



**Иванова Елена Олеговна**

**ЛИТОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ  
ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОГО  
СКЛОНА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ**

**Специальность: 25.00.06 – Литология**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации на соискание ученой степени кандидата**  
**геолого-минералогических наук**

Работа выполнена на кафедре исторической геологии и палеонтологии  
Воронежского государственного университета

**Научный руководитель:**

доктор геолого-минералогических наук,  
профессор

Савко Аркадий Дмитриевич

**Официальные оппоненты:**

доктор геолого-минералогических наук

Виктор Иванович Сиротин

доктор геолого-минералогических наук

Лев Залманович Быховский

**Ведущая организация:**

ООО «Воронежгеология»

Защита состоится 6 апреля 2011 г. в 14<sup>00</sup> на заседании диссертационного  
совета Д 212.038.09 при геологическом факультете Воронежского  
государственного университета по адресу: 394006, Воронеж,  
Университетская пл., 1, ауд. 203  
e-mail: [ivanova258@yandex.ru](mailto:ivanova258@yandex.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Воронежского  
государственного университета

Автореферат разослан «4» марта 2011 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.038.09

доктор геолого-минералогических наук



В.Ю. Ратников

**Актуальность работы.** В пределах юго-западного склона Воронежской антеклизы широко развиты неглубоко залегающие карбонатные, кремнисто-карбонатные, кремнисто-глинистые и кремнистые породы, которые нашли применение во многих отраслях промышленности. Технологические свойства кремнистого и карбонатного сырья во многом определяются минеральным составом, в том числе соотношением карбонатной и силикатной составляющей. Научных исследований карбонатных верхнемеловых пород на рассматриваемой территории не проводились практически полвека. Однако за это время появился новый материал, но, самое главное, возникли возможности использования прецизионных методов исследования (электронно-микроскопических, рентгеноспектральных, рентгенофазовых, инфракрасной спектроскопии), что значительно расширяет перспективы дополнительного исследования верхнемеловых пород, столь важных в научном и практическом отношении. Поэтому постановка данной темы является чрезвычайно актуальной.

**Цель.** Изучение различных типов верхнемеловых пород, их распределения в разрезах и по площади с помощью фациального анализа для прогнозирования и выделения перспективных площадей на различные виды полезных ископаемых.

Для достижения цели необходимо было решение следующих **задач**:

1. Проведение полевых работ по исследованию мергельно-меловых пород на территории юго-западного склона Воронежской антеклизы
2. Петрографическое изучение верхнемеловых пород
3. Исследование их с помощью прецизионных методов
4. Составление фациальных карт для туронского, коньякского, сантонского и кампанского веков позднемеловой эпохи
5. Установление всего спектра полезных ископаемых для каждого из ярусов верхнего мела
6. Составление прогнозных карт с выделением перспективных площадей на различные виды полезных ископаемых

### **Защищаемые положения**

1. Для каждого яруса верхнего мела характерен свой, только ему соответствующий набор литотипов пород, определенный меняющимися в позднемеловое время условиями осадконакопления.

2. В каждом веке позднемеловой эпохи осадконакопления существовали определенные типы фациальных обстановок. Установленное распределение их по площади изученной территории позволяет прогнозировать различные виды метаталлических полезных ископаемых.

3. Составленные фациальные карты могут служить основой для среднemasштабного прогноза различных видов полезных ископаемых в верхнемеловых отложениях. Для крупномасштабного прогноза необходим учет дополнительных факторов – особенностей рельефа, глубин залегания полезной толщи, мощностей

вскрыши, гидрогеологических условий, близости коммуникаций и некоторых других.

**Фактический материал.** В основу работы положен как собственный материал, отобранный при личном участии автора, так и любезно предоставленный геолого-съемочной группой НИИ Геологии ВГУ, отобранный при проведении ГДП-200. Автором изучены и опробованы многочисленные разрезы, представленные как искусственными выработками (главным образом карьеры – действующие и заброшенные), так и естественными обнажениями. Также использовались многочисленные материалы по описанию скважин и обнажений из съемочных отчетов. При этом лично автором обработано свыше 100 проб для выделения нерастворимых остатков, которые в дальнейшем были подвергнуты рентгенофазовому анализу. Около 50 пришлифовок мергельно-меловых пород изучены при помощи масляного метода. Ряд образцов кремнистых пород исследован при помощи метода ИК-спектроскопии; методом сканирующей электронной микроскопии изучено 32 образца и получено 260 снимков, некоторые образцы подвергнуты рентгеноспектральному анализу.

**Методика работ.** Первоначальными работами, предшествующими дальнейшему изучению верхнемеловых пород, были полевые исследования. Использовался также керн скважин, пробуренных при проведении ГДП-200. Привлечен обширный материал предыдущих исследователей по описанию скважин из геолого-съемочных отчетов.

Для определения скрытых текстур мергельно-меловых пород применялся, так называемый, «масляный метод» (Г.И. Бушинский, 1954). Состав и структуры пород изучались петрографическим методом с использованием поляризационного микроскопа. Более детальное изучение составных частей пород и их морфологии достигалось применением сканирующей электронной микроскопии (аналитик С.М. Пилюгин). При проведении анализа с помощью электронного микроскопа Jeol 6380 LW использовалась естественная поверхность скола породы (размер образца около 5×5 мм). Рентгеноспектральные анализы осуществлялись при помощи энергодисперсионного анализатора INKA 250. Нерастворимый остаток карбонатных пород исследовался на дифрактометре Дрон-2 в воздушно-сухом и насыщенном глицерином состоянии. Минеральный состав кремнистых пород помимо рентгенофазового анализа исследовался методом ИК-спектроскопии.

**Новизна.** Впервые при помощи прецизионных методов исследованы верхнемеловые породы, развитые на данной территории. Составлены фациальные карты с привлечением новых материалов. Они послужили основой при выделении прогнозных площадей на карбонатное и кремнистое сырье.

**Научная ценность.** Ее составляют оригинальные данные по вещественному составу верхнемеловых карбонатных и кремнистых пород, а также построенные фациальные карты туронского, коньякского, сантонского и кампанского веков для рассматриваемой территории. Показано чрезвычайное разнообразие верхнемеловых пород, сменяющихся по разрезу и площади.

**Практическая ценность.** Составленные фациальные карты и выделенные на их основе прогнозные площади при дальнейшей доработке с учетом некоторых факторов позволят выделить прогнозные участки карбонатного и кремнистого сырья. Учитывая темпы развития строительной, химической, парфюмерной и бумажной промышленности, новые месторождения необходимы не только для конкретно взятых регионов, но и для всей страны.

**Апробация.** Основные положения диссертационной работы изложены в 10 публикациях, 1 монографии и докладывались на 5-ом Всероссийском литологическом совещании «Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли» (Екатеринбург, 2008 г.); международной конференции, посвященной 90-летию Воронежского государственного университета «Месторождения природного и техногенного минерального сырья: геология, геохимия, геохимические и геофизические методы поисков, экологическая геология» (Воронеж, 2008 г.); 1-ой международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященной памяти академика А.П. Карпинского (С-Петербург, 2009 г.); 8-ом Уральском литологическом совещании «Актуальные вопросы литологии» (Екатеринбург, 2010 г.), а также на ежегодных научных сессиях Воронежского государственного университета (2006-2010 гг.).

**Объем и структура работы.** Работа изложена на 140 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы, включающего 135 наименований, содержит 43 рисунка и 18 таблиц. Первое защищаемое положение обосновано в 3 главе, второе – в 4, третье в – 5.

**Благодарности.** Автор искренне благодарит всех, кто в той или иной мере способствовал написанию диссертации. Особую признательность хочется выразить научному руководителю, заслуженному геологу России д-ру геол.-мин. наук проф. Аркадию Дмитриевичу Савко. Огромную помощь в сборе материалов оказали А.Г. Чигарев, А.В. Черешинский, С.А. Трегуб, П.В. Холин, Б.В. Глушков, А.В. Козырев. За аналитическую обработку материалов, а также помощь в освоении методики автор выражает признательность А.В. Жабину, С.М. Пилюгину, Д.А. Дмитриеву. За ценные советы и конструктивную критику – С.В. Мануковскому, А.И. Мизину. За поддержку и всестороннюю помощь – всему составу кафедры исторической геологии и палеонтологии.

### **Обоснование защищаемых положений**

**Первое защищаемое положение.** Для каждого яруса верхнего мела характерен свой, только ему соответствующий набор литотипов пород, определенный меняющимися в позднемеловое время условиями осадконакопления.

Верхнемеловые отложения сложены разнообразными породами, соотношение которых сильно меняется как по разрезу, так и по площади. Но основным компонентом абсолютного большинства пород является карбонатное вещество, представленное органическими остатками, среди которых преобладают кокколитофо-

риды, в меньшей степени фораминиферы и остатки пелеципод. Некарбонатная часть сильно меняется как в количественном и гранулометрическом отношении, так и по минеральному составу в зависимости от типов пород.

Чистые мела встречаются на всех рассматриваемых стратиграфических уровнях, но наиболее распространены в разрезах туронского яруса, где занимают около 70 % исследуемой площади при мощности от 10 м в северной части до 50 м в южной.

Мел туронского яруса белый жесткий на ощупь, шероховатый ввиду присутствия в его составе большого количества обломков призматического слоя иноцерамов, реже обломков самих пелеципод. Содержание  $\text{CaCO}_3$  от 99,6 до 98 %. Электронно-микроскопические исследования показали, что карбонатная часть чистых мелов, как, в общем, и смешанных разностей, состоит преимущественно из кокколитофорид, которые в ископаемом состоянии чаще сохраняются в виде разрозненных фрагментов – кокколитов различной морфологии, в редких случаях встречаются целые панцири – коккосферы. В результате рентгенофазового анализа в составе нерастворимого остатка определены следующие минералы: монтмориллонит (до 60%), гидрослюда (10-15%), каолинит (5-15%). В случае отсутствия последнего в заметных количествах (до 50-75%) отмечается клиноптилолит, также могут присутствовать тонкодисперсный кварц (10-35%) и полевые шпаты (5-30%).

Площадное распространение мелов коньякского яруса сокращено по отношению к туронскому практически вдвое, мощность отложений 40-50 м.

В разрезах сантонского яруса мощности мелов могут достигать 120 м. Данные образования развиты на незначительной площади в юго-восточной части исследуемой территории. Мел сантонского яруса плотный, шероховатый на изломе, с редкими обломками призматического слоя двустворчатых моллюсков, текстуры ихнитовые и жильчатые. Отмечается повышенное содержание нерастворимого остатка (3-4,8%), в составе которого преобладает глинистая фракция, представленная по данным рентгенофазового анализа монтмориллонитом, гидрослудой и цеолитами.

Мел кампанского яруса заметно отличается от образований турона, коньяка и сантона белизной, высокой дисперсностью и мягкостью. Проявлены жильчатые текстуры. Содержание нерастворимого остатка чаще не превышает 2% (0,5-1,5%), но в некоторых прослоях может достигать 3-4%. В составе его пелитовой фракции преобладают монтмориллонит, гидрослюда и цеолиты, также отмечаются тонкодисперсный кварц и полевые шпаты. Отложения широко развиты на юге территории. Мощность до 90 м.

Глинистый мел отличается от чистого большим содержанием пелитовой фракции монтмориллонит-гидрослюдистого с цеолитами состава, количество которой по классификации Г.И. Бушинского от 5 до 10 %, и практически полным отсутствием более крупных по гранулометрии фракций. Чаще всего глинистый мел встречается в виде прослоев или участвует в разрезе совместно с другими мергельно-меловыми разностями. В связи с повышенным содержанием нераствори-

мого остатка в этом литотипе отчетливо проявляются разнообразные текстурные особенности.

Запесоченный мел развит в виде маломощного слоя (до 4 м), залегающего в основании туронских отложений и представляет собой карбонатную породу, в различной степени засоренную терригенным материалом, преимущественно кварцевым, песчаной или алевроитовой размерности. В меньшей мере отмечаются кремни, глауконит и фосфаты. Снизу вверх количество примеси уменьшается. Незначительно представлен в разрезах коньякского яруса.

Мелоподобные мергели от серовато-белого до светло-желтого цвета, плотные, с раковистым изломом. В результате реакции с соляной кислотой остается заметное грязное пятно, обусловленное наличием глинистой составляющей, количество которой составляет от 10 до 20 %. Отчетливо проявлены ихнитовые текстуры. Под микроскопом видно, что мелоподобные мергели состоят из пелитоморфного кальцита (которым сложены коколитофориды), раковин фораминифер, обломков призматического слоя иноцерамов, содержат примесь тонкорассеянного глинистого вещества (10-15%), редкие зерна кварца алевроитовой размерности, глауконит, полевые шпаты и листочки мусковита. По данным рентенофазового анализа глинистая фракция представлена преимущественно монтмориллонитом, гидрослюдой и незначительной примесью цеолитов группы гейландита, соотношение которых в различных разрезах может меняться.

Мелоподобные мергели играют значительную роль в строении разрезов коньякского яруса в северной и западной частях исследуемой территории, здесь их мощности могут достигать 30 м. В южной части, где мощности сантонских отложений возрастают до 180 м (крайний юг) мелоподобные мергели слагают до половины разреза. Широко распространены в разрезах кампана юго-западной части территории.

Кремнеземистые мергели имеют светло-серую с зеленоватым оттенком окраску, плотные, с тонкоплитчатой отдельностью, с раковистым и остроугольным изломом. В породе часто невооруженным взглядом выделяются зерна глауконита псаммитовой размерности. При пропитывании породы маслом хорошо выделяются ихнитовые текстуры.

Под микроскопом видно, что кремнеземистые мергели представляют собой достаточно однородную массу, представленную микрозернистым кальцитом с примесью изотропного опала (5-10%) и глинистого материала (5-10%), равномерно распределенных в карбонатном матриксе. На фоне этой массы выделяются более крупные включения угловатых и угловато-окатанных зерен кварца алевроитовой размерности, чешуек мусковита, редких обломков полевых шпатов. Существенна примесь глауконита (3-5%). Отмечаются достаточно крупные органические остатки, представленные раковинами фораминифер, иногда фиксируются радиолярии и спикеры губок, состоящие из опала (около 10%). Содержание нерастворимого остатка в кремнеземистых мергелях изменяется от 35 до 46%. В составе его глинистой фракции отмечаются незначительное количество монтморилло-

нита и гидрослюда (до 10-15%), цеолиты группы гейландита (5-10%), преобладает опал-тридимит (65-80%).

Алевриты и алевролиты в виде прослоев входят в состав разрезов сантонского яруса на крайнем севере территории, а также слагают значительную часть вблизи границы выклинивания кампанских образований. Алевриты и алевролиты пепельно-серые, во влажном состоянии - зеленовато-серые до темно-серых, содержат примесь глауконита и глинистого вещества. В шлифах видно, что преобладающая часть алевролитов представлена угловатыми и угловато-окатанными зернами кварца и полевых шпатов размером 0,1-0,5 мм (60-65%). До 10% объема породы представлено зернами глауконита размером 0,1-0,2 мм различных оттенков бурого и зеленого, присутствуют включения мусковита. Цемент глинисто-кремнисто-карбонатный. Органические остатки представлены редкими раковинами фораминифер и спикулами кремневых губок. Глинистая фракция сложена опал-кristобалитом, гидрослюдой, монтмориллонитом и цеолитами.

Трепеловидные глины и трепелы представлены в разрезах сантонского яруса. Трепеловидные глины имеют светло-серую до желтовато-зеленовато-серой окраску, рыхлые, содержат включения гидроксидов железа. Под микроскопом видно, как на фоне основной пелитоморфной массы, представленной глинистым веществом, выделяются тонкие игольчатые зерна кварца, образованные при раскристаллизации аморфного кремнезема.

Пелитовая фракция трепелов и трепеловидных глин по данным рентгенофазового анализа представлена монтмориллонитом (20-60%), гидрослюдой (5-20%), опал-тридимитом (20-60%), в некоторых образцах присутствует каолинит (до 10%), а в случае его отсутствия фиксируются цеолиты группы гейландита (до 15%). Для определения минералов группы кремнезема совместно с дифрактометрическим использовался метод инфракрасной спектроскопии, в результате чего установлено наличие водной формы кремнезема, а именно опала, во всех разновидностях пород.

Трепелы имеют светло-серую со слабым зеленоватым оттенком окраску. Породы легкая пористая, часто интенсивно раздроблена в верхней части разреза. На электронно-микроскопических снимках отчетливо идентифицируются слоистые минералы на фоне основной массы, сложенной глобулярными выделениями опала.

Таким образом, значительное количество литотипов верхнемеловых отложений свидетельствует о разнообразии обстановок их формирования.

**Второе защищаемое положение.** В каждом веке позднемеловой эпохи осадконакопления существовали определенные типы фациальных обстановок. Установленное распределение их по площади изученной территории позволяет прогнозировать различные виды неметаллических полезных ископаемых.

В течение позднего мела отмечается пять циклов осадконакопления – сеноманский, турон-коньякский, сантонский, кампанский и маастрихтский, отложения



которых разделены стратиграфическими несогласиями, как правило, выраженными в разрезах.

В основу определения фациальных обстановок позднего мела были положены литологические особенности пород, включающие структурно-текстурные признаки, минералого-петрографический состав, характер фаунистических остатков. Обращалось внимание на распределение по площади мощностей, наличие тектонических структур, особенности подводного рельефа и другие важные признаки для фациального анализа. Это позволило определить границы фациальных обстановок, гидродинамические режимы, вклад различных организмов в состав пород, направление переноса обломочного материала, наличие течений, удаленность источников сноса, смену фаций по площади. Фациальные карты составлены А.Д. Савко и Е.О. Ивановой с привлечением обширного материала предыдущих исследователей и новых данных.

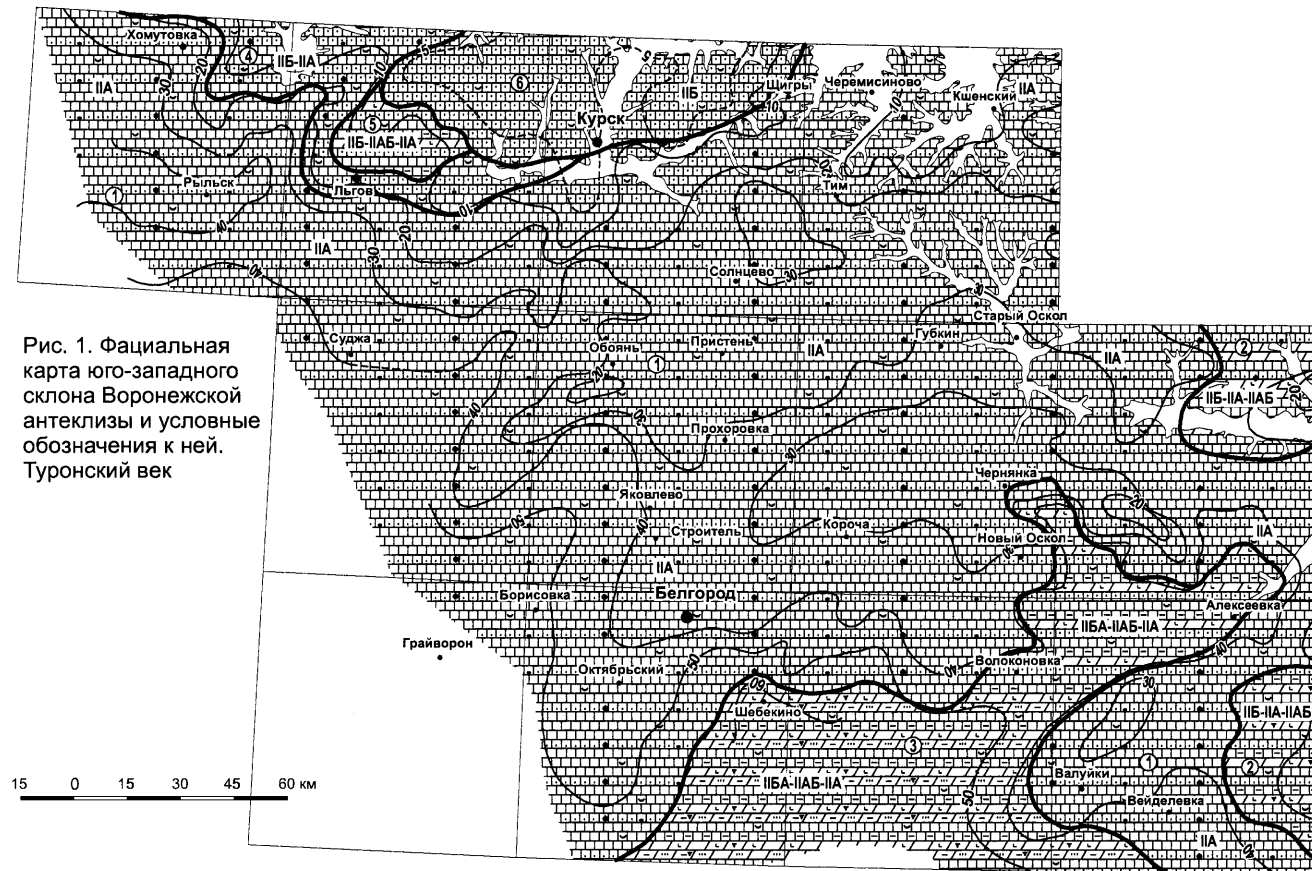
**Туронский век.** Отложения турона развиты на всей рассматриваемой территории и залегают на глубинах от 20 м на севере до 250 м на юге. Они обнажаются по долинам рек в самой северной и северо-восточной частях рассматриваемой площади, южнее погребены под более молодыми отложениями меловой системы и кайнозоя. Туронские карбонатные породы трансгрессивно с размывом залегают на сеноманских песках и согласно перекрываются коньякскими мелями. Мощности отложений в целом увеличиваются от первых метров на севере до 60 м на юге и зависят от рельефа морского дна, где выделяются поднятия и впадины. В последних мощность отложений на 5-20 м больше, чем на поднятиях.

На фациальной карте туронского времени выделяется ряд фациальных зон (рис. 1). Наиболее обширную площадь занимает зона развития чистых мелов. В основании туронского разреза повсеместно залегает маломощный прослой песчанистого мела, занимающий менее 10 % от мощности. Верхняя основная часть разреза сложена белым писчим мелом (90-95%) с редкими маломощными прослойками глинистых разностей и мелоподобных мергелей.

На остальной территории (север и юго-восток) выделяются зоны, являющиеся переходными между карбонатным и терригенно-карбонатным осадконакоплением. Здесь разрезы сложены различным чередованием чистых и глинистых мелов, а также мергелей. В их основании залегает прослой песчаного мела, отсутствующий на крайнем юге, где его сменяют зеленовато-серые, слюдистые, глинисто-алевритистые мергели мощностью 8-12 м.

На севере расположена зона, характеризующаяся терригенно-кабонатным осадконакоплением в условиях среднего гидродинамического режима. Разрезы представлены песчанистым мелом с многочисленными обломками призматического слоя иноцерамов и неравномерным распределением песчаного, преимущественно глауконит-кварцевого материала. Его содержание уменьшается (от 30%) снизу вверх по разрезу. Песчаный материал в рассматриваемую зону поставлялся из источников сноса, расположенных в районе Доно-Донецкого поднятия, а также мог заимствоваться за счет размыва альб-сеноманских песков, на которых

Рис. 1. Фациальная карта юго-западного склона Воронежской антеклизы и условные обозначения к ней. Туронский век



I. Глубоководно-морская, нормальной солености, с активностью гидродинамического режима:

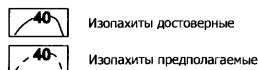
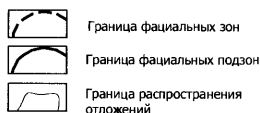
<b>IA</b>	Слабой
<b>IAБ</b>	Слабой и средней, с преобладанием слабой
<b>IBA</b>	Средней и слабой, с преобладанием средней
<b>IB</b>	Средней

II. Мелководно-морская, нормальной солености, с активностью гидродинамического режима:

<b>IIA</b>	Слабой
<b>IIAB</b>	Слабой и средней, с преобладанием слабой
<b>IIBA</b>	Средней и слабой, с преобладанием средней
<b>IIБ</b>	Средней
<b>IIГ</b>	Переменной

III. Прибрежно-морская, нормальной солености, с активностью гидродинамического режима:

<b>IIIA</b>	Слабой
<b>IIAB</b>	Слабой и средней, с преобладанием слабой
<b>IIBA</b>	Средней и слабой, с преобладанием средней
<b>IIIG</b>	Переменной



Белгород

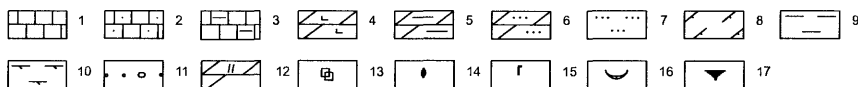
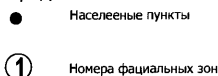


Рис. 1 (продолжение). 1 – мел чистый, 2 – мел песчанистый, 3 – мел глинистый, 4 – мергель мелоподобный, 5 – мергель глинистый, 6 – мергель алевритистый кремнеземистый, 7 – алеврит, 8 – трепел, опока, 9 – глина, 10 – глина трепеловидная, 11 – включения гальки, 12 – слюдистость, 13 – включения пирита, 14 – включения фосфоритов, 15 – примесь глауконита, 16 – пеллециподы, 17 – ходы илоедов

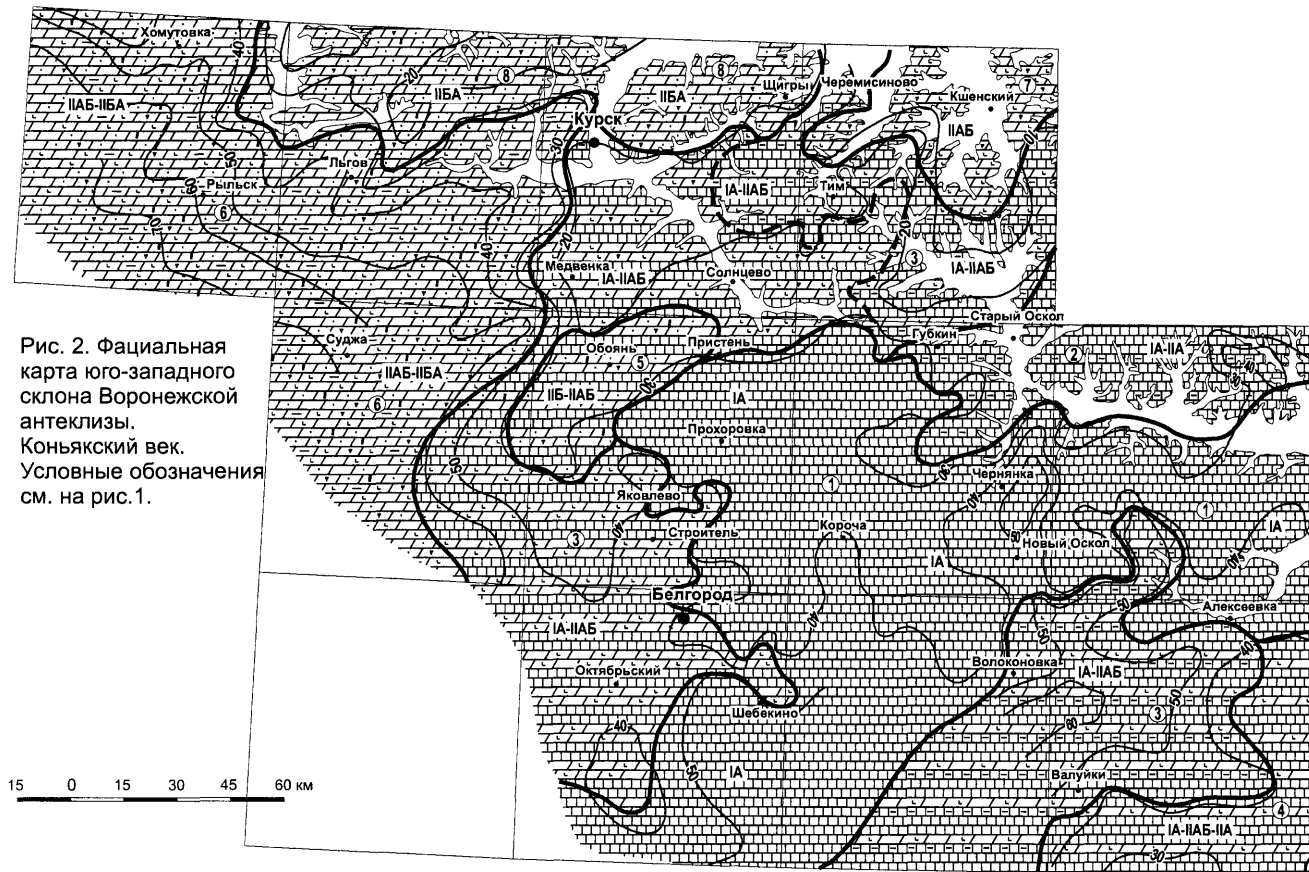
трансгрессивно залегают туронские образования.

Таким образом, туронское время характеризуется преимущественно мелководно-морским осадконакоплением, главным образом карбонатным, в разной степени разбавленным терригенным. Его количество зависит от положения береговой линии, мест поступления песчано-глинистого материала из речных сетей, глубин бассейна. Они были небольшими, до 100 м, с увеличением глубины при формировании чистых мелов фораминиферо-кокколитового состава.

**Коньякский век.** Контакт между породами коньякского и туронского ярусов постепенный и определяется по смене комплексов фораминифер. В отличие от туронских отложений коньякские отличаются значительной фашиальной изменчивостью как в латеральном, так и в вертикальном направлениях. На карте (рис. 2) выделяется ряд зон, имеющих чрезвычайно сложную конфигурацию, из-за неровностей рельефа морского дна и расположения источников сноса.

В одной из них, занимающей около 40 % изученной территории и вытянутой с юго-запада на северо-восток, развиты чистые мела. Мощности отложений возрастают с севера на юг от 12 до 60 м. Характерно отсутствие алевритовой примеси, и высокая чистота мела, где нерастворимый остаток, представленный глинистой

Рис. 2. Фациальная карта юго-западного склона Воронежской антеклизы. Коньякский век. Условные обозначения см. на рис. 1.



примесью, составляет не более 2 %. Формирование пород первой зоны происходило в наиболее глубоководной для данной территории части морского бассейна. Чистота мела свидетельствует об удаленности береговой линии и относительно спокойном осаждении планктонного материала.

Первую зону окаймляет ряд других фациальных зон (см. рис. 2), в строении которых заметную роль играют мелоподобные мергели (мощностью до 40м), а также чистые и глинистые мела. На северо-западе территории в разрезах появляются алевроитовые кремнеземистые мергели, а на севере узкой дугообразной полосой протягивается зона, где ими сложен весь разрез (от 10 до 30 м).

В целом, в первой половине коньякского века морской бассейн туронского времени сохранился, во второй половине начал мелеть и регрессировать, что привело к появлению в разрезах терригенной составляющей на большей части рассматриваемой территории.

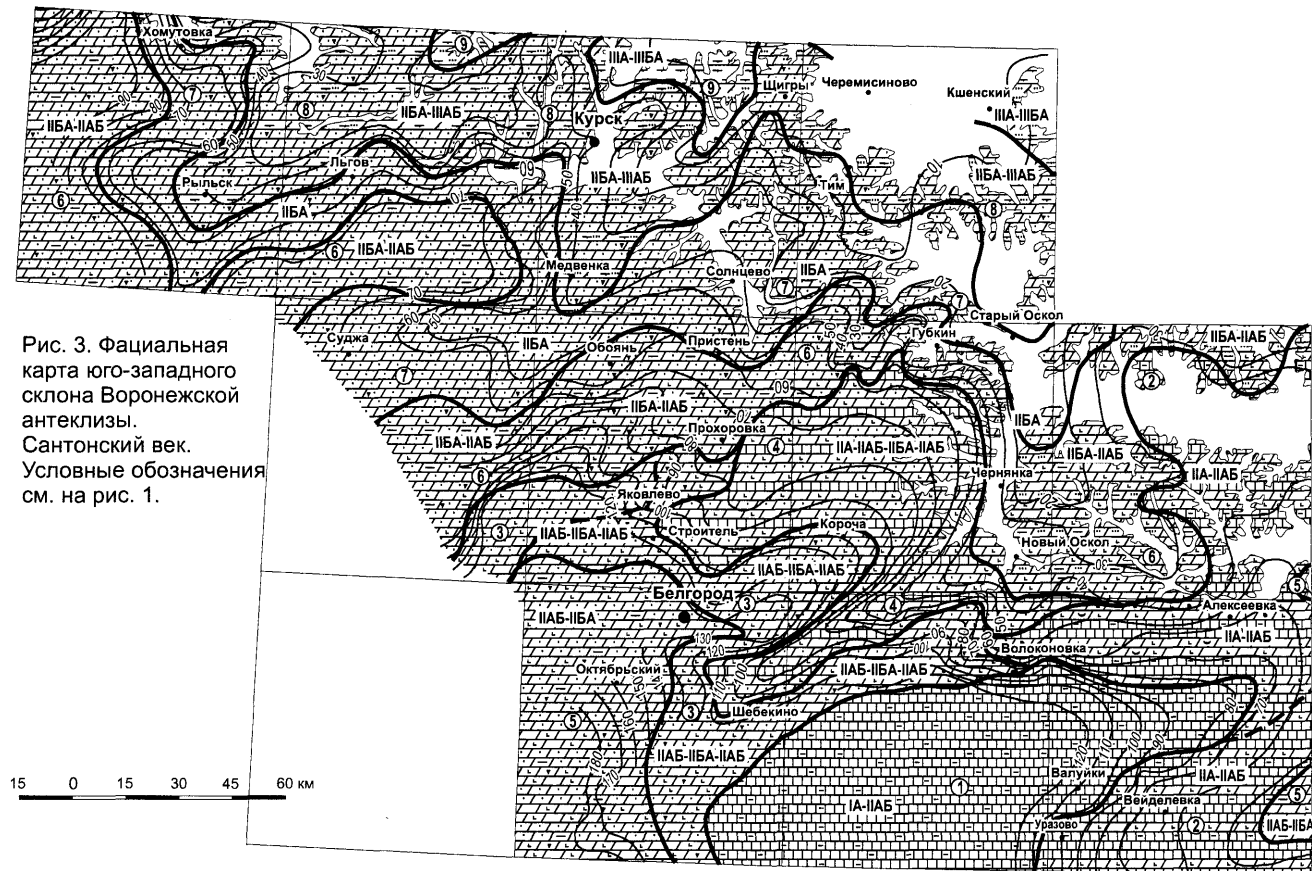
**Сантонский век.** Отложения сантонского яруса с размывом залегают на коньякских и содержат наибольший среди верхнемеловых образований литологический спектр пород – мела (чистые и глинистые), мергели (мелоподобные, глинистые и кремнеземистые), известковистые глины, трепелы, опоки. Это обусловлено разнообразием фациальных обстановок в сантонском бассейне (рис. 3). Полная мощность образований сантонского яруса увеличивается в южном и юго-западном направлениях и составляет в районе Курска и Льгова от 30-40, у Старого Оскола – 50 м, а южнее Белгорода – 150-160 м.

Наиболее глубоководная фациальная зона в сантонский век располагалась на юго-востоке рассматриваемой территории и представлена писчими мелями, в верхней части нередко глинистыми. Формирование осадков этой зоны происходило в наиболее удаленных частях сантонского бассейна за счет осаждения нанопланктона, о чем свидетельствует практически полное отсутствие или малое количество терригенной примеси. Глубины осадконакопления значительно превышали 200 м. Эта часть морского бассейна тяготела к центральной части Украинской синеклизы, существовавшей здесь в меловое время.

В направлении с юга на север и с востока на запад в разрезах растет роль некарбонатной примеси. Сначала в разрезах появляются глинистые мела и мелоподобные мергели, затем возрастает роль кремнеземистых алевроитовых мергелей. Так разрезы в центральной части территории примерно в равных соотношениях внизу сложены мелоподобными мергелями, вверху – кремнеземистыми алевроитовыми мергелями. Севернее от неё полоса шириной около 30 км представлена алевроитистыми кремнеземистыми мергелями, в основании содержащими мало-мощные прослои мелоподобных мергелей.

На крайнем севере территории развиты переходные от мелководно- к прибрежно-морским и прибрежно-морские образования. Здесь развиты преимущественно кремнеземистые, а в самой верхней части глинистые мергели. К северу от условной линии г.г. Рылск – Курск – Щигры в верхней части кремнеземистых мергелей появляются трепела, в том числе и алевроитистые, опоквидные, изредка

Рис. 3. Фациальная карта юго-западного склона Воронежской антеклизы. Сантонский век. Условные обозначения см. на рис. 1.



известковые, трепеловидные глины, иногда песчанистые опоки, алевролиты. В северном направлении увеличивается количество кремнистых пород в разрезах. 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-кремнеземистые.

Таким образом, сантонский век характеризуется чрезвычайным разнообразием фациальных обстановок – от морских глубоководных до мелководных прибрежно-морских, наличием нескольких источников сноса – на северо-востоке, северо-западе и юге. Все это обусловило формирование широкого спектра осадочных пород – карбонатных, кремнистых, алевритовых, глинистых и их смешанных разновидностей.

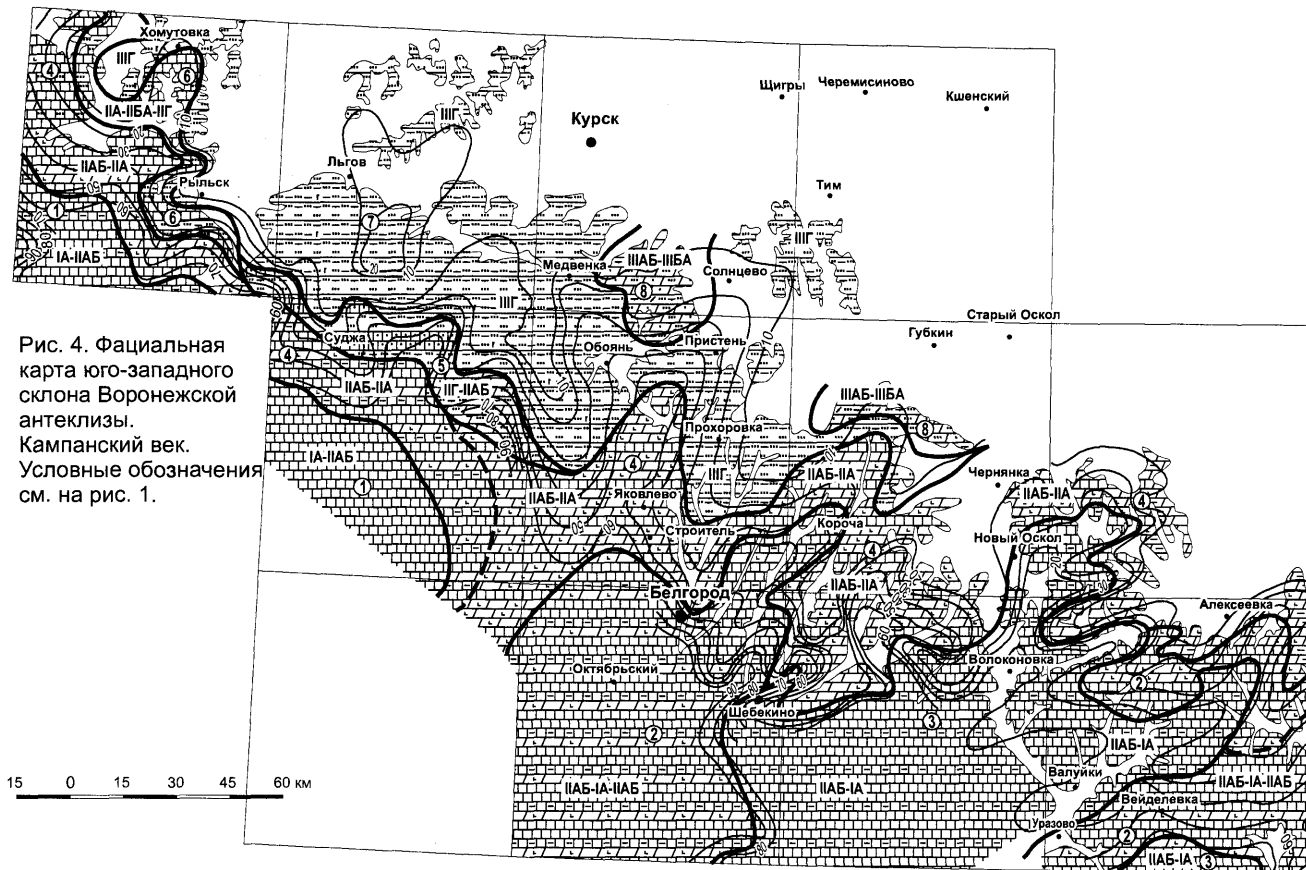
**Кампанский век.** Отложения кампанского яруса распространены южнее условной линии Севск – Старый Оскол – Острогожск и отсутствуют на северо-востоке рассматриваемой территории. Значительная часть кампанских пород на большей части своего развития эродирована, особенно по долинам рек и вблизи границ выклинивания. Мощность отложений изменяется от первых метров в районах севернее Обояни до 90-100 м на юге Белгородской области.

Кампанские отложения почти повсеместно согласно залегают на породах сантона, с которыми связаны постепенными переходами. Характерной особенностью образований кампана является их смена с юго-запада на северо-восток от чистых мелов и мелоподобных мергелей до алевритов и песков. При этом выделяется ряд фациальных зон, резко различающихся между собой по набору пород в разрезах (рис. 4). Наиболее чистые мела, за исключением подошвенных частей разрезов, наблюдаются на западе рассматриваемой территории. Их формирование происходило в удаленных от берега частях морских акваторий на глубинах свыше 400 м за счет выпадения в осадок нанопланктона, представленного преимущественно кокколитофоридами. О значительных глубинах осаждения осадка свидетельствует присутствие в нем глубоководных фораминифер – глоботрунканид (Г.И. Бушинский, 1954). Привнос терригенного материала практически отсутствовал. Залегающий в основании разрезов запесоченный и глинистый мела отражают начало кампанской трансгрессии.

Восточнее расположены фациальные зоны, представленные меняющимися по мощности и положению в разрезе чистыми и глинистыми мелями, а также мелоподобными мергелями. На северо-западе рассматриваемой территории в разрезах появляются алевриты и алевритистые мергели.

В северной части рассматриваемой территории располагается прибрежно-морская зона, занимающая около 15% площади распространения кампана. Её разрезы сложены алевритами с прослоями алевритистых глин и глинисто-известковых алевролитов, формировавшихся в условиях переменного

Рис. 4. Фациальная карта юго-западного склона Воронежской антеклизы. Кампанский век. Условные обозначения см. на рис. 1.





гидродинамического режима. Их мощности изменяются от первых метров у границ выклинивания до 50 м у южной границы зоны.

Фациальный анализ отложений кампанского яруса показывает смену глубоководных обстановок на мелководно-, а затем и прибрежно-морские в направлении с запада и юго-запада на восток и северо-восток. Это выражается в изменении состава отложений в этих направлениях: мела сменяются глинистыми разностями и мергелями, а затем и терригенными породами.

**Маастрихтский век.** В пределах изученной территории маастрихтские отложения распространены южнее линии Суджа-Белгород-Валуйки, обнажаются в долинах рек и оврагах, вскрыты многочисленными скважинами и представлены мергельно-меловыми породами. Маастрихтские образования согласно залегают на кампанских и очень близки к ним по составу, поэтому граница между ними устанавливается только биостратиграфическими методами. На маастрихтских отложениях с размывом залегают палеогеновые, неогеновые и четвертичные породы. Мощности рассматриваемых образований возрастают с севера на юг от 10 м у г. Белгорода до 100 м у г. Харькова. В разрезе маастрихта преобладает тонкодисперсный белый пясчистый мел, состоящий из остатков кокколитофорид с незначительной примесью глинистого вещества. Высокая чистота мела, состоящего из нанопланктона, практически полное отсутствие в нем примесей свидетельствует об образовании маастрихтских осадков на значительной глубине и удаленности от береговой линии. Выделяется только одна фациальная область – относительно глубоководного моря со спокойным гидродинамическим режимом. Поэтому фациальная карта маастрихтского века на данную территорию не составлялась.

Таким образом, фациальный анализ изучаемых отложений показывает наличие на данной территории позднемелового мелководно-морского бассейна, контуры которого неоднократно менялись, но сохранялся единый план осадконакопления. В глубоководных зонах формировались преимущественно мела, в мелководно-морских – мергельно-меловые, в прибрежно-морских – кремнисто-карбонатные и терригенные образования. Трансгрессии шли из Днепровско-Донецкой впадины (Украинской синеклизы в меловое время).

Рельеф морского дна во многом определял соотношение литотипов и мощностей отложений, даже в пределах одной фациальной обстановки. В течение позднемелового времени рельеф и положение береговой линии морского дна менялись. Особенно значительная перестройка рельефа дна, как, впрочем, и суши, произошла на рубеже туронского и сантонского веков, когда резко усилился привнос терригенного материала.

**Третье защищаемое положение.** Составленные фациальные карты могут служить основой для среднемасштабного прогноза различных видов полезных ископаемых в верхнемеловых отложениях. Для крупномасштабного прогноза необходим учет дополнительных факторов – особенностей рельефа, глубин залегания полезной толщи, мощностей вскрыши, гидрогеологических условий, близости коммуникаций и некоторых других.

Отложения верхнего мела содержат обширный комплекс полезных ископаемых, связанных с мелями, мергелями и кремнистыми породами.

Основным показателем качества мела является соотношение суммы  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$  и нерастворимого в  $\text{HCl}$  песчано-глинистого материала. В соответствии с требованиями ГОСТа 17498-72 этот показатель определяет промышленный тип сырья (марку) и области его использования. Но существуют также дополнительные отраслевые требования (ТУ-РФ-763-95; ГОСТ 12085-88), регламентирующие концентрации вредных примесей, представленных оксидами железа, меди, марганца, свободной щелочью, воднорастворимыми соединениями.

На юго-западе Воронежской антеклизы имеется 43 месторождения (А.Д. Савко и др., 2005), большинство из которых разведано в 50-60 годах прошлого столетия. Часть из них выработана, другие приватизированы или попали на территории, отчужденные под строительство. Кроме того, разведка карбонатного сырья велась для производства определенных видов продукции, в первую очередь воздушной быстрогасящейся извести, мела молотого и силикатного кирпича. Но за прошедшее время области применения мела резко расширились. Поэтому требуется переоценка имеющихся месторождений и поиски новых.

Установленные фациальные обстановки для позднего мела позволили создать прогнозную основу для поисков различных нерудных полезных ископаемых.

Согласно «Инструкции по классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, 1997» для карбонатных пород мощность вскрыши не должна превышать 25 м. При этом месторождения должны располагаться на неудобьях. Однако с учетом резко возросшей стоимости земли, а также сильной изрезанности рельефа, сложенного меловыми толщами, когда в сторону водоразделов резко возрастают мощности перекрывающих пород, нами при прогнозировании площадей максимальная глубина вскрыши принята 50 м. Это также обусловлено возможностью прироста запасов сырья для многих месторождений только на глубину.

**Туронский и коньякский ярусы.** Данные образования слагают общую мергельно-меловую толщу и трудно разделяются. Отложения туронского яруса по сравнению с образованиями выше залегающих ярусов верхнего мела являются наиболее выдержанными в литологическом отношении и образованы относительно чистыми плотными мелями со средней мощностью 10-20 м. Только в северной части территории мела становятся полностью запесоченными. На сегодняшний день запесоченные мела, содержащие до 20-25% алевро-песчаного материала, а также зерна и желваки фосфоритов, после предварительного дробления и грохочения можно использовать в качестве природного фосфатсодержащего мелиоранта.

Отложения коньякского яруса помимо чистых мелов включают и глинистые, а также различные по составу мергели. Наиболее важные в промышленном отношении чистые мела распространены на трети рассматриваемой площади и расположены на юго-востоке территории.

Полоса неглубокого залегания (до 50 м) и выходов на поверхность туронского мела проходит севернее субширотной линии Рыльск – Солнцево – Губкин, поворачивающей затем на Чернянку и Алексеевку. На юго-востоке рассматриваемой полосы, у границ её распространения, полезная толща мела помимо туронского включает и коньякский. Если на севере неглубоко залегающие туронские отложения располагаются на водоразделах, то на юге и юго-востоке – только в пределах речных долин и крупных оврагов.

Границы приповерхностного залегания коньякского мела несколько смещены на юг по сравнению с таковыми туронского мела, а прогнозные площади для поисков месторождений коньякского мела, в том числе и совместно с туронским, расположены в юго-восточной части Курской и северо-восточной Белгородской областей. Большая часть толщи чистого коньякского мела залегает на глубинах свыше пятидесяти метров.

На северо-западе рассматриваемой территории перспективна на месторождения мела только туронская толща, поскольку коньякские отложения представлены мергелями. Поэтому благоприятным фактором при поисках месторождений мела является наличие размыва коньякских пород в постмеловое время, поскольку уменьшается мощность вскрыши для туронского мела.

В общих разрезах качество туронского мела обычно выше, чем коньякского. Так в Стойленском месторождении для производства наиболее качественных видов меловой продукции используется туронский мел, над которым залегают менее чистый коньякский мел и сантонские мергели. Южнее Старооскольского района качество коньякского мела улучшается, поскольку содержание  $\text{CaCO}_3$  в нем может достигать 98 % и он относится к классу А.

Анализ прогнозных карт туронского и коньякского возрастов показывает, что в северной части рассматриваемой территории могут быть обнаружены мелкие (до 5 млн т) и реже средние (5-10 млн т) месторождения мела, однако в последнем случае будет резко увеличена мощность вскрышных пород. На северо-востоке Белгородской области в разрезах имеются значительные по мощности, выдержанные по составу пласты в полезной толще. Здесь возможно нахождение крупных месторождений типа Казацкие Бугры, где мощность полезной толщи составляет свыше 30 м, а соотношение полезной толщи и вскрыши 30:1.

Значительный интерес для цементной промышленности представляют мелоподобные мергели. Они слагают до половины коньякского разреза в юго-восточной части Курской области. При этом мощности мергелей могут достигать 7-8 м, что позволяет вести их рациональную добычу одним уступом.

**Сантонский ярус.** Особенностью сантонского яруса является пестрый состав слагающих его пород, включающих кластолиты, глины, мела и мергели, из которых наиболее распространены последние, занимающие большую часть изученной территории. Поэтому полезные ископаемые сантонского яруса связаны со значительно более широким спектром отложений, но по количеству и масштабам

известных месторождений сильно уступают туронским и коньякским, так как представлены единичными месторождениями.

Перспективы нахождения месторождений мела в сантонских отложениях крайне ограничены и связаны с площадью приповерхностного их залегания на юго-востоке изучаемой территории. Особенностью сантонского мела является загрязненность его с повышенным содержанием нерастворимого остатка в нижней части разреза (некондиционный мел). Поэтому мощности полезной толщи сантона сокращены и составляют не более 15 м. В указанной полосе разведано Волоконовское месторождение со средней мощностью полезной толщи 12,4 м, а вскрышных пород от 4,7 до 16,7 м. Мел из-за заметной примеси нерастворимого остатка относится к классу Б, но из него могут быть получены комовый и молотый мел, строительная воздушная известь первого сорта.

Другой тип месторождений связан с кремнистыми породами. Полоса их развития протягивается с северо-запада на юго-восток. С севера она ограничивается фациальной зоной развития терригенных пород или границами распространения сантонских отложений. Южная граница тяготеет к глубинам развития сантонских отложений не более 50 м и дренированным речной сетью.

В Курской области известны два месторождения – Благодатненское на крайнем востоке (в непосредственной близости с изучаемой территорией) и Курско-Поповское в 6-7 км от города. Полезной толщей являются кремнистые глины, трепелы и опоки. Они пригодны для изготовления легковесного строительного и трепельного кирпича и гравия, обжигового трепельного песка. Мощности силицитов колеблются от первых до 19 м (Благодатненский карьер).

С кремнистыми породами связаны повышенные содержания цеолитов. На территории Курской и Белгородской областей цеолиты известны только в кремнистых образованиях сантона. Поэтому прогнозные площади на цеолиты совпадают с таковыми на кремнистое сырьё.

**Кампанский и маастрихтский ярусы.** Эти породы занимают южную часть изучаемой территории и образуют единую толщу. Прогнозная площадь на поиски месторождений мела в кампанских и маастрихтских отложениях протягивается полосой их приповерхностного залегания с северо-запада на юго-восток. Наиболее качественные мела тяготеют к её южной части. Они содержат прослои мелоподобных мергелей и глинистых мелов, ухудшающих качество карбонатного сырья. Это вынуждает предприятия при добыче мела для особо ответственных изделий вести селективную разработку разрезов и использовать технологические приёмы обогащения сырья, что значительно удорожает стоимость выпускаемой продукции.

Наиболее перспективны на поиски мела те территории, где перекрывающие меловые отложения образования кайнозоя, на водоразделах достигающие мощностей нескольких десятков метров, в заметной степени размыты, что делает приемлемым соотношение мощностей продуктивной толщи и вскрыши для рентабельной отработки месторождений.

В юго-западной части Курской области известны Белицкое, Крейдянское, Любимовское, Неониловское мелкие месторождения. В них средние мощности колеблются от 3,5 до 13,6 м, мощности вскрыши от 4,5 до 11 м. Их соотношения не очень благоприятны для получения высокорентабельной продукции. Но для всех указанных месторождений существуют возможности для наращивания запасов и перевода в разряд средних с запасами 5-10 млн т. Месторождения этого типа прогнозируются на выделенной прогнозной площади.

В Белгородской области, где мощности кампанских и маастрихтских отложений возрастают более чем в два раза, возможно нахождение крупных месторождений мела для различных производств. На прогнозной территории выделяются две площади наиболее качественных мелов – западная и южная. Последняя занимает значительную территорию и здесь расположены наиболее крупные месторождения вблизи Белгорода: Шебекинское, Петропавловское, Белгородское.

Из анализа построенных прогнозных карт, следует, что для обнаружения месторождений полезных ископаемых в верхнемеловых породах перспективна вся исследуемая территория. На ее севере и северо-востоке возможно нахождение карбонатных полезных ископаемых, связанных с образованиями туронского и коньякского яруса, а также дефицитного кремнистого и глинисто-кремнистого сырья и ассоциирующих с этим типом пород цеолитов сантонского яруса. С кампанскими, маастрихтскими, в меньшей степени сантонскими отложениями, связана мощная толща мергельно-меловых пород южной (наиболее качественные и чистые мела) и юго-западной частей территории.

### **Заключение**

Проведенные работы позволяют сделать следующие выводы.

Мощная толща преимущественно карбонатных пород верхнемелового возраста, на первый взгляд имеющая монотонное строение, достаточно сложна по составу, что выражается как в разнообразии литотипов, так и в чередовании их по площади и в разрезе.

Для туронского времени в пределах исследуемой территории характерно карбонатное осадконакопление в мелководно-морском бассейне. Это, в основном, чистые мела, запесоченные в нижней части разреза. Подчиненное значение имеют глинистые мела и мелоподобные мергели.

Для коньякского века характерны более разнообразные обстановки накопления осадка (от глубоководно- до мелководно-морских с различной динамикой), что могло быть связано с неровностями рельефа морского дна, сменой расположения источников сноса. Вследствие этого в разрезах коньякского яруса, помимо чистого мела, который, как и в туронское время, является преобладающим, заметную роль играют мелоподобные мергели, а также алевритовые кремнеземистые мергели.

Максимальное разнообразие обстановок на данной территории наблюдается в сантонское время, что обусловлено наличием нескольких источников сноса. Это и глубоководно-морские фации, когда накапливались чистые карбонатные илы; и

мелководно-морские, где образовалось большинство осадков в этот век (разнообразные по составу мергели: от мелоподобных до алевроитовых, реже глинистые мела); и прибрежно-морские. С последними связано формирование трепелов, опок, трепеловидных глин, алевроитов и алевролитов. Площадь развития чисто карбонатного осадконакопления в сантонское время была минимальной.

Характерной особенностью кампанских отложений является их смена с юго-запада на северо-восток от чистых мелов, материал для образования которых сформировался в наиболее глубоководных для всего позднего мела данной территории условиях, до прибрежно-морских алевроитов и песков. Площадь распространения чистого мела кампанского яруса меньше, чем туронского, однако мощности первых больше практически в 2 раза.

Основными полезными ископаемыми, связанными с верхнемеловыми породами являются карбонатные разности пород. Ввиду их различного состава, мощностей полезной толщи и перекрывающих отложений, горнотехнических условий, физико-химических свойств они используются различными отраслями промышленности.

Применение карбонатного сырья месторождений туронского и коньякского ярусов в силу меняющегося содержания  $\text{CaCO}_3$  (от 87 до 98 %) возможно преимущественно в строительной отрасли и сельском хозяйстве. Но там, где в разрезе имеются выдержанные по составу мощные пласты (северо-восток Белгородской области), целесообразно получение высокодисперсного мела. В качестве цементного сырья представляют интерес мелоподобные мергели коньякского яруса в юго-восточной части Курской области.

С отложениями сантонского яруса связаны 2 типа полезных ископаемых: карбонатные и кремнистые, при этом перспективы нахождения первых крайне ограничены и связаны с площадью приповерхностного их залегания на юго-востоке территории. Кремнистые породы сантонского яруса могут использоваться в качестве легковесного строительного и трепельного кирпича и гравия, обжигового трепельного песка. С данными породами ассоциируют цеолиты.

Кампанские образования включают запасы наиболее чистого, тонкодисперсного и качественного мела, который может применяться в самых ответственных областях промышленности, таких как лакокрасочная, парфюмерная пищевая и других.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

1. Иванова Е.О. Литология и возможности практического использования меловых пород Белгородской области / Е.О. Иванова // Месторождения природного и техногенного минерального сырья: геология, геохимия, геохимические и геофизические методы поисков, экологическая геология: материалы междунар. конф., посвящ. 90-летию Воронеж. гос. ун-та. - Воронеж, 2008. - С. 430-431

2. Иванова Е.О. Особенности вещественного состава и генезиса кремнистых пород территории листа М-37-І (Курск) / Е.О. Иванова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. - 2006. - № 2. - С. 77-86
3. Иванова Е.О. Электронномикроскопическая характеристика верхнемеловых пород Курской и Белгородской областей / Е.О. Иванова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. – 2008. - № 1. – С. 169-172
4. Иванова Е.О. Электронномикроскопическая характеристика верхнемеловых пород КМА / Е.О. Иванова // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли : материалы 5-го всерос. литологического совещания. - Екатеринбург, 2008. — Т. 1. - С. 266-268
5. Иванова Е.О. Минеральный состав глинистой фракции карбонатных верхнемеловых пород Белгородской области / Е.О. Иванова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. - Воронеж, 2009. - № 1. - С. 63-67
6. Иванова Е.О. Соотношение и состав карбонатной и некарбонатной частей меловых пород Белгородской области / Е.О. Иванова // 1-я Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов, посвященная памяти академика А.П. Карпинского : тез. докл. – СПб., 2009. - С. 191-192
7. Е.О. Иванова Полезные ископаемые верхнего мела южной части ЦЧЭР / А.Д. Савко, Е.О. Иванова // Актуальные вопросы литологии: материалы 8 Уральского литологического совещания : тез. докл. - Екатеринбург, 2010 г. - С. 270-272
8. Е.О. Иванова Природные сорбенты ЦЧЭР. Сообщение 2. Цеолиты в верхнемеловых отложениях Белгородской и Курской областей / А.Д. Савко, Е.О. Иванова, А.Г. Чигарев // Сорбционные и хроматографические процессы. Воронеж, 2010. - Том 10, Вып. 3. – С. 433-439
9. Е.О. Иванова Фациальная характеристика верхнемеловых отложений юго-западной части Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, Е.О. Иванова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. - Воронеж, 2009. - № 2. - С. 61-78
10. Е.О. Иванова Минеральное сырье в отложениях верхнего мела юго-запада Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, Е.О. Иванова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. - Воронеж, 2010. - № 1. - С. 201-212
11. Литология и полезные ископаемые сантона центральной части КМА / А.Д. Савко, Д.А. Дмитриев, Е.О. Иванова, А.Г. Чигарев; Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2009. - 108 с. - (Труды НИИ геологии Воронеж. гос. ун-та, вып. 55)

Работы 2, 8, 10 опубликованы в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ при работе над кандидатскими и докторскими диссертациями.