкционные и эоловые, сложенные песками, глинами, супесями и суглинками.

Только в вершинах некоторых оврагов и балок притоков рек Рать и Тускарь сантонский ярус локально выходит на дневную поверхность или перекрывается почвенно-растительным слоем.

При анализе карты кровли сантонского яруса отмечается четкая закономерность в изменении поверхности продуктивной толщи (рис. 8.8). Так наименьшие значения абсолютных отметок до +169,2 м отмечается на юго-западе территории, в то время как эти значения на северо-востоке составляют +202,6-206,0 м.

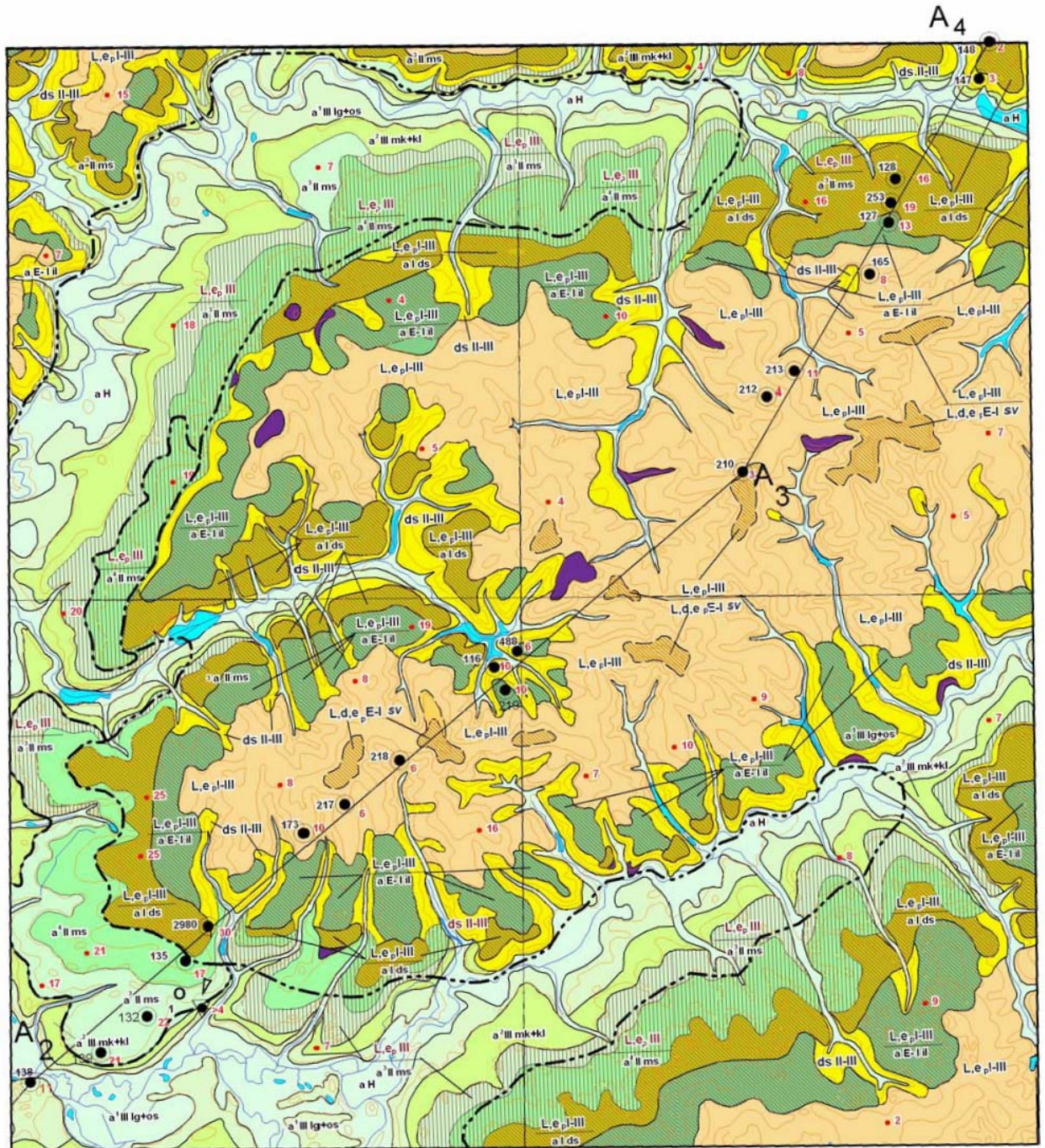
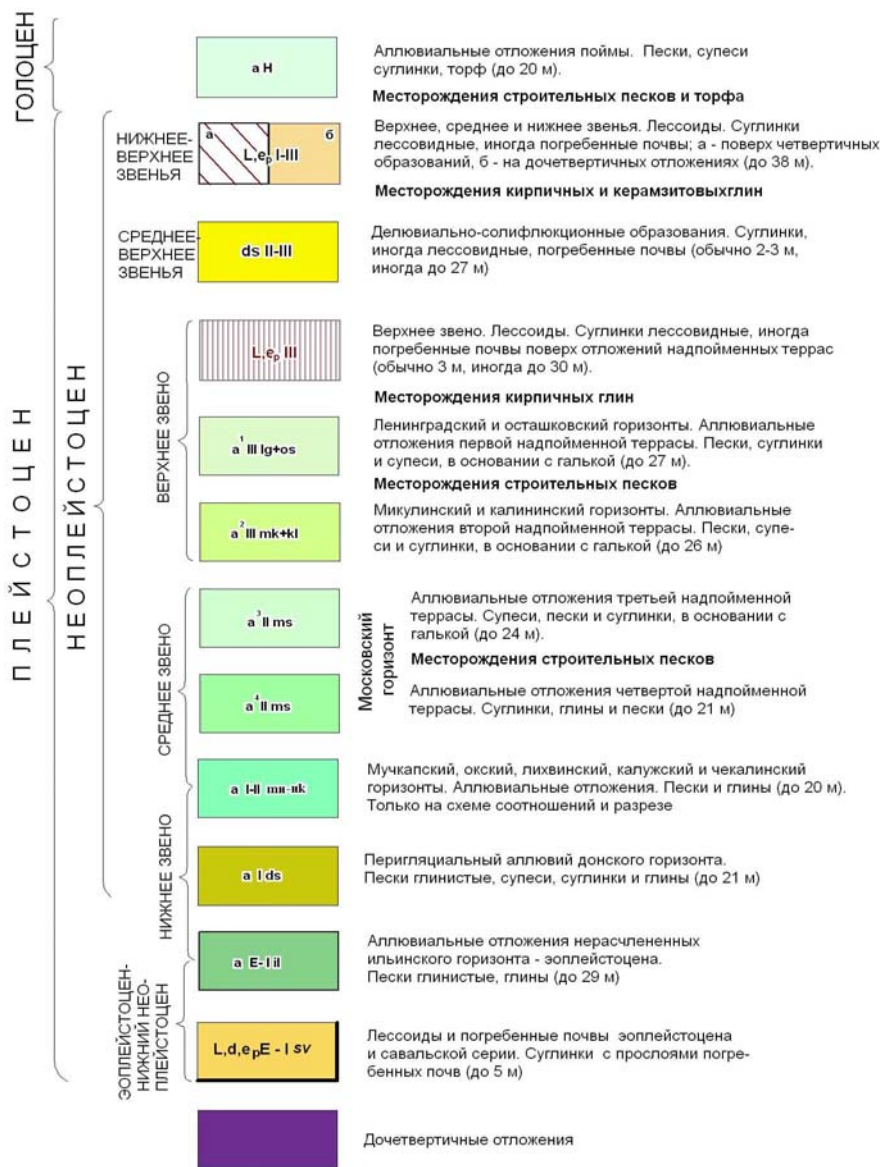
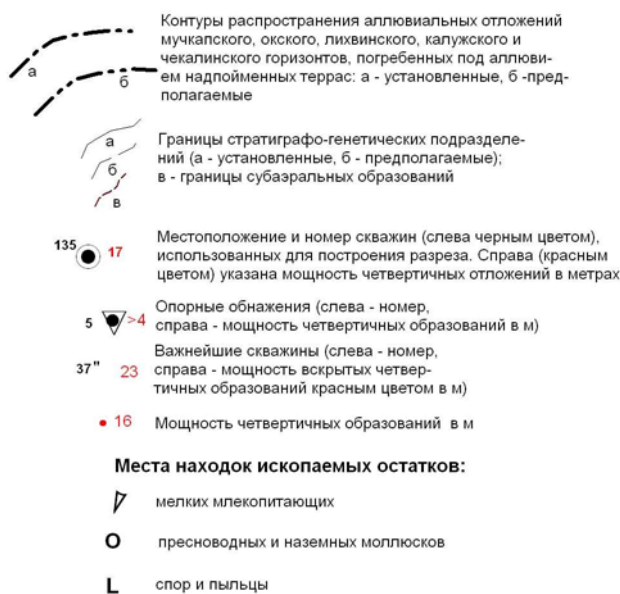


Рис. 8.6. Карта четвертичных образований. Восточный участок. Масштаб 1: 200 000 [11].  
Условные обозначения см. на рис. 87.5.

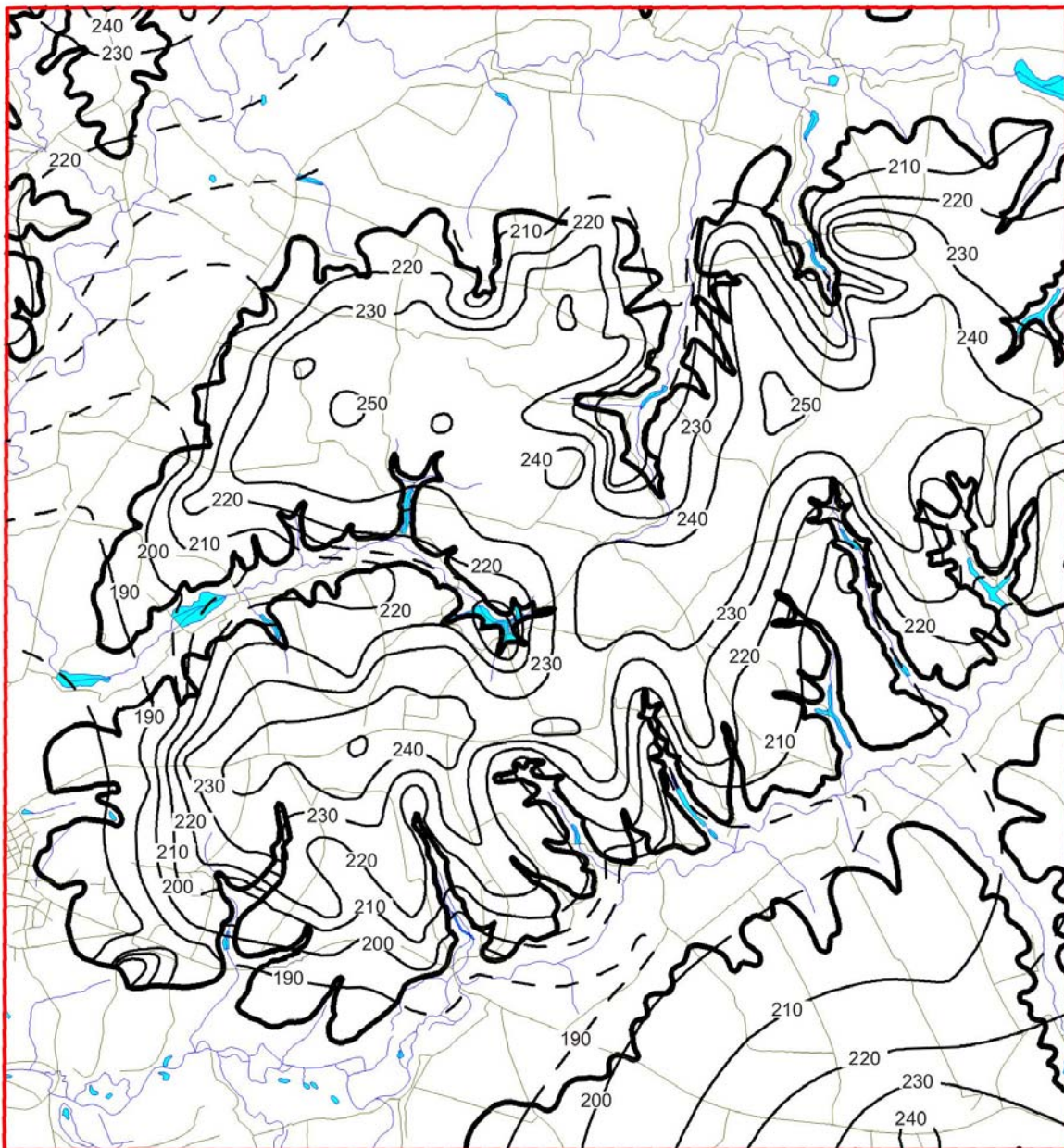




ПРОЧИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ





Условные обозначения к рисункам 8.6. и 8.7.



2,5 км 0 2,5 5,0 7,5 10,0 км

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

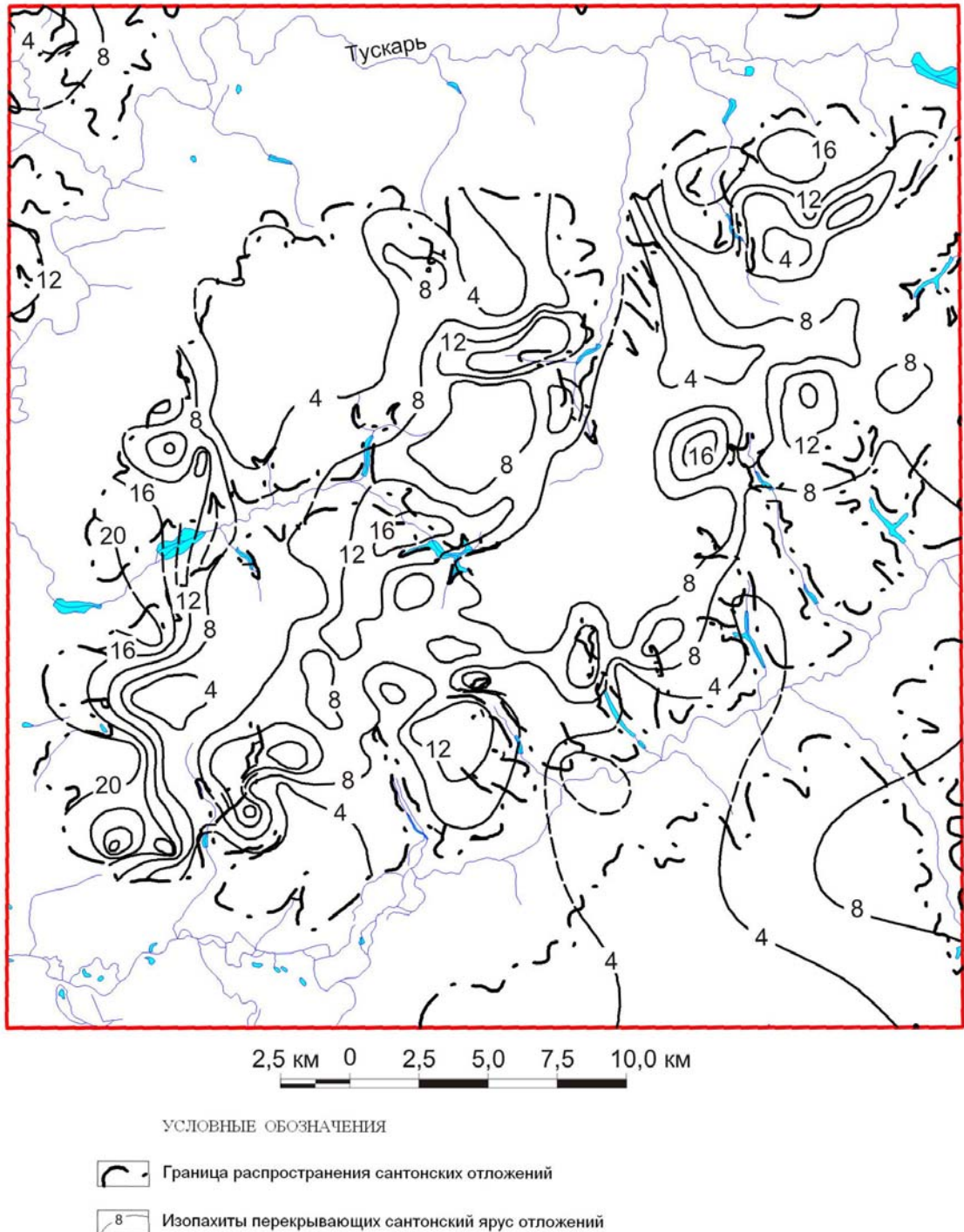
-  Граница распространения сантонских отложений
-  Изогипсы кровли сантонского яруса (достоверные)
-  Изогипсы кровли сантонского яруса (предполагаемые)

**Рис. 8.8. Структурная карта кровли Сантонского яруса. Восточная площадь цеолитсодержащих пород (Курская область).**

Понижение отмечается в сторону долин рек, ограничивающих области распространения продуктивных образований. Максимальные значения абсолютных

отметок кровли тяготеют к водораздельным частям рек Тускарь-Снова-Рать, где они на юго-западе достигают 252,5 м, а на северо-востоке 255,8 м.

Мощности пород перекрывающих продуктивную толщу сильно изменчивы (рис. 8.9). Наименьшие мощности этих образований отмечены на водораздельных частях участка и реже в присклоновых частях (не более 6 м), а на северо-западе основной зоны развития сантонского яруса значения мощностей не превышают 0,8 м.



**Рис. 8.9. Карта изопахит перекрывающих Сантонский ярус отложений. Восточная площадь цеолитсодержащих пород (Курская область).**



Наибольшие мощности перекрывающих пород развиты на западе и юго-западе района, местами достигая 25,4 м, что связано с широким комплексом аллювиальных отложений неоплейстоцена, развитых на левобережье р. Тускарь.

При сравнении структурных карт мощностей, кровли и подошвы сантонского яруса, а также по мощности вскрышных пород, можно сделать общие выводы, характерные для этой территории, согласованной со структурной позицией центральной части Среднерусской возвышенности в пределах Воронежской антеклизы.

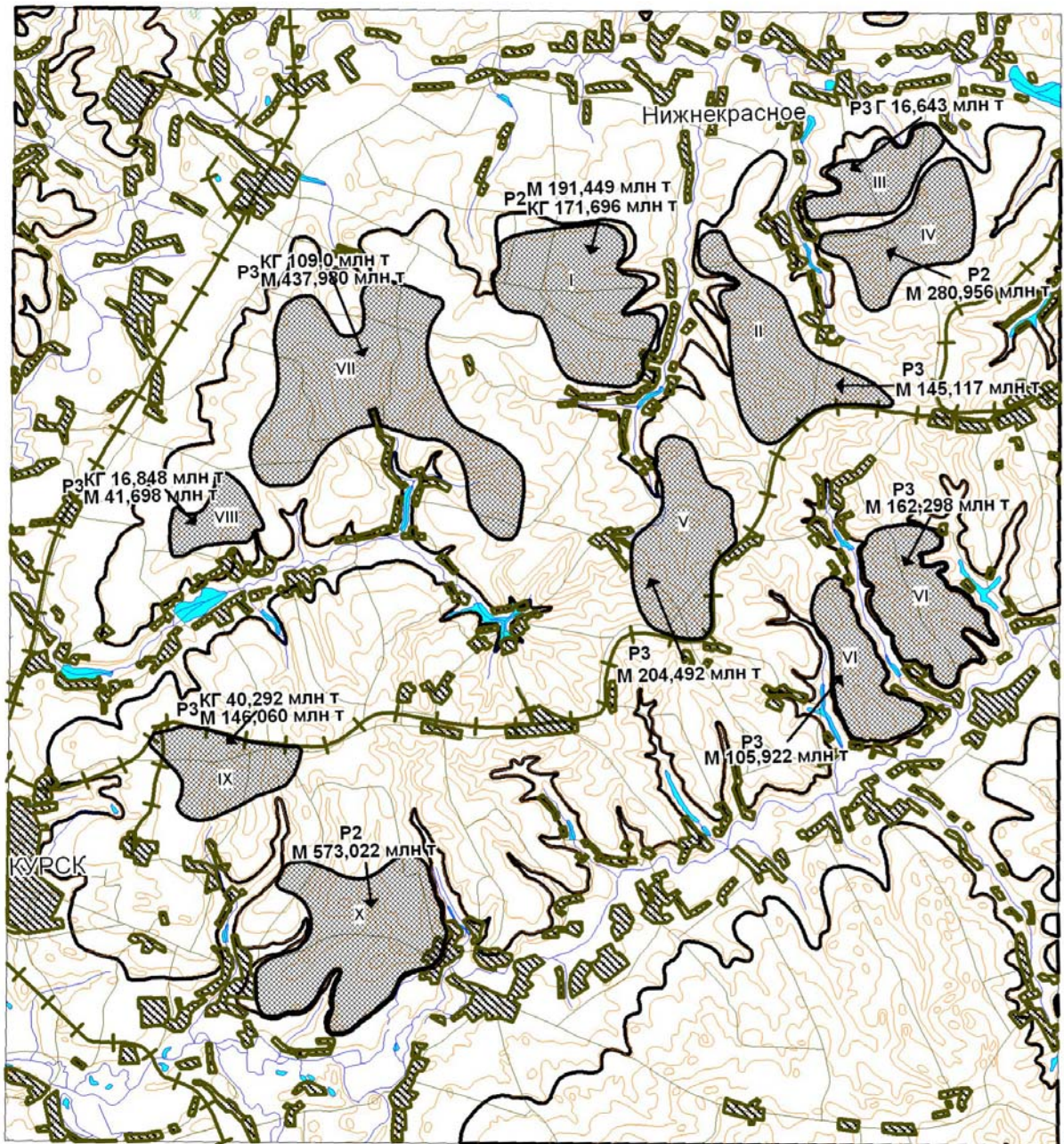
1. Общая тенденция погружения подошвы сантонского яруса на юго-запад согласуется с общим уклоном подошвы мезозойских отложений Воронежской антеклизы.

2. В региональном плане мощности пород сантонского яруса увеличиваются в юго-западном направлении. Однако, на изучаемой площади отмечаются резкие вариации мощностей (увеличение в сторону водоразделов) и выклинивание связано с постсантонскими эрозионными процессами, хорошо фиксируемыми на структурной карте кровли сантонского яруса.

3. Изменение мощностей вскрышных пород также наследует структурный план исследуемой территории. Увеличение мощностей в сторону долин рек связано по большей части с их аккумулятивной деятельностью, а на водораздельных и приводораздельных частях с эоловыми, делювиальными отложениями эоплейстоцена и реже с субэральными образованиями неоплейстоцена.

## **8.2. Характеристика прогнозных участков**

Прежде чем переходить к рассмотрению участков поясним, что в соответствии с построенными картами (фациальной и литотипов), как мы отмечали, сантонский ярус сложен мергельными породами и кремнисто-глинистыми, поэтому в пределах одного участка, если есть двухчленное строение мы рассчитываем ресурсы не в целом по разрезу, а отдельно по каждому из типов пород (рис. 8.10). Заглавной буквой М - обозначена мергельная часть породы, а если стоит КГ – кремнистоглинистая. Мергельная часть разреза, которая может рассматриваться в качестве цеолитсодержащего сырья, в среднем содержит около 50% карбонатного вещества и теоретически может быть пригодна в цементной промышленности при обогащении ее меловыми нижележащими породами туронского яруса.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- VI Перспективный участок и его номер
- м Мергельная часть сантонского яруса
- кг Кремнисто-глинистая часть сантонского яруса
- г Глинистая часть сантонского яруса
- Р2 Категория прогнозных ресурсов

*Рис. 8.10. Прогнозная карта перспективных участков. Восточная площадь цеолитсодержащих пород (Курская область).*

Кремнисто-глинистые породы представляют собой ценный природный материал, обладающий целым набором полезных свойств. Адсорбционная способность, высокая пористость, термостойкость, гидравлическая активность, химическая стойкость к кислотам и щелочам позволяют использовать рассмотренные породы в различных отраслях народного хозяйства. Они применяются в качестве гидравлических добавок, мелиорантов, адсорбентов, теплоизоляционных и полировальных материалов, наполнителей, фильтров, катализаторов, для производства изделий из керамики, а также в строительной промышленности, сельском хозяйстве и т.д.

В одном случае, где стоит заглавная буква Г – по результатам работ предшественников [11], рассматриваемые породы представляют интерес в качестве сырья для буровых растворов, что подтверждается лабораторными испытаниями. Цеолиты содержатся практически во всех литологических типах пород сантонского яруса в пределах изучаемой площади, а их количество варьирует от 10 до 20%. С учетом комплекта построенных структурных, литологической и фациальной карт, в пределах Восточной площади мы выделяем десять перспективных участков.

На каждом из выделенных участков подсчитаны ресурсы по категории  $P_2$  (коэффициент достоверности 0,5) и  $P_3$  (коэффициент достоверности 0,3). Объемный вес мергельных пород принят равным  $1,8 \text{ т/м}^3$ , а кремнисто-глинистых  $1,6 \text{ т/м}^3$ .

#### *I. Участок «Винокурня»*

Площадь участка ( $S_{пр}$ ) –  $18\,993\,000 \text{ м}^2$ . Средняя мощность сантонского яруса 22,5 м. Средняя мощность кремнистой части 11,3 м. Средняя мощность карбонатной части – 11,2 м. Прогнозные ресурсы по категории  $P_2$  на карбонатную часть разреза составляют 191,449 млн т, - на кремнистую - 171,696 млн т.

В кремнисто-глинистой толще цеолиты содержатся только в ее основании. Мощность перекрывающих отложений изменяется от 1,8 до 7,8, в среднем по участку 4,8 м.

#### *II. Участок «Плоскобруевка»*

Площадь участка ( $S_{пр}$ ) –  $15\,808\,000 \text{ м}^2$ . Средняя мощность сантонского яруса представленная карбонатными породами составляет 17 м. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  на карбонатную часть разреза составляют 145,117 млн т. Мощность вскрыши в среднем по участку не превышает 4 м.

#### *III. Участок «Денисовка»*

Интерес представляет как сырье для буровых растворов (по данным геологосъемочных работ, 2006 г). Площадь участка ( $S_{пр}$ ) - 6934800 м<sup>2</sup>. Средняя мощность кремнисто-глинистых пород 5 м. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  на кремнисто-глинистые породы 16,643 млн т. Мощность вскрышных пород составляет 15,5 м.

#### IV. Участок «Поповец»

Площадь участка ( $S_{пр}$ ) - 11562000 м<sup>2</sup>. Средняя мощность сантонского яруса представленная карбонатными породами составляет 27 м. Прогнозные ресурсы по категории  $P_2$  на карбонатные породы составляют 280,956 млн т. Мощность вскрышных пород колеблется от 1,5 до 12 м, составляя в среднем 6 м.

#### V. Участок «Водяное»

Площадь участка ( $S_{пр}$ ) – 14565000 м<sup>2</sup>. Средняя мощность сантонского яруса представленная карбонатными породами составляет 26 м. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  на карбонатные породы составляют 204,492 млн т. Мощность вскрышных пород изменяется от 4,5 до 6 м.

#### VI. Участок «Варламовка»

Включает две разобщенные залежи – восточную и западную. Площадь ( $S_{пр}$ ) восточной залежи – 12523000 м<sup>2</sup>, средняя мощность сантонского яруса, представленная карбонатными породами, 24 м. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  на карбонатные породы для восточной части залежи составляют 162,298 млн т.

Площадь ( $S_{пр}$ ) западной залежи – 8916000 м<sup>2</sup>, средняя мощность образований сантонского яруса, представленных карбонатными породами составляет 22 м. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  на карбонатные породы для западной части залежи составляют 105,922 млн т. Средняя мощность вскрышных пород 5,5 м.

#### VII. Участок «Виногробль»

Площадь участка ( $S_{пр}$ ) – 32 443 000 м<sup>2</sup>, средняя мощность сантонского яруса 32 м, в том числе кремнистой части 7 м, карбонатной – 25 м. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  на карбонатные породы составляют 437,980 млн т. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  на кремнистую часть разреза 109,0 млн т. Мощность перекрывающих отложений меняется от 1,0 до 8,0 м, в среднем по участку составляя 4,5 м.

#### VIII. Участок «Шагарово»

Площадь участка ( $S_{пр}$ ) – 4 680 000 м<sup>2</sup>, средняя мощность сантонского яруса 24 м. Средняя мощность кремнистой части 7,5 м, карбонатных пород – 16,5 м. Про-

гнозные ресурсы по категории  $P_3$  на карбонатные породы 41,698 млн т, на кремнистую часть разреза - 16,848 млн т. Мощность перекрывающих отложений изменяется от 9 до 16, в среднем по участку 12,5 м.

$$(4680000 \text{ м}^2 \times 7,5 \text{ м} = 35100000 \text{ м}^3) ?$$

*IX. Участок «Халино»*

Площадь участка ( $S_{\text{пр}}$ ) – 9 327 000 м<sup>2</sup>, средняя мощность отложений сантонского яруса 38 м, в том числе кремнистой части 9 м, карбонатной – 29 м. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  на карбонатные породы 146,060 млн т, на кремнистоглинистую часть разреза - 40,292 млн т. Мощность перекрывающих отложений изменяется от 2,2 до 5, в среднем по участку не превышая 4 м.

*X. Участок «Клюква»*

Площадь участка ( $S_{\text{пр}}$ ) – 22739000 м<sup>2</sup>. средняя мощность сантонского яруса сложенной мергелями составляет 28 м. Прогнозные ресурсы по категории  $P_2$  на карбонатные породы 573,022 млн т. Мощность вскрышных пород составляет в среднем 4 м.

Детальное изучение сантонских отложений на всей территории центральной части КМА по аналогии с таковым Восточного участка позволит выделить новые прогнозные участки на различные виды минерального сырья в образованиях рассматриваемого возраста.

## Заключение

Изучение сантонских отложений показало разнообразие слагающих их пород и связанных с ними полезных ископаемых. Это обусловлено различными фациальными условиями формирования сантонских осадков и последующими их преобразованиями при диагенезе и выветривании выведенных на дневную поверхность в качестве материнских пород. При этом формировался своеобразный силифицированный профиль выветривания, сложенный кремнистыми образованиями – трепелами, опоками, опокovidными глинами в зависимости от исходного состава субстрата и степени выветрелости.

Полезные ископаемые сантона представлены карбонатным, кремнистым сырьем, цеолитами, бентонитовыми глинами. Их формирование обусловлено рельефом дна морского бассейна, близостью береговой линии, интенсивностью развития органической жизни, объемом приносимого с суши материала, особенностями гидродинамического режима. Важную роль играли диагенетические процессы, во многом определявшие преобразование глинистого вещества, в первую очередь монтмориллонитизацию каолинита и гидрослюды в сильно щелочной среде. Кроме того, на поздних стадиях диагенеза происходило, как показано нами ранее, формирование цеолитов, представленных преимущественно сильно кремнистой его разновидностью - клиноптилолитом.

Для составления прогностической основы поисков различных полезных ископаемых в сантонских отложениях были использованы разномасштабные фациальные карты. По мелкомасштабной фациальной карте Воронежской антеклизы определяется весь спектр полезных ископаемых сантона. Помимо рассмотренных ранее он включает фосфориты, циркон-титановые россыпи, мергели-натуралы. На среднемасштабной фациальной карте центральной части КМА показаны макрофации, с которыми связано карбонатное и кремнистое сырьё. Однако для прогнозной карты с конкретными поисковыми участками для постановки разведочных работ потребовалась крупномасштабная фациальная основа.

Она была построена для Восточной площади. На ней не только выделены фации, с которыми связаны цеолиты, карбонатное и кремнистое сырьё, но и детально изучен вещественный состав различными методами, в том числе и прецизи-

онными. Кроме того, проведено уточнение стратиграфических границ с помощью споро-пыльцевого метода.

В результате работ в пределах оконтуренных фациальных зон Восточной площади выделены прогнозные участки на цеолитсодержащие породы, кремнистое и карбонатное сырьё. Это выполнено на основании анализа горнотехнических условий с помощью структурных построений (карты мощностей продуктивных тел и вскрыши, положения кровли и подошвы и т.д.) и использования данных изучения вещественного состава. Для показанных на карте участков подсчитаны прогнозные запасы по категориям  $P_2$  и  $P_3$  в зависимости от имеющейся к настоящему времени степени изученности участков.

Такая поэтапная методика выделения прогнозных площадей на различные виды минерального сырья может быть применена для всей территории развития сантонских отложений Воронежской антеклизы. Но при изучении кремнистых пород следует применять стадиальный анализ, поскольку в большинстве случаев для сантона силификация имеет наложенный характер, что и показано в настоящей работе.

## Список литературы

1. Аскоченский Б.В., Семенов В.П. Кора выветривания карбонатных пород верхнего мела Воронежской антеклизы. – Воронеж, 1973. -176 с.
2. Атлас текстур и структур осадочных горных пород / Е.В. Дмитриева, В.Л. Либрович, О.И. Некрасова и др. - М.: Недра, 1973. – Ч. 3: Кремнистые породы. - 340 с.
3. Ахлестина Е.Ф., Иванов А.В. Атлас кремнистых пород мела и палеогена Поволжья – Саратов: Колледж, 2000. - 166 с.
4. Бардоши Д., Конда Й., Рапп Ш. и др. Крестобалит в бат-келловейских радиолитах гор Баконь // Проблемы геохимии. - М., 1965. - С. 521-536.
5. Бартенев В.К., Савко А.Д. Литология, фации и полезные ископаемые палеогена ЦЧЭР //Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 7. –Воронеж, 2001. -146 с.
6. Бушинский Г.И. Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины – М., 1954. – 307 с. – (Тр. Ин-та геол. наук АН СССР; Вып. 156).
7. Бушинский Г.И. Кремнистые пород / Справочное руководство по петрографии осадочных пород. – М.: Госгеолтехиздат, 1958. – Т. 2. - С. 255-268.
8. Вергель Н.Л., Лючкин В.А., Литовченко Н.И. Месторождения неметаллических полезных ископаемых Курской области. –Курск, 2004. – 261 с.
9. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии. Т II, -М.: Недра, 1972. -473 с.
10. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии. Т I, кн. 2 -М.: Недра, 1972. -330 с.
11. Глушков Б. В. Отчет о проведении геологического доизучения масштаба 1:200 000 на площади листов N-37-XXIII (Ряжск), N-37-XXIX (Мичуринск), M-37-I (Курск). – Воронеж, 2006.
12. Гончаров В.П. Отчет о результатах предварительной разведки Сапоговского участка мергелей и трепелов для производства искусственных пористых заполнителей в Курском районе Курской области (1979-1981 гг.). -1981 г.
13. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист М-37, (38). Воронеж. Объяснительная записка. -СПб.: ВСЕГЕИ, 2001. -363 с. +6 вкл.



14. Дистанов У.Г. Геолого-промышленные типы месторождений осадочных кремнистых пород СССР, критерии их прогноза и поисков // Происхождение и практическое использование кремнистых пород. - М., 1987. - С. 157-167.

15. Дистанов У.Г. Минеральное сырье. Опал-кристобалитовые породы. Справочник. -М.,1998.-27 с.

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

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

17. 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: изд-во Воронеж, унта, 2004. - 104 с.

18. Доронин В.Л. Отчет по доразведке трепела Курско-Поповского месторождения. -1972 г. Фонды Курской ГРЭ.

19. Доронин В.Л., Быстров М.Я. Отчет о результатах геологоразведочных работ на трепел для производства легковесного кирпича в Касторенском районе курской области (Котовско-Гудовское месторождение). -1972 г. Фонды Курской ГРЭ.

20. Доронин В.Л. Отчет о результатах поисково-разведочных работ (поисков и предварительной разведке) на сырье для производства термолита для бетона в районах Курской обл. -1974 г. Фонды Курской ГРЭ.

21. Евтехова Е.К., Цуканова М.П. и др. Отчет Курской геологосъемочной партии (Курский отряд) о комплексной геологической съемке м-ба 1:200000 листа М-37-І, проведенной в 1955-56 г. (Курская обл.). -1957 г. Курский филиал ФГУГП «Геоинфотека». Инв. № 725.

22. Евтехова Е.К., Смирнова М.А. Объяснительная записка к геологической карте СССР масштаба 1:200000. Серия Брянско-Воронежская. Лист М-37-І, -М., 1961. -89 с.

23. Жабин А.В., А.Д, Савко Рентгенографическая характеристика цеолитсодержащих пород мезозоя КМА / Рентгенография минерального сырья. - Воронеж, 1979. – С.146-147.

24. Жабин А.В., Савко А.Д., Сиротин В.И. Глинистые минералы осадочного чехла Воронежской антеклизы//Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 51. –Воронеж, 2008. -92 с.
25. Казанцев В.А., Егоров М.С. и др. Отчет о результатах глубинного геологического картирования докембрия ВКМ на топооснове м-ба 1:500000 (территория Курской области), 1976 г. Курский филиал ФГУГП «Геоинфотека». Инв. № 550
26. Казанцев В.А., Скулков Н.А., Ратников В.Г. и др. Отчет о результате глубинного геологического картирования докембрия в пределах Северо-Западной части Воронежского кристаллического массива на топооснове м-ба 1:500000 в 3 томах. -1981 г. Курский филиал ФГУГП «Геоинфотека». Инв. № 648
27. Казаринов В.П. Казанский Ю.П. Выветривание и литогенез. - М.: Недра, 1969. - С. 384-400.
28. Ковачик М.А. Отчет о результатах геологоразведочных работ, проведенных по доразведке и переоценке запасов Курско-Поповского м-ния суглинков, глин, трепела в Курском районе Курской области. -1967 г.
29. Коробейников А.Ф., Кузубный В.С. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых. – Томск, 1998. – 309 с.
30. Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. - М.: Наука, 1986.-247с.
31. Краткая химическая энциклопедия Т.II. М. 1963. 1088 стб
32. Кремнистые породы СССР / Под ред. У.Г. Дистанова. – Казань: Татар. кн. изд-во, 1976. - 412 с.
33. Кузнецов А.П., Савко А.Д., Холмовой Г.В. Нерудные полезные ископаемые Курской магнитной аномалии. – Воронеж, 1982. -Деп. ВИНТИ №6513-82 Деп. – 514 с.
34. Кулинич Г.И. и др. Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 по листу М-37-I, проведенной в 1959-1960 г.г. (Курская область). -1961 г. Фонды ВГФ Москва.
35. Легенда Воронежской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (издание второе). – Москва, 1999.
36. Лессово-почвенная формация Восточно-Европейской равнины. Палеогеография и стратиграфия / А.А. Величко, Ю.Н. Грибченко, Т.Л. Морозова и др. – М., 1997. -144 с.

37. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, С. В. Мануковский, А. И. Мизин и др. // Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 3. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001, – 201 с.

38. Лукьянова В.А. и др. Отчет о результатах работ по теме: «Составление комплекта карт геологического содержания масштаба 1:500000 и мельче на территорию Центрального ДПР». (Объект 1). Кн. 9. Курская область. –М., 2001 г. Курский филиал ФГУГП «Геоинфотека». Инв. № 1046.

39. Лючкин В.А. и др. Оценка прогнозных ресурсов железных и марганцевых руд, никеля, вольфрама, титана, циркония, золота, цеолитов по Курской обл. -1993 г.

40. Лючкин В.А. Выполнение количественной оценки прогнозных ресурсов категорий  $P_3$ ,  $P_2$ ,  $P_1$  железных руд, меди, никеля, кобальта, рудного золота, цеолитов, песков стекольных и формовочных, ювелирно-поделочных камней на территории Курской области. –Москва, 1998 г.

41. Лючкин В.А. Информационный отчет о результатах работ по объекту «Поиски и поисково-оценочные работы на цеолитсодержащее сырье и сырье для производства термолита в морских отложениях верхнего мела Курской области». Объект № 12. -Курск, 2000 г. Курский филиал ФГУГП «Геоинфотека». Инв. № 1037.

42. Муравьев В.И. Минеральные парагенезы глауконитово-кремнистых формаций. - М.: Наука, 1983. – 208 с. - (Тр. ГИН АН СССР; Вып 360).

43. Муравьев В.И. Вопросы абиогенного осадочного кремненакопления. // Происхождение и практическое использование кремнистых пород. – М: «Наука», 1987. – С. 86-96.

44. Олферьев А.Г. Отчет «Уточнение и детализация стратиграфических схем мезозоя для использования их при крупномасштабном картировании Воронежской антеклизы и Московской синеклизы» -Москва, 1993. Курский филиал ФГУГП «Геоинфотека». Инв. № 953.

41. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры силикатов, изд-во МГУ, 1967, -187 с.

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

43. Пустовалов Л.В. Петрография осадочных пород / Основы литологии (петрографии) осадочных горных пород. – М.: Гостоптехиздат, 1940. – Ч. 2. - 420 с.

44. Раскатов Г.И. Геоморфология и неотектоника территории Воронежской антеклизы. – Воронеж, 1969. -164 с.
45. Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов / Под. ред. Г. Брауна; Пер. с англ. В.А. Дрица. - М.: Мир, 1965. - 599 с,
46. Савко А.Д. Геология Воронежской антеклизы // Труды НИИ геологии ВГУ. – Вып. 12. – Воронеж, 2002. –165 с.
47. Савко А.Д., Холмовой Г.В., Ширшов С.А. Нерудные полезные ископаемые Черноземья // Тр. НИИ геологии. Вып. 32. -Воронеж, 2005. -316 с.
48. Семенов В.П., Аскоченский Б.В., Селезнев В.Н, Семенов Л.В. Геология кремнистых метосамотитов карбонатных пород верхнего мела КМА. – Воронеж, 1980. – 84 с.
49. Семенов В.П. Палеоген Воронежской антеклизы / В.П. Семенов, - Воронеж; Изд-во Воронеж.ун-та, 1965.-279с.
50. Семенов В.П., Семенов П.В Кремнистые породы невулканогенных областей и принципы их типизации/ Обстановки осадконакопления и их эволюция.-М., 1984.
51. Сеньковский Ю.Н. Литогенез кремнистых толщ юго-запада СССР. - Киев: Наук. думка, 1977. – 128 с.
52. Сеньковский Ю.Н. Использование комплекса некоторых методов для выяснения генезиса силицитов // Кристаллохимия минералов и геологические проблемы. М.,1975.
53. Скоморохов А.И. Четвертичные отложения Курской области и некоторые вопросы методики их картирования // Стратиграфия фанерозоя центра Восточно-Европейской платформы. – М., 1992. – С. 122-138.
54. Скоморохов А.И. Информационный отчет о результатах комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки с геоэкологическими исследованиями масштаба 1:50000 для целей промышленного и гражданского строительства и геологического доизучения масштаба 1:50000 с общими поисками на территории Курского промышленного района (листы М-37-1-В, Г и М-37-13-А, Б). -1994 г.
55. Скоморохов А.И. и др. Отчет по комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1:50000 в пределах листов М-37-1-В и Г в районе г. Курска в 1964-1967 г. -1968 г. Курский филиал ФГУГП «Геоинфотека». Инв. № 395

56. Скоморохов А.И. и др. Отчет по комплексной геологической, гидрогеологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1:50000 для целей мелиорации в бассейне р. Тускарь. -1983 г. Курский филиал ФГУГП «Геоинфотека». Инв. № 699.

57. Смирнов Б.Н., Воронина А.Л., Евтехова К.Е. Отчет комплексной гидрогеологической партии по составлению гидрогеологической карты СССР масштаба 1:500000 лист М-37-А. –Курск. -1963 г.

58. Смирнов Б.Н., Воронина А.Л. и др. Отчет комплексной гидрогеологической партии по составлению гидрогеологической, гидрохимической, инженерно-геологической карт территории КМА м-ба 1:500000. -1964 г.

59. Суханов В.Н. Отчет о результатах поисковых работ на цеолиты в Хотынецком р-не Орловской обл., проведенных в 1988-91г.г. – Знаменка, 1991.

60. Трегуб А.И. Неотектоника территории Воронежского кристаллического массива //Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 9. –Воронеж, 2002. -220 с.

61. Фролов В.Т. Литология. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – Кн. 1. - 336 с.

62. Фролов В.Т. Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород. Изд-во МГУ, 1964,-309 с.

63. Хворова И.В. Кремнистые породы // Справочник по литологии. – М., 1983. - С. 163-176.

64. Холмовой Г.В., Глушков Б.В. Неогеновые и четвертичные отложения Среднерусской возвышенности //Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 1. –Воронеж, 2001. - 220 с.

65. Швецов М.С. Петрография осадочных пород. – М.: Госгеолтехиздат, 1958. - 416 с.