

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение)**

*Серия Центрально-Европейская*

**Лист М-37 — Воронеж**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2011**

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А. П. КАРПИНСКОГО»  
(ФГУП «ВСЕГЕИ»)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ «АЭРОГЕОЛОГИЯ» (ФГУ НПП «АЭРОГЕОЛОГИЯ»)

# ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение)

*Серия Центрально-Европейская*

Лист М-37 — Воронеж

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

УДК 55(084.3М1000) (470.324)

*А. М. Ахмедов, Н. К. Клюев, А. Н. Наумкин* и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист М-37 – Воронеж. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011. 255 с. + 12 вкл.

В объяснительной записке дается описание стратиграфии, интрузивных, метаморфических комплексов раннего докембрия и образований осадочного чехла центральной части Русской плиты. Приведены сведения о тектонике, геоморфологии, истории геологического развития, гидрогеологии и геоэкологии. Дано систематическое описание полезных ископаемых территории, рассмотрены закономерности их размещения.

В комплект Госгеолкарты входит компакт-диск с полным объемом авторских цифровых материалов.

Табл. 14, ил. 19, список лит. 203 назв.

#### Авторы

*А. М. Ахмедов, Н. К. Клюев, А. Н. Наумкин, В. Г. Пронин, В. А. Стромов*

Главный научный редактор *Б. В. Петров*

Рекомендовано к печати  
НПС Роснедра 18 ноября 2005 г.

- © Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра), 2011
- © Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского» (ФГУП «ВСЕГЕИ»), 2005
- © Коллектив авторов, 2005
- © Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011

---

---

## ВВЕДЕНИЕ

Лист М-37 – Воронеж имеет координаты 36–42° в. д. и 48–52° с. ш. Геологические карты составлены только на ту часть площади, которая относится к Российской Федерации, охватывающей участки Курской, Воронежской, Орловской, Липецкой, Тамбовской, Белгородской, Волгоградской и Ростовской областей. Рассматриваемая территория расположена на юге Русской равнины. В целом она представляет собой равнинные и низменные пространства, на фоне которых выделяются отдельные возвышенности. Наиболее крупными орографическими элементами являются: юго-восточное окончание Среднерусской возвышенности, южная часть Окско-Донской равнины, Доно-Донецкая возвышенная равнина, северо-восточный склон Донецкого кряжа.

В пределах Среднерусской возвышенности на территории листа выделяются три орографических района: четко выраженная возвышенность на западе (правобережье Дона), Калачская возвышенность на востоке (левобережье Дона) и Донская гряда на юге (вдоль широтного отрезка Донской долины).

Правобережная возвышенность протягивается на территории с северо-запада на юго-восток на расстояние 350–400 км, ширина ее от 200 км на севере до 75 км на юге. Это пологоволнистая эрозионная равнина с наклоном поверхности на юго-восток. Наиболее значительные абсолютные высоты (260–276 м) приурочены к северо-западной части листа, минимальные (до 50–100 м) к долинам рек. Амплитуда колебания рельефа 120–180 м. Водоразделы здесь выпуклые, слегка волнистые, с широко развитой овражно-балочной сетью, с многочисленными растущими оврагами и промоинами.

Калачская возвышенность вытянута с севера на юг на расстояние 125–150 км, с запада на восток 75–125 км. Строение ее асимметричное: восточный склон крутой, юго-западный – пологий. Оба склона, особенно восточный, изрезаны долинами рек, многочисленными балками, оврагами. Абсолютные отметки водораздельных пространств от 120–160 до 200–220 м. Максимальные высоты (204–245 м) приурочены к северной части Хоперско-Донского водораздела.

Донская гряда является южным отрогом Среднерусской возвышенности. Представляет собой узкий асимметричный водораздел между притоками Дона – р. Тихая Сосна и верховьями рек Черная Калитва и Богучар. Высота ее 210–240 м; крутой склон обращен к северу, пологий – к югу; поверхность расчленена неглубокими долинами рек и оврагов, в которых часто обнажаются меловые породы.



Доно-Донецкая возвышенная равнина протягивается с запада на восток на расстояние 170–200 км, с севера на юг на 125–150 км. Это широкое волнистое плато, постепенно понижающееся от Донской гряды к югу, юго-востоку, к долинам рек Северский Донец и Дон. Поверхность равнины расчленена многочисленными долинами рек (Глубокая, Калитва, Быстрая, Чир и др.), балками, оврагами. Глубина расчленения рельефа до 60–130 м. Ширина водораздельных пространств от 10 до 25 км. Абсолютные высоты уменьшаются с севера на юг от 185–170 до 145–100 м.

Южная часть Окско-Донской равнины расчленена долинами крупных рек (Битюг, Хопер) и многочисленными оврагами и балками. Поверхность полого наклонена к югу. Абсолютные высоты водоразделов снижаются с севера на юг с 185–170 до 165–150 м. На надпойменных террасах Хопра развиты песчаные бугры и холмы. Чаще пески закреплены почвенно-растительным покровом, местами обнажены и подвергаются развеванию.

Северо-восточный склон Донецкого кряжа выделяется по субширотно ориентированным выходам на поверхность пород каменноугольного возраста. Поверхность изрезана долинами рек, балками, оврагами. Максимальные абсолютные высоты отмечаются на водоразделах: на юго-западе – до 305 м и северо-востоке – до 204 м. Разнообразие рельефа создают здесь обнажающиеся породы карбона. К сланцам приурочены понижения рельефа, а песчаники и известняки создают гряды высотой до 30–40 м и шириной от 20 до 500 м, иногда низкие скалистые гривки высотой 1–3 м и шириной 5–50 м. Немаловажную роль в рельефе Донецкого кряжа сыграла деятельность человека. Пустая порода, выброшенная из угольных шахт, образует на поверхности конусообразные возвышенности (терриконы) высотой до 25–30 м, что придает местности своеобразный облик.

Почти вся территория листа принадлежит к бассейнам Дона и его крупного правого притока – Северского Донца. На западе находятся верховья притоков Днепра – Сейм, Псел, Ворскла и др. Кроме рек имеются озера, болота, искусственные водоемы – водохранилища, каналы, пруды.

Дон (среднее течение) пересекает территорию на протяжении 650 км в юго-восточном направлении. Ширина русла в среднем 350–400 м, глубина 3–4 м, на плесах до 5–6 м. Долина Среднего Дона имеет асимметричное строение: правый берег крутой, левый – выположен. Ширина ее от 3–5 до 50 км. Поверхность долины расположена на высотах от 44 до 114 м над уровнем моря и осложнена серией террас. Общая средняя ширина их от 10 до 50 км.

Наиболее крупные притоки Дона – Северский Донец, Воронеж, Битюг, Хопер, Чир и др. Все реки бассейна Дона относятся к числу типичных равнинных. Они имеют хорошо разработанные долины с широкими поймами, изобилующими старицами и протоками. Скорость течения рек 0,3–0,6 м/с. Главным источником питания являются талые снеговые воды.

Удаленность территории от океанов определяет в целом континентальность, а в отдельные годы и засушливость климата. В северо-западных районах климат умеренно континентальный. Среднегодовая температура 5,0–6,2 °С. Зима обычно холодная, снежная, с метелями. Минимальные температуры в январе от –30 до –37 °С. Лето теплое, в отдельные годы жаркое

и засушливое. Максимальные температуры в июле 38–40 °С. Среднегодовое количество осадков уменьшается с севера–северо-запада на юг–юго-восток с 500–400 до 200–180 мм. Наибольшее количество осадков в северных районах выпадает летом, в южных – осенью и весной.

На большей части территории (на Среднерусской возвышенности, Окско-Донской равнине, Донецком кряже) развиты обыкновенные и южные среднемоштные черноземы.

Большая часть площади относится к степной зоне, северо-западная – к лесостепной. Естественные леса на территории занимают незначительные участки и приурочены главным образом к поймам рек, днищам балок и оврагов, значительно реже встречаются на водоразделах. Имеются и искусственные лесонасаждения: на песчаных участках, на овражно-балочных системах, вдоль дорог, оросительных каналов, крупных водохранилищ. Древесные породы представлены дубом, кленом, березой, осиной, тополем, вязом, сосной. Обширные водораздельные пространства – это в основном ковыльно-разнотравные степи с редкими перелесками. Животный мир на территории типичен для лесостепных, степных и полупустынных районов.

Территория заселена неравномерно. В национальном составе населения преобладают русские, украинцы, немцы, калмыки, казахи. Крупными областными городами являются Курск, Воронеж, Белгород. Из районных центров следует отметить – Губкин, Старый Оскол, Россошь, Миллерово, Каменск-Шахтинский и др. Имеется много поселков городского и сельского типов. Населенные пункты связаны между собой железнодорожными и шоссейными магистралями (Москва–Харьков, Москва–Донбасс, Москва–Ростов, Москва–Волгоград и др.), авиационными линиями. По Дону осуществляются речные перевозки.

В экономическом отношении рассматриваемая территория является промышленно-сельскохозяйственной. Наличие больших городов, густой сети железных и автомобильных дорог, а также речных перевалочных систем обусловили развитие крупной промышленности – металлургической, машиностроительной, судостроительной, химической, легкой и др. Больше половины всей продукции производится в Курске, Воронеже, Белгороде. Интенсивно развивается рудодобывающая, газодобывающая, угольная промышленность, ведется разработка многочисленных месторождений строительного сырья.

Сельское хозяйство является одной из ведущих отраслей народного хозяйства. Черноземы, занимающие большую часть территории, используются под зерновые и овощные культуры.

Выявленные на территории минерально-сырьевые ресурсы являются важнейшим фактором развития ее экономики. Это месторождения газа и газоконденсата, железных руд, каменного угля, серы, солей, промышленных вод, различных видов сырья для производства строительных материалов, а также многих других полезных ископаемых.

Геологическое строение территории определяют крупные геоструктуры Восточно-Европейской платформы: южная половина Воронежской антеклизы (на большей части территории) и восточная часть Донбасса (на юге). Каждый из этих регионов характеризуется особенностями своего развития, строения и возможными перспективами в отношении полезных ископаемых.

Геологическая изученность территории неравномерна. Лучше изучены районы с развитой промышленностью – рудодобывающей Курской магнитной аномалии (КМА) и угольной Донбасса. Мелкомасштабными и среднемасштабными геологическими съемками к настоящему времени покрыта вся территория, крупномасштабное картирование проводилось в основном в промышленных районах.

Геофизическая изученность также неравномерна. Мелкомасштабными гравитационными и аэромагнитными исследованиями охвачена вся территория. В рудных районах проведены крупномасштабные гравимагнитные съемки, в нефтегазоносных областях и в закрытой части Донбасса – площадные сейсмические съемки среднего и крупного масштабов. Глубинное строение территории изучено региональными сейсмическими работами, проведенными в модификации преломленных (КМПВ и КМПВ-ГСЗ) и отраженных (МОВ и МОВ-МОГТ) волн.

Обобщение геолого-геофизических материалов с применением результатов дешифрирования аэро- и космофотоматериалов позволило создать для отдельных регионов мелкомасштабные карты – геологические, космофото-геологические, тектонические, геоморфологические, новейшей тектоники, инженерно-геологические, прогнозные на различные виды полезных ископаемых и многие другие [21].

В последнем десятилетии значительно сократился объем широкомасштабных геологосъемочных, поисково-разведочных, геофизических и гидрогеологических исследований. Работы в основном направлены на разрешение конкретных задач: разработку наиболее эффективных методов эксплуатации уже известных месторождений и доизучение геологического строения отдельных площадей в связи с их возможной перспективностью на определенные виды полезных ископаемых.

В конце 2001 г. была завершена работа по составлению легенды Центрально-Европейской серии листов Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение) и отчет поступил в РФФ [129]. В это же время была подготовлена к печати «Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной карты Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение)» и целый ряд других инструктивных документов [20 и др.], позволяющих начать работы по новым картам. По листу М-37 (Воронеж) они стали осуществляться с середины 2002 г.

За основу было предложено взять изданную в 2001 г. карту листа М-37, (38) и переработать ее в соответствии с новой инструкцией и легендой, внося изменения по результатам работ доизучения площадей масштаба 1 : 200 000. В изданной карте [21] были учтены геологические съемки этого масштаба только до 1982 г., а новые материалы полистных геологических карт стали поступать с 1999 г. Тем не менее, в этой работе были использованы обобщающие карты других масштабов и работы по всему комплексу геологических исследований вплоть до 1999 г.

Однако все сказанное выше относится к платформенной части территории листа М-37, поскольку его основание – кристаллический фундамент не был полностью отражен в картографической части листа М-37, (38) второго поколения, изданного в 2001 г., а был представлен лишь схемой масштаба

1 : 2 500 000. Вместе с тем, кристаллический фундамент ВКМ является крайне важной составной частью, с которой связано большое количество крупнейших в мире железорудных месторождений и выявлены перспективные медно-никелевые, золоторудные и золото-платинометалльные объекты [56, 57]. В связи с ними накоплен значительный объем геологической и геофизической информации. Именно поэтому, в геологическое задание к листу М-37 – Воронеж третьего поколения было включено положение о создании дополнительных схематической геологической и прогнозно-минерагенической карт докембрийского фундамента Воронежского кристаллического массива масштаба 1 : 1 000 000. Особенность Воронежского кристаллического массива на территории листа заключается в том, что кристаллические породы в коренном залегании в естественных выходах практически не известны, а вскрыты лишь искусственными горными выработками и скважинами. К настоящему моменту на территории листа пробурено свыше 6 тыс. скважин, которые, однако, пространственно располагаются в основном в железорудных промышленных районах. Скважин, вскрывающих полные разрезы той или иной части раннего докембрия, практически не имеется. С учетом мощности платформенного чехла и рельефа поверхности фундамента, создать геологическую карту Воронежского кристаллического массива, полностью отвечающую кондициям Государственной карты по геологическим данным, не представляется возможным, поэтому здесь велика роль комплексных геофизических материалов. Первая наиболее полная попытка использования сводных геофизических данных была предпринята большим авторским коллективом, представленным различными предприятиями, при создании Металлогенических карт Воронежского кристаллического массива масштаба 1 : 500 000 [145]. При разработке Схематической геологической карты докембрийского фундамента ВКМ масштаба 1 : 1 000 000 основной упор был сделан на использовании комплекса геофизических методов, что позволило выделить нерасчлненные ранее интрузивные и метаморфические комплексы южной и юго-восточной частей территории листа, где глубина поверхности фундамента составляет 8 км и более. Для уточнения особенностей строения разрезов верхнего лопия (верхнего архея) и некоторых уровней разрезов нижнего протерозоя нами были использованы собственные оригинальные материалы, полученные ранее в ходе исследований по разработке корреляционно-стратиграфической основы раннего докембрия России [3, 83]. Для получения более объективной оценки золоторудных и золото-платинометалльных проявлений, связанных с черносланцевыми образованиями Тим-Ястребовской и Волотовской нижнепротерозойских структур был использован оригинальный каменный материал, полученный в ходе предыдущих работ, а также собран дополнительный керновый материал по скважинам Волотовского и Кшенского рудопроявлений. Все образцы и пробы были проанализированы в Центральной химической лаборатории ФГУП «ВСЕГЕИ». Полученные аналитические данные по характеру распределения золота и платиноидов в черносланцевых комплексах Тим-Ястребовской и Волотовской структур были использованы при разработке Схематической прогнозно-минерагенической карты докембрийского фундамента ВКМ масштаба 1 : 1 000 000.

---

---

## СТРАТИГРАФИЯ

### *КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ*

Современные представления о геологии и стратиграфии региона были созданы большим количеством исследователей, среди которых следует выделить В. М. Богданова, Н. Д. Кононова, Е. М. Крестина, В. М. Петрова, Н. А. Соколова, В. Д. Полищука, В. И. Горяшина, И. И. Кривцова, С. П. Молоткова, Н. М. Чернышова, И. Н. Щёголева [21, 23, 57, 60, 77, 81, 82, 117, 145, 147, 152, 163, 176, 199].

На площади листа М-37 Воронежский кристаллический массив образует наиболее приподнятую часть, где раннедокембрийские породы выходят близко к уровню эрозионного среза. В целом на территории ВКМ глубина залегания докембрия не превышает 500 м, однако в периферийных частях кристаллического фундамента он опускается на глубину от 1 до 5 км и более. На территории ВКМ пробурено около 15 тыс. скважин и проведены детальные геофизические работы, что позволило составить геологические карты масштаба 1:500 000, а на отдельных участках и 1:200 000. Вместе с тем, изученность фундамента остается очень неоднородной, и лишь на отдельных участках есть перекрытые разрезы, а в области развития архейских образований фундамент вскрывается только единичными опорными скважинами.

Необходимость создания карты фундамента масштаба 1:1 000 000 определялась прежде всего разработкой качественно новых легенд Центрально-Европейской серии, поскольку последняя адаптирована к масштабу 1:1 000 000 и Воронежской серии листов масштаба 1:200 000. При создании схематической геологической карты кристаллического фундамента ВКМ эти легенды [129] и были взяты за основу. Кроме того, при создании карты были использованы основные принципы структурно-формационного районирования, принятые в легенде третьего поколения (табл. 1). Раннедокембрийский фундамент в пределах листа М-37 охватывает наиболее значительную часть крупного тектонического элемента Русской платформы, выделенного в легенде в качестве Воронежской структурно-формационной области (СФО), являющейся сегментом Воронежско-Украинского мегаблока, который на юге и юго-востоке граничит с фланговой частью Прикаспийского мегаблока, отделенного системой дугообразных большеамплитудных ступенчатых сбросов, а также с Донецким прогибом, где строение докембрийского фундамента неизвестно (рис. 1).

Таблица 1

Схема корреляции супракрустальных образований раннего докембрия Воронежской структурно-формационной области

Общая стратиграфическая шкала			СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННЫЕ ЗОНЫ КМА				Лосевский СФР	Калачско-Эртильский СФР	Камышинский СФР		
Акротема	Зонотема	Эратема	Михайловско-Белгородская		Алексеевско-Воронцовская						
			Региональные стратиграфические подразделения (надгоризонты КМА)								
П Р О Т Е Р О З О Й С К А Я	Нижнепротерозойская (карельская)	Верхнекарельская									
			Тимский	Белгородская свита	Четвертая подсвита	Тимская свита	Верхняя подсвита (2 пачки)	Воронежская свита	?		
					Третья подсвита						
					Вторая подсвита						
					Первая подсвита						
		Нижнекарельская	Роговский	Яковлевская свита (3 пачки)		Роговская свита	Верхняя подсвита (2 пачки)		Воронцовский комплекс		
							Нижняя подсвита				
			Курский	Курская серия	Коробковская свита	Четвертая подсвита	Лосевская свита			Верхняя часть	
						Третья подсвита					Нижняя часть
						Вторая подсвита					
	Стойленская свита	Верхняя подсвита									
		Нижняя подсвита									
		?									
А Р Х Е Й С К А Я	Верхнеархейская (лопийская)	Верхне-лопийская									
		Средне-лопийская	Лебединский	Лебединская серия		Михайловский комплекс	?	?			
		Нижне-лопийская	Александровский	Александровская серия							
	Нижне-архейская (саамская)	Обоянский плутоно-метаморфический комплекс							Отрадененский плутоно-метаморфический		





На территории листа М-37 в архейском этапе развития преобладает один тип геодинамической обстановки – гранулит-гнейсовый, характерный для большинства раннедокембрийских районов мира. Супракрустальные нижнепротерозойские стратифицированные комплексы слагают не более 10 % поверхности фундамента. В пределах Воронежской СФО выделены структурно-формационные районы (СФР) и более мелкие единицы – структурно-формационные зоны (табл. 1, 2). Поскольку при стратиграфическом описании докембрийских образований в Объяснительной записке использованы новые принципы формирования некоторых стратонов, поясним примерами некоторые из них.

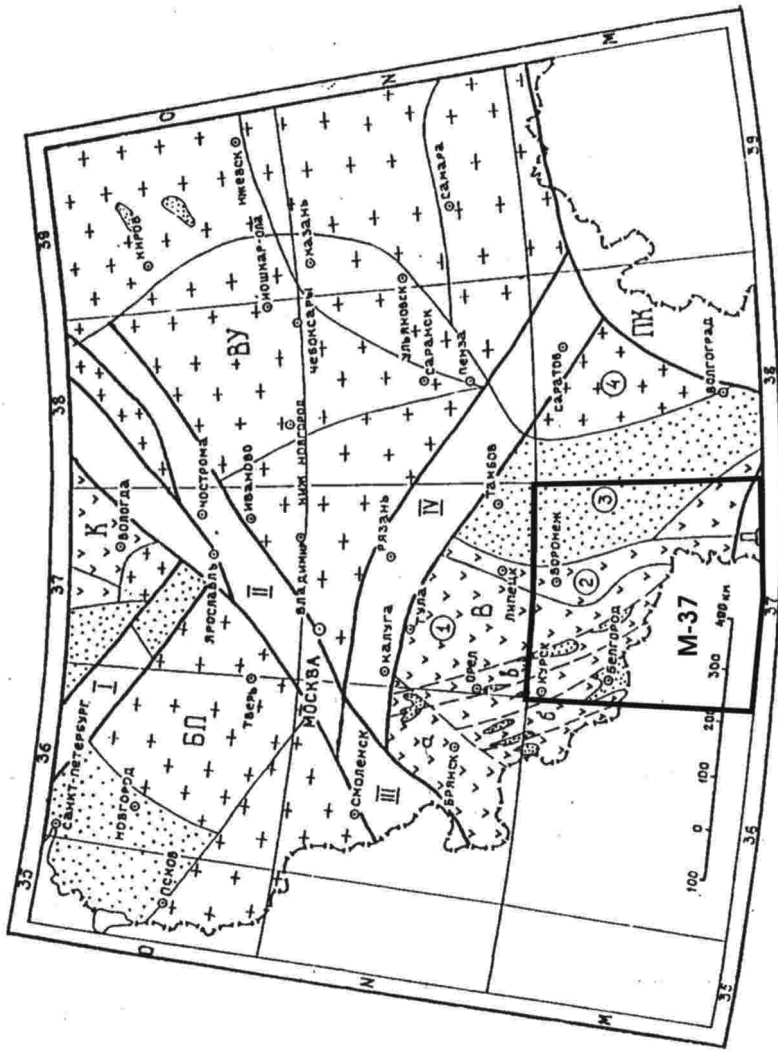
В качестве основных элементов картографирования для супракрустальных образований в легенде приняты метаморфические комплексы и серии, реже свиты или толщи. Для плутонических образований – магматические комплексы или плутонические ассоциации, объединяющие несколько одновозрастных комплексов, близких по петрографическому составу и встречающихся в разных СФР. Название ассоциации дано по наиболее изученному валидному комплексу.

По сравнению с более ранними легендами в ее последнем варианте сохранен ряд подразделений, которые при картографировании могут быть показаны вне масштаба, но являются важными индикаторами геодинамических обстановок. В легенду включены также нерасчлененные позднепротерозойские плутонические комплексы, которые могут быть распознаны по геофизическим признакам.

В соответствии с решением РМСК изменен ранг некоторых подразделений. Так, александровской и лебединской свитам придан ранг серий, а объединяющей их михайловской серии – ранг комплекса. Такой же ранг принят для отложений, выделявшихся в качестве воронцовской серии. Оскольская серия, объединяющая разнородные образования Белгородско-Михайловской и Алексеевско-Воронецкой СФЗ и принадлежащая к нижнему и верхнему карелию, исключена из легенды. Для района КМА впервые выделено пять горизонтов: два – в лопии и три – а карелии (табл. 1).

В сергиевскую габбро-дунит-перидотитовую ассоциацию вошли также бесединский и белогорьевский комплексы. Усманский и осколецкий комплексы объединены в усманскую мигматит-плагиогранитную ассоциацию, а мамонский и золотухинский комплексы – в мамонскую перидотит-габброноритовую ассоциацию. В павловскую гранит-граносиенитовую ассоциацию включены павловский и лискинский комплексы, а в нурлатскую ассоциацию – нурлатский и титовский комплексы. Все приводимые ниже при описании стратонов данные по определению изотопного возраста заимствованы из каталога (табл. 3) геохронологических определений, приведенного в работе В. П. Кирикова с соавторами [129].





Структурно-формационные области (СФО): БП – Белорусско-прибалтийская; К – Карельская; ВУ – Волго-Уральская; В – Воронежская; ПК – Прикаспийская; Д – Донецкий прогиб.  
 Межмегаблоковые пояса: I – Раахе-Рыбинский, II – Московско-Мезенский, III – Вольно-Подольский, IV – Рязано-Саратовский.  
 Структурно-формационные районы для Воронежской СФО (цифры в кружках): 1 – КМА, 2 – Лосевский, 3 – Калачско-Эргильский, 4 – Камышинский.  
 Структурно-формационные зоны КМА: а – Стародубская, б – Белгородско-Михайловская, в – Алексеевско-Воронецкая.

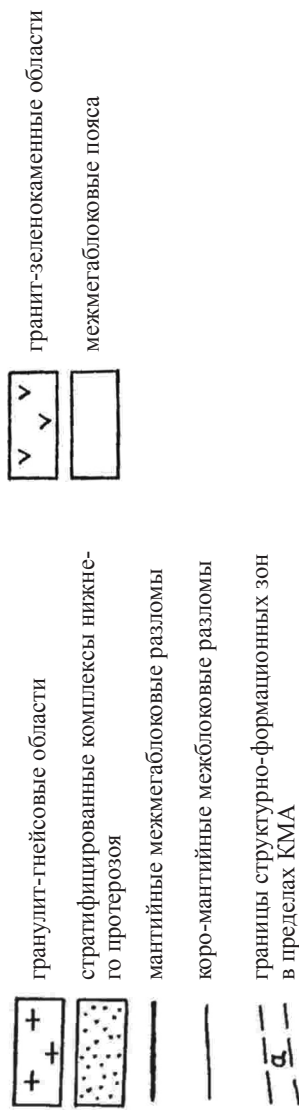


Рис. 1. Схема тектонической делимости раннекембрийского фундамента в пределах территории Центрально-Европейской серии Гостеолкарты 1000/3.



36	27	Стойленская свита, нижняя под-свита – $K_1st_1$	СФЗ КМА, Коробковский рудник, рессечка, метаконгломерат олигомиктово-кварцевый	Тугаринов А. И., Бибикова Е. В., Зыков С. И., ГЕОХИ АН СССР, 1961	U-Pb, изохр., настуран из цемента метаконгломерата	2600 ± 50	ГЕОХИ АН СССР, г. Москва
38	28	Игнатъевская свита – $AR_2: K_1ig$	СФЗ КМА, Игнатеевский участок, 580,0–620,0 м, метапесчанник полевошпатово-слюдисто-кварцевый с гравием и галькой пород из кварца	Жмакин В. М., ГПП «Юго-западгеология»	U-Pb, изохр., циркон, хорошо ограненные розовато-красные кристаллы	3040	ИГФМ АН Украины, г. Киев
42	34	Лебединская свита – $AR_2lb$	СФЗ КМА, Южно-Лебединский рудник, штрек 8-Ю, метариолит	Щеголев И. Н., Ильяш В. В, Кудрин В. Ю., ВГУ, 1990	ТИЭ, Pb/Pb, циркон	3040	ИГФМ АН Украины, г. Киев
	36	Лебединская свита – $AR_2lb$	СФЗ КМА, Старооскольский район., скв. 6095, интервал 330,0–330,5 м, метариолит	Богданов Ю. Б. ВСЕГЕИ, 1991	ТИЭ, Pb/Pb, циркон	2660 ± 30	ВСЕГЕИ МГ СССР, г. Ленинград
	37	Лебединская свита (?) – $AR_2lb$	СФЗ КМА, Михайловский район., Дичнянский участок, скв. 3731, интервал 312,5–316,0 м, проба 91-62, метадацит с вкраплениями микроклина	Жмакин В. М., ГПП «Юго-западгеология»; Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины, 1991	U-Pb, изохр., циркон	3128 ± 23	ИГФМ АН Украины, г. Киев
	38	Лебединская свита (?) – $AR_2lb$	СФЗ КМА, Ракитянский участок, скв. 2578, интервал 557,0–565,0 м, метадацит	Чернышов Н. М., ВГУ; Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины	U-Pb, изохр., (4 точки) циркон, 100–400 мкм, удл. 2–4	3110 ± 50	ИГФМ АН Украины, г. Киев
42	39	Лебединская свита (?) – $AR_2lb$	СФЗ КМА, Щигровский участок, скв. 4319, интервал 506,7–522,7 м, метадацит	Чернышов Н. М., ВГУ; Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины	U-Pb, изохр., (3 точки), циркон, 100–400 мкм, удл. 1,5–2,2	2900 ± 50	ИГФМ АН Украины, г. Киев

Номер подразделения по схеме корреляции	№ проб п/п	Геологическое деление и его индекс	Структурно-формационная зона (СФЗ), место отбора, номер пробы и порода	Источник (автор, организация, год полевых работ)	Методика анализа, характеристика материала	Возраст, млн лет	Лаборатория, в которой выполнены определения
46	44	Александровская свита $AR_{2al}$	СФЗ КМА, Александровский участок, скв. 6199, интервал 177,0–190,0 м, проба 92-92, метариолит с вкраплениями микроклина	Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины, 1992	ТИЭ, Рb/Рb, циркон, призматический, светло-коричневый	3275	ИГФМ АН Украины, г. Киев
	45	Александровская свита – $AR_{2al}$	Та же скважина, интервал 367,1–374,5 м, метариолит с вкраплениями микроклина	Богданов Ю. Б., ВСЕГЕИ 1991	ТИЭ, Рb/Рb, циркон, удл. 2,5–3,0	3230 ± 30 3250 ± 70	ВСЕГЕИ МГ СССР, г. Ленинград
	46	Александровская свита – $AR_{2al}$	СФЗ КМА, Александровский участок, скв. 6199, интервал 416,0–448,0 м, проба 1, метариодцит	Горяшин В. И., ГПП «Белгородгеология»; Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины, 1992	U-Рb, изохр., циркон, (4 фракции), 175–475 мкм, удл. 1,8–3,5	3264 ± 54	ИГФМ АН Украины, г. Киев

## АРХЕЙ

На основании структурного положения и данных изотопного возраста к архею относится комплекс высокометаморфизованных, часто мигматизированных и гранитизированных гнейсов, часть из них трудно уверенно отнести к нижнему или верхнему архею.

### НИЖНИЙ–ВЕРХНИЙ АРХЕЙ

Нижне-верхнеархейские образования представлены обоянским плутоно-метаморфическим комплексом, который в разных разрезах различается по структурно-тектоническому положению, внутреннему строению, составу и степени метаморфизма. Подстилающие его образования неизвестны [177].

Обоянский плутоно-метаморфический комплекс (ПМК) (*SMob*) слагает основную площадь мегаблока КМА, образуя крупные блоки, имеющие куполовидную форму, – Обоянский, Касторенский, Россошанский, а также значительную часть антиклинорных и синклинорных зон, обширные площади в Лосевской шовной зоне и на юге Хоперского мегаблока (Варваринский мезоблок).

Породы метаморфизованы в условиях амфиболитовой, а на отдельных участках – до гранулитовой фаций. Представлены преимущественно плагиогнейсами: биотитовыми, роговообманковыми, биотит-эпидот-роговообманковыми, амфибол-биотитовыми, гранат-биотитовыми, иногда с силлимонитом и кордиеритом, большей частью мигматизированными [83, 145].

Слабоизмененные гнейсы представляют собой серые и зеленовато-серые мелко- и среднезернистые породы с хорошо выраженной кристаллизационно-сланцевой текстурой и лепидогранобластовой структурой. Для них характерен следующий ряд: гнейсы – умеренно мигматизированные гнейсы (до 50 % метатекта) – сильно мигматизированные гнейсы (до 80 % метатекта) – плагиограниты салтыковского комплекса. Максимальное распространение (85 %) имеют мигматит-гнейсовые образования.

Среди них преобладают биотитовые разности: 76 % для гнейсов и 85 % для мигматитов. Другие петротипы этого ряда (биотит-роговообманковые, гранатсодержащие, гранат-пироксенсодержащие и другие гнейсы) имеют ограниченное распространение (15 %) с преобладающим развитием в Курско-Бесединском блоке. Из более редких петротипов комплекса следует отметить наличие амфиболитов, габбро-амфиболитов, которые трактуются как метабазиты коматиит-базальтовой формации [23, 117].

Для верхней части комплекса характерно развитие железисто-силикатных кристаллических сланцев, близких к эвлизитам, которые представляют собой гранат-феррогиперстеновые породы с суммарным количеством окислов железа 40–45 %. При гранитизации пород этого типа, сопровождающейся выделением большого количества магнетита, они переходят в кварц-амфибол-магнетитовые породы.

Данные изотопного возраста гнейсов обоянского комплекса (серии) показывают интервал  $3050-3109 \pm 97$  млн лет. Имеющиеся к настоящему времени материалы свидетельствуют о том, что обоянский комплекс гнейсов представлен останцами, развитыми среди гранитов и мигматитов. В нем кроме гнейсов, амфиболитов и кристаллических сланцев присутствуют реликты кальцифиоров, кварц-магнетитовых пород. Непосредственно соотношения обоянского комплекса с породами, залегающими выше – образованиями михайловского комплекса или серии – не установлены. Анализ изученности образований обоянского комплекса указывает на то, что часть пород обоянского комплекса это глубоко преобразованные части разрезов михайловского комплекса верхнего архея.

## ВЕРХНИЙ АРХЕЙ

Михайловский комплекс или надсерия ( $LP_{1-3}mh$ ) выполняет позднеархейские зеленокаменные пояса, развитые в пределах мегаблока КМА (Михайловско-Белгородский, Алексеевско-Воронецкий и др.), которые также представлены в Лосевской шовной зоне и на юге Эртиль-Калачского макроблока (Хоперский мегаблок). В качестве михайловской серии впервые выделена в 1959 г. Н. М. Доброхотовым, В. Д. Полищуком и Н. И. Голивкиным. По геофизическим данным, породы серии залегают на обоянском комплексе со структурным несогласием. Первоначальное стратиграфическое соотношение михайловской серии и обоянского ПМК нарушены. На площади КМА в михайловском комплексе выделяют две серии: нижнюю – александровскую и верхнюю – лебединскую. Кроме них, в Михайловско-Белгородской зоне присутствует нерасчлененный михайловский метаморфический комплекс, сложенный амфиболитами и амфиболитовыми гнейсами [164, 179]. Мощность комплекса оценивается в несколько тысяч метров, и наиболее полные его разрезы располагаются в Старооскольском рудном районе (в основании Тим-Ястребовской грабен-синклинали). Детальное изучение александровской и лебединской серий, выполненное И. Н. Щеголевым, Е. П. Крестинным, Н. Я. Кононовым и Б. В. Петровым показало, что в строении их разрезов имеется отчетливая зональность, по-разному проявленная в различных структурно-формационных зонах КМА. Основные черты такой зональности были рассмотрены в работе Ю. Б. Богданова и Б. В. Петрова [29], которая была использована в подготовке Объяснительной записки.

Александровская серия ( $LP_{1al}$ ) в нижней части сложена метавулканитами, относящимися к коматиитовой формации. Они залегают в виде согласных линзовидных тел, образованных пачками лавовых потоков мощностью 2–30 м. Представлены полевошпатовыми амфиболитами, актинолит-тремолитовыми ортоамфиболитами, серпентиновыми, тремолит-серпентиновыми, карбонат-гальк-серпентиновыми породами (рис. 3). Первичные петрографические и структурные черты эффузивов практически не сохранились. Породы коматиитовой формации характеризуются повышенным содержанием железа (11,5–15,5 %), хрома (0,03–0,15), магния, умеренной





недосыщенностью кремнеземом, низким содержанием титана, щелочей, особенно калия. Мощность вулканитов в Михайловско-Белгородском районе достигает 700 м.

Большая часть александровской серии представлена амфиболитами, в составе которых выделяются роговообманковые, актинолит-роговообманковые, полевошпатовые, реже амфиболовые и биотит-амфиболовые разновидности. Степень метаморфизма отвечает эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фациям. Породы разнородные, полосчатые и однородные, массивные и сланцеватые; по ним нередко развиты роговообманковые, биотит-хлоритовые, эпидот-хлорит-карбонатные сланцы, имеющие гранобластовую, гранонематобластовую структуры. Породы обычно интенсивно гранитизированы и мигматизированы. Мощность александровской серии составляет сотни–тысячи метров. Изотопный возраст по циркону –  $3250 \pm 70$  млн лет [129, 152].

Лебединская серия ( $LP_{2-3/b}$ ) сохранилась от размыва в наиболее погруженных участках зеленокаменных поясов, где она перекрывается раннепротерозойскими образованиями. Она залегает с резким структурным и стратиграфическим несогласием на породах раннего архея. Петрографический состав ее пород пестрый и в значительной степени контролируется составом подстилающих пород. Метаморфизм пород отвечает в основном эпидот-амфиболитовой, реже амфиболитовой фациям, снижаясь на отдельных участках до зеленосланцевой. Породы часто мигматизированы.

Нижняя часть серии представлена чередованием кварц-хлоритовых, кварц-серицитовых, кварц-хлорит-серицитовых двуслюдяных глиноземистых сланцев, часто содержащих гранат, ставролит, реже андалузит, корунд, рутил. В основании разрезов серии местами отмечаются включения угловатых и полуокатанных обломков кварца, плагиоклаза, амфиболитов и серпентинита. Наблюдаются прослои амфиболитов мощностью до 30 м. На отдельных участках Михайловско-Белгородского зеленокаменного пояса развиты кварц-биотит-хлоритовые и карбонатно-биотит-хлоритовые сланцы, переслаивающиеся с амфиболитами и кварцевыми, полевошпатово-кварцевыми метапесчаниками, содержащими полуокатанные зерна кварца и полевых шпатов и серицитовый или хлоритовый цемент. Мощность нижней части серии 40–50 м.

Верхняя часть лебединской серии представлена только в Старооскольском районе Алексеевско-Воронежского зеленокаменного пояса. Она сложена метавулканитами андезит-дацит-риолитовой формации, образующими пачки потоков суммарной мощностью 100–150 м. Преобладают кварцевые риолитовые метапорфириты, содержащие характерные округлые выделения голубоватого кварца, вкрапленники микроклина, редко – кислого плагиоклаза, сцементированные тонкозернистым агрегатом кварца, калиевого полевого шпата, биотита и серицита. Структура пород бластопорфировая с лепидогранобластовой структурой основной массы. Отмечаются прослои метариодацитов, метадацитов, ортосланцев основного, реже среднего состава. Породы часто мигматизированы. Возраст кварцевых порфиров, определенный уран-свинцовым методом, составляет  $3110 \pm 50$  млн лет [129].

Более детальный обзор особенностей строения александровской и лебединской серий приводится для Белгородского и Тим-Ястребовского типов архея по данным Ю. Б. Богданова с соавторами [83].



В Белгородском типе разреза верхнего архея образования слагают синклинальную структуру, несогласно перекрытую породами курской серии. В ее крыльях вскрываются породы александровской свиты, в ядре – лебединской.

Анализ данных по буровым профилям свидетельствует о том, что протерозойские толщи структурно несогласно перекрывают породы архея. Контакт между ними проходит по подошве стойленской свиты, сложенной существенно кварцевыми метапесчаниками.

Последовательность разреза архея в этом разрезе следующая:

Он открывается александровской свитой, которая разделяется на три толщи, резко различные по составу – нижнюю терригенно-базальтовую, среднюю – коматиитовую и верхнюю – туфогенную.

В нижней терригенно-базальтовой толще доминируют ортоамфиболиты. Скважинами вскрыты непосредственные контакты амфиболитов с гранитоидами [83], где амфиболиты представлены порфиробластическими разностями, в которых роговая обманка образует крупные кристаллы. Вблизи контакта порода пронизана жилами катаклазированных крупнозернистых; темноцветных плагиогранитов, которые содержат биотит (рис. 2). В плагиогранитах встречаются ксенолиты биотитизированных амфиболитов с четкими контактами. На контакте гранитов и амфиболитов располагается жила биотитовых гранитов, отделяющая амфиболиты от биотитовых плагиоклазовых гранито-гнейсов. По составу амфиболиты отвечают толеитовым метабазальтам. Кроме них в разрезе толщи выделяется несколько горизонтов биотит-плагиоклазовых микрогнейсов, которые по петрохимическому составу могут отвечать метапесчаникам или кислым метавулканитам. В верхней части разреза выделяется достаточно мощный (до 50 м) прослой кварц-хлорит-биотитовых сланцев с карбонатом и эпидотом, возможно, возникших по туфогенным осадкам. Кроме того, в разрезе присутствуют вулканогенные породы, амфиболиты, сохранившие свою первичную реликтовую порфиристую структуру, в которой вкрапленники сложены плагиоклазом (до 30–40 %), темноцветные минералы представлены амфиболом. По составу они отвечают андезитобазальтам. Среди метавулканитов выделяется маломощный прослой кварц-амфибол-хлорит-биотитового сланца, возможно, развитого по туфоалевролитам. Истинная мощность толщи неизвестна, однако видимая мощность по скважинам 4009–4011 составляет не менее 800 м [83].

Выше по разрезу александровской свиты следует средняя коматиитовая толща, которая сложена метадуниитами, клиноцоизит-актинолит-хлоритовыми сланцами (апокоматиитами). Вверх по разрезу они сменяются измененными толеитовыми метавулканитами с реликтами порфиристой структуры (видимая мощность около 25 м). Залегающие среди них базальтовые метакоматииты (хлорит-тремолитовые сланцы) образуют два тела мощностью 20 и 18 м, разделенные горизонтом метатолеитовых базальтов мощностью до 5 м.

Общая мощность этой толщи, вероятно, достигает 400 м.

Верхняя туфогенная толща завершает разрез александровской серии. Она сложена туфогенными метапесчаниками и сланцами с хлоритовым и хлорит-серицитовым цементом. Мощность толщи 50–70 м.

Лебединская свита. Скважинами вскрыты непосредственные контакты ее с породами александровской свиты. В приконтактной части разреза

лебединской свиты располагаются метапесчаники с хлорит-серицитовым цементом, крупно- и грубозернистые, часто с гравийными зернами кварца, иногда с обломками полевых шпатов. На контакте метапесчаники березитизированы. В этой части разреза свиты выделяется горизонт плагиопорфиритов. Мощность пачки грубозернистых песчаников достигает 35 м. Вверх по разрезу эти пачки постепенно сменяются менее грубозернистыми разностями, содержащими прослой металевролитов, слюда в которых тоже представлена серицитом, часто с хлоритом. Количество слюдистого материала возрастает вверх по разрезу, и в верхней части горизонта порода представлена сланцами с прослоями мелкозернистых полевошпатовых метапесчаников. Эти породы завершают разрез нижнего ритма, начинающегося с пачки грубозернистых осадков. Мощность нижнего ритма около 90 м. Следующий ритм начинается с горизонта мелкозернистых песчаных метаосадков с единичными мало-мощными прослоями сланцев. В верхней части ритма наблюдается частое тонкое переслаивание слюдяных сланцев и мелкозернистых полевошпатовых метапесчаников. Мощность верхнего ритма около 60 м. Верхний ритм сложен в низах разреза среднезернистыми полевошпатовыми метапесчаниками, содержащими маломощные прослоя парасланцев, слюда в которых представлена серицитом. Для метапесчаников характерна косая слоистость и знаки размыва. Верхняя часть ритма сложена параллельнослоистыми метаосадками, в которых наблюдается тонкое чередование слоев среднезернистых, мелкозернистых метапесчаников и сланцев; слоистость напоминает мелкую ритмичность. Общая мощность терригенной пачки не менее 274 м. В метаосадках, как правило, присутствует обломочный полевой шпат [83].

Тим-Ястребовский тип разреза изучен в пределах Лебединской синклинали Тим-Ястребовской структурной зоны. Структура хорошо картируется благодаря присутствию в разрезе горизонтов мандельштейнов и контакту вулканогенной и метаосадочной толщ, вскрытых рядом скважин.

В сводном разрезе верхнего архея Лебединской синклинали александровская серия разделяется на три толщи, отличающиеся составом пород и происхождением.

Нижняя базальтовая толща видимой мощностью не менее 450 м сложена меланократовыми амфиболитами толеитового состава, среди которых присутствует хорошо сохранившийся покров, сложенный в основании мелкозернистыми амфиболитами, в кровле – миндалекаменными металавами. Выше следует переслаивание лавовых потоков такого же состава и строения мощностью 10–25 м.

Верхний горизонт мандельштейнов перекрывается пачкой монотонных амфиболитов (100 м), по составу отвечающих андезитобазальтам и толеитовым базальтам. Выше залегает единичный горизонт (1,5 м) тремолитовых пород (апокоматиитов). В скв. 7563 выше метамандельштейнов присутствует толща амфиболитов, содержащих пять горизонтов тремолит-хлоритовых с амфиболом пород. Эти породы трактуются как реликты коматиитовых потоков мощностью от 2 до 17 м [83]. В некоторых из них наблюдается (снизу вверх) смена пород от крупнозернистых амфиболитов до мелкозернистых амфиболовых сланцев. Выше этой пачки залегает горизонт амфиболитов мощностью до 30 м, в кровле которых видны миндалекаменные текстуры.

Серия представлена осадочно-вулканогенными породами на Авильском участке. Здесь наблюдается налегание на верхний горизонт метамандельштейнов горизонта биотитовых, иногда биотит-амфиболовых гнейсов, как правило, графитизированных (35–38 м). Выше гнейсов, которые залегают в основании толщи, залегают горизонт мелкозернистых амфиболитов (мощностью до 60 м), в которых по трещинам проявлена графитизация.

Иногда они сменяются пачкой кварц-биотитовых сланцев с наложенным амфиболом мощностью 25 м, которая перекрывается горизонтом амфиболитов (30 м), перекрытых кварцитовидной породой с магнетитом, безрудными кварцитами, гранат-биотитовыми гнейсами с мусковитом, переслаивающимися друг с другом. Завершается разрез биотитовыми гнейсами с крупными единичными зернами кварца. Общая мощность толщи по этому разрезу – 95 м.

В ее нижней части располагается пачка переслаивания слюдяных сланцев, иногда с гранатом (метатуфоалевролиты) с кварцитовидными породами (метапесчаниками) и магнетитсодержащими сланцами и кварцитами. Мощность всей пачки переслаивания – около 100 м. На ней залегают амфиболиты (40 м), а затем следует горизонт сланцев и метапесчаников (30 м). Общая мощность толщи не менее 190–200 м.

В целом вся толща характеризуется производными туфоогенно-осадочных пород: хлоритсодержащими метапесчаниками и сланцами.

Коматиитовая толща наиболее полно представлена в Тим-Ястребовской структуре. Под метаосадками раннего протерозоя располагается пачка метапикритов, мощность которой колеблется в пределах 30–100 м. Большая часть разреза коматиитовой толщи сложена метабазами и метаандезитобазами, содержащими 7-метровый покров метапикритов и метапикритобазальтов. В скв. 6199 вскрыт наиболее полный ее разрез. В нем на осадочно-вулканогенной (средней) толще залегают метавулканиды, в которых прослеживается чередование амфиболитов, развитых по толеитам и тремолитсодержащих сланцев, сформировавшихся по коматиитам. В ряде случаев между ними наблюдаются постепенные переходы, что позволяет относить их к дифференцированным потокам, которые разделяются горизонтами лавобрекчий. В верхней части разреза покровы разделены маломощными слоями кварцитов. Общая мощность толщи достигает 180–200 м.

Лебединская свита. Ее опорный разрез располагается в Лебединской синклинали. В скважинах наблюдается налегание (с резким контактом) мелкозернистых (до сливных) кварц-плагиоклазовых метапорфиритов на вулканиды коматиитовой толщи. В сводном разрезе свиты выделяются две толщи: нижняя – плагиопорфировая и верхняя – осадочно-вулканогенная.

Разрез нижней плагиопорфировой толщи сложен чередованием мелкозернистых кварцитовидных разновидностей пород с крупнопорфировыми. В порфировых разновидностях, кроме порфировых выделений голубоватого кварца, наблюдаются порфировые вкрапленники полевого шпата величиной до 1–2 см. Всего выделяется 4–5 потоков суммарной мощностью до 200 м. Потоки также разделяются лавобрекчиями кислого–среднего состава.

Верхняя, осадочно-вулканогенная толща сложена грубозернистыми метапесчаниками (скв. 6095), содержащими иногда крупные гравийные зерна голубоватого кварца, изредка с обломками порфировых вкрапленников

микроклина. Основная масса песчаников с реликтами псаммитовых структур состоит из кварца, полевого шпата, биотита, мусковита. Хорошо заметна грубая слоистость, вызванная чередованием мелко- и среднезернистых разностей, иногда – появлением биотитовых, двуслюдяных сланцев, изредка с гранатом или кианитом. Роль сланцев возрастает в верхней части разреза. В верхах разреза толщи присутствуют два покрова кварцевых метапорфиритов, где порфиновые выделения представлены только вкрапленниками голубоватого кварца. Максимальная мощность толщи достигает 250 м (рис. 4). Изотопный возраст кварцевых порфиров, определенный термостатным методом, близок к  $2660 \pm 60$  млн лет [83].

Из описания разрезов верхнего архея двух разных структурно-формационных зон следует, что в целом они коррелируются между собой по главным стратонам – александровской и лебединской сериям (см. табл. 2), однако в строении и составе их имеются заметные различия. Так, в александровской свите амфиболитовая (метабазальтовая) толща всегда располагается в нижней части разрезов и представлена метавулканитами основного состава. Верхняя часть разреза толщи распространена только в Алексеевско-Воронецкой структурной зоне, где среди метавулканитов основного состава различаются покровы метакоматиитов. Осадочно-вулканогенная толща этой свиты развита только в Алексеевско-Воронецкой зоне, где она представлена метатуфогенными осадочными образованиями. Важными особенностями толщи являются присутствие в метаосадках параллельной слоистости и горизонтов магнетитовых кварцитов и сланцев. Соответственно, в этом разрезе вскрыт непосредственный контакт с нижней метабазальтовой толщей, в котором отсутствуют признаки размыва. Коматиитовая толща александровской свиты присутствует в разрезах двух структурных зон и сложена переслаиванием покровов метатоллеитов и метакоматиитов. Однако в Белгородско-Михайловской зоне коматиитовый магматизм проявлен более интенсивно, что выражается прежде всего в мощности покровов коматиитовых лав и количестве.

Плагипорфирная толща лебединской свиты является частью разреза Алексеевско-Воронецкой зоны, поскольку в Белгородско-Михайловской зоне ее формирование, по-видимому, не имело места. Контакт с образованиями подстилающей александровской свиты довольно четкий (табл. 4).

Следующая выше по разрезу свиты осадочно-вулканогенная толща имеет в разных структурных зонах существенные различия. В Алексеевско-Воронецком типе разреза грубослоистые метатерригенные отложения ассоциируют с метавулканитами кислого состава – кварцевыми порфирами, завершающими разрез толщи. В Михайловско-Белгородской зоне метавулканиты отсутствуют, а развиты лишь ритмичнослоистые, косослоистые метаграувакки.

Из краткого анализа сводного разреза верхнего архея двух структурных зон следует, что различия в особенностях латеральной зональности начинают проявляться на лебединском возрастном уровне и наиболее полно выражены в Алексеевско-Воронецкой зоне.



Мощность, м	Скв. 6072	ПОРОДА
42		Кварцевые порфиры
12.5		Диориты
13.3		Ритмичное чередование метаалевролитов и песчаников
10.4		Переслаивание алевропесчаников, высокоглиноземистых сланцев
16.8		Кварцевый порфир
5 5		Переслаивание метапесчаников и метаалевролитов
21		
10		
23		Полевцошпатовые метапесчаники и кварциты
23		Кварциты и грубозернистые метапесчаники
4 9.9		Переслаивание метаалевролитов
4.5		
5.2		
16.5		Кварцевый порфир
43.9		Кварцевый порфир

Рис. 4. Разрез верхней осадочно-вулканогенной толщи лебединской свиты в Тим-Ястребовской зеленокаменной структуре по скв. 6072 (по Богданову Ю. Б. [29]).

**Особенности строения сводных разрезов верхнего архея различных структурных зон СФР КМА (по Ю. Б. Богданову и др. [83]).**

Свиты	Михайловско-Белгородская зона	Алексеевско-Воронецкая зона
Лебединская	Осадочная толща – 280 м	Осадочно-вулканогенная толща – 220 м
		Плагиопорфировая толща – 180 м
Александровская	Туфогенная толща – 70 м Коматиитовая толща – 400 м	Коматиитовая толща – 180 м
	Не вскрыты	Осадочно-вулканогенная толща – 200 м
	Базальтовая толща – 800 м	Базальтовая толща – 450 м

Кроме стратифицированных образований александровской и лебединской серий в разрезах раннего докембрия ВКМ можно выделить нерасчлененный метаморфический комплекс пород, возраст которого пока еще не определен и который может отвечать рассмотренному выше нерасчлененному михайловскому метаморфическому комплексу. К этому подразделению отнесены нерасчлененные отложения архея–нижнего протерозоя: гнейсы, сланцы, кварциты, граниты, сиениты, диабазы, метаморфизованные в амфиболитовой фации. Они развиты на юге территории в пределах южного склона Воронежской антиклизы и юго-западной прибортовой части Прикаспийской впадины.

### ВЕРХНИЙ АРХЕЙ–НИЖНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ

Переходная зона между комплексами верхнего архея и нижнего протерозоя представлена терригенно-вулканогенными образованиями, в которых доминируют метавулканы среднего–кислого состава, подстилаемые грубо-обломочными отложениями. В северном окончании Алексеевско-Воронецкой зоны к ним относится игнатеевская свита, а в пределах Лосевской шовной зоны – лосевская серия.

И г н а т е е в с к а я с в и т а ( $AR_2-PR_{1ig}$ ) установлена на некоторых участках в основании Тим-Ястребовской грабен-синклинали. Она с размывом залегает на гнейсах и амфиболитах предположительно михайловской серии и перекрывается образованиями курской серии нижнего протерозоя. Сложена свита крупногалечными и валунными олигомиктовыми метаконгломератами, преимущественно кварцевыми и полимиктовыми состава, содержащими прослой полимиктовых метапесчаников, кварцитов, доломитов и мраморизованных известняков. Обломочный материал полимиктовых конгломератов представлен породами михайловской серии, реже обоянского ПМК. Заполняющим веществом является разномерный гравелитистый метапесчаник со слюдисто-хлорито-кварцевым цементом. Мощность свиты – до 800 м. Возраст, по данным уран-свинцового метода по циркону из гравелитистого метапесчаника, 3040 млн лет.



Лосевская серия (LP<sub>3</sub>–KR<sub>1/s</sub>) широко распространена в Лосевской шовной зоне. Включает вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования, относящиеся к базальт-андезит-дацитовый формации. Петрографический состав серии разнообразен и не выдержан по площади. Серия сложена чередующимися метадиабазами, метаандезитами, метадацитами, метариодацитами, метариолитами. Фрагментарно встречаются кварцевые кератофиры. Сводный разрез серии отчетливо разделяется на две части. В нижней, вулканогенной части серии (1500 м), которая относится к верхнему лопию, метавулканиды переслаиваются с амфиболитами и ортосланцами основного, реже среднего и кислого составов. В верхней, вулканогенно-осадочной толще (до 2000 м) наблюдаются прослои метатуфов, метатуффитов, метатуфопесчаников, иногда метаалевролитов, метапесчаников и сланцев кварц-биотитовых, кварц-двуслюдяных, альбит-хлоритовых с актинолитом. Метадиабазы, метаандезиты и метадациты обладают гранобластовыми и порфиробластовыми структурами, андезитовые и дацитовые порфириды – бластопорфировой структурой с фельзитовым строением основной массы. В изотопном центре ФГУП «ВСЕГЕИ» был определен возраст дацитовых туфов лосевской свиты (скв. 4002, глубина 890–892 м) U-Pb методом по цирконам на SHRIMP. Был получен возраст по двум дискордиям для двух типов цирконов. По первой дискордии (хорошо ограненный мелкий прозрачный циркон) возрастной рубеж составляет  $2702 \pm 25$  млн лет, по второй (крупные плохо выраженные мутные кристаллы) –  $2849 \pm 23$  млн лет. Оба этих значения позволяют отнести кислые туфы к верхнему лопию. Однако если в первом случае цирконы отражают истинное значение возраста кислых вулканидов, завершающих разрез лопия, то во втором – скорее всего мы имеем дело с ксеногенным цирконом, захваченным из пород михайловской серии.

В периферийных частях Лосевской структурной зоны породы лосевской серии значительно мигматизированы, особенно на контактах с прорывающими их раннепротерозойскими плагиогранитами усманского комплекса [23, 117].

## ПРОТЕРОЗОЙ

На рассматриваемой территории известны только нижнепротерозойские образования. Присутствие пород верхнего протерозоя весьма проблематично.

### Нижний протерозой (карелий)

Нижний протерозой (карелий) разделяется на две эратемы: нижний и верхний карелий. В региональной схеме нижний карелий делится на курский и роговский горизонты; верхний карелий представлен тимским надгоризонтом. Описание разреза карелия КМА приводится по работе А. М. Ахмедова [3].

В сводном разрезе нижнепротерозойских образований Белгородско-Михайловской и Алексеевско-Воронежской СФЗ выделяется мощная курская серия, отвечающая курскому надгоризонту. В Эртиль-Калачском макроблоке ей отвечает воронцовский метаморфический комплекс (серия), а также располагающаяся выше воронежская свита и панинская толща [131, 163, 176, 199].

Курская серия (KRks). Отложения серии выполняют Белгородскую, Тим-Ястребовскую, Волотовскую грабенсинклинали и большое количество изолированных синклинальных структур, располагающихся в пределах Курского антиклинория. Отложения представлены метаморфизованными терригенно-осадочными породами, залегающими на различных образованиях архея с резким угловым несогласием и стратиграфическим перерывом, отмеченным развитием коры выветривания, а местами – с размывом на породах игнатеевской свиты. Полнота разреза серии меняется в различных блоках в зависимости от глубины эрозии. Наиболее мощные разрезы (до 2000 м и более) развиты в осевых частях грабенсинклиналей (синклинорных зон) КМА, где породы метаморфизованы преимущественно в фации зеленых сланцев. На поднятиях и на бортах синклинорных структур мощность разрезов сокращается до десятков–первых сотен метров; а породы здесь характеризуются более глубоким метаморфизмом. В составе серии выделяются стойленская и коробковская свиты, каждая из которых в свою очередь разделяется на несколько подсвит.

*Стойленская свита* сложена преимущественно псаммито-сланцевыми породами. Их метаморфизм обычно отвечает зеленосланцевой фации, но вблизи интрузий он повышается до эпидот-амфиболитовой. Выделяются нижняя, преимущественно псаммитовая, и верхняя – сланцевая подсвиты [164, 179].

Нижняя подсвита (до 800 м) сложена метапесчаниками, терригенными кварцитами, кварцевыми метагравелитами и метакогломератами, реже метаалевролитами. В ее верхней части встречаются маломощные прослои высокоглиноземистых кварц-серицитовых и кварц-биотитовых сланцев. Метапесчаники имеют преимущественно кварцевый состав до мономиктового кварцевого, изредка встречаются аркозовые разности. Метапесчаники нередко перекристаллизованы до сливных кварцитов. Цемент песчаников и алевролитов серицито-кварцевый с небольшим количеством биотита, хлорита, сульфидов (пирит, пирротин, реже – халькопирит), ставролита, граната. Пласты и линзы гравелитов и конгломератов приурочены к нижней части толщи и развиты преимущественно в синклинальных зонах. Обломочный материал состоит из кварца с примесью гнейсов и гранитов. Заполняющее вещество представлено разнозернистым кварцито-песчаником. На антиклинальных поднятиях нижняя подсвита обычно представлена кварцито-песчаниками.

Верхняя подсвита (до 600 м) залегает согласно на нижней. Сложена кварц-биотитовыми, кварц-двусюдяными, кварц-хлоритовыми, кварц-серицитовыми сланцами, часто углеродистыми, иногда с гранатом и ставролитом. В нижних частях разреза нередко присутствуют прослои метаалевролитов и метапесчаников, а в верхах разреза – прослои кварцитов. На антиклинальных поднятиях развиты биотитовые, биотит-амфиболовые, реже пироксеновые гнейсы, иногда с графитом, образовавшиеся под влиянием более значительного метаморфизма по сланцам верхней подсвиты. В углеродистых сланцах Висловского участка Белгородской грабен-синклинали установлен комплекс нижнепротерозойских микрофоссилий.

Для разреза стойленской свиты характерно уменьшение мощности (до выклинивания) к периферическим частям синклинальных структур. Мощность свиты колеблется в широких пределах от 10–20 до 800–900 м. В некоторых

случаях свита полностью выпадает из разреза раннего протерозоя. Изотопный возраст пород, определенный по обломочным цирконам уран-свинцовым методом, дает возраст  $2600 \pm 50$  млн лет; а свинец – свинцовым методом – 2880 млн лет [129].

*Коробковская свита* залегает на стойленской согласно, однако местами в ее подошвенной части отмечаются прослои (от первых до 60 м) метапесчаников и конгломератов, указывающие на локальные размывы. В тех участках, где образования стойленской свиты отсутствуют, коробковская свита залегает непосредственно на породах архея. Свита представлена железистыми или безрудными кварцитами и сланцами. Железистые кварциты слагают 40–90 % мощности свиты и имеют вулканогенно-осадочный или вулканогенный генезис. В синклиновых зонах метаморфизм пород коробковской свиты отвечает зеленосланцевой фации, но в приконтактовых частях интрузий и в пределах антиклинорных блоков он может повышаться до эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций.

На основе закономерного распределения железистых кварцитов в разрезе свиты выделены четыре подсвиты: нижняя железорудная, нижняя сланцевая, верхняя железорудная и верхняя сланцевая. Верхние подсвиты нередко уничтожены более поздними эрозиями, но наиболее полные разрезы установлены в осевых частях синклиновых зон. Железорудные подсвиты сложены железистыми кварцитами с подчиненными прослоями (до 10–12 м) малорудных и безрудных кварцитов и кварц-биотитовых, двуслюдяных, часто углеродистых сланцев. Железистые кварциты – мелко- и среднезернистые породы, состоящие из кварца (30–50 %), магнетита, гематита (10–60 %), подчиненного количества силикатов (куммингтонит, актинолит, тремолит, роговая обманка). Присутствуют карбонаты – анкерит, сидерит, кальцит. По количеству и соотношению основных минералов выделяются магнетитовые, гематит-магнетитовые, гематитовые, магнетит-гематитовые, силикатно-магнетитовые, карбонатно-магнетитовые, железослюдково-магнетитовые, магнетит-куммингтонитовые кварциты. Для железистых кварцитов характерна слоистость, обусловленная послойным распределением рудных минералов, силикатов и кварца. Мощность каждой из железорудных подсвит достигает 500 м.

Сланцы нижней сланцевой подсвиты (до 240 м) представлены филлитовидными, кварц-слюдистыми, нередко углеродистыми разностями, изредка с гранатом, ставролитом, андалузитом, с тонкими прослоями безрудных кварцитов, местами в основании с прослоями ортосланцев, кварцитовидных метаконгломератов. Верхняя сланцевая подсвита (до 300 м) сложена кварц-биотитовыми, кварц-амфиболовыми, кварц-хлоритовыми, кварц-хлорит-амфиболовыми, часто углеродистыми, иногда карбонатными сланцами, местами со ставролитом, с редкими прослоями метаалевролитов и безрудных кварцитов.

Разрез нижнего карелия завершается отложениями яковлевской свиты и ее возрастного аналога – роговской свиты. Они залегают с угловым несогласием и стратиграфическим перерывом, отмеченным местами наличием коры выветривания, на различных горизонтах коробковской свиты курской серии.

*Яковлевская свита* ( $KR_{1a}$ ) в основном развита в Белгородской структуре, а роговская – в Тим-Ястребовской и Волоатовской структурах.

Яковлевская свита имеет изменчивый состав и строение [179]. Она ложится с угловым и стратиграфическим несогласием на породы курской серии и разделяется по опорным скважинам на две самостоятельные толщи или подсвиты.

Нижняя подсвита (до 700 м) состоит из трех крупных пачек (снизу): 1 – полимиктовых конгломератов, гравелитов и песчаников; 2 – хемогенных кремнисто-железистых кварцитов; 3 – красноцветных доломитов, доломитовых брекчий и мергелистых сланцев.

Пачка конгломератов и кварцито-песчаников (150 м) представлена обломками железистых кварцитов, кварцевых гравелитов, кварцитов и амфиболовых сланцев. Конгломераты отличаются горизонтальной, часто грубой, слабологой косою слоистостью и образуют крупные линзы (до 50 м), залегающие в толще полимиктовых и субаркозовых кварцито-песчаников с гематитовым цементом. Пачка хемогенных кремнисто-гематитовых кварцитов и алевролитов (до 350 м) имеет ритмичнослоистое строение. Двучленные ритмы мощностью 5–20 см в нижней части выполнены железистыми кварцитами, а в верхней – безрудными силицитами. Железистые кварциты представлены магнетитовыми и гематит-магнетитовыми разностями и вместе с силицитами образуют крупные (до 150 м) линзовидные горизонты. Тонкая ритмичная слоистость в кремнисто-железистых кварцитах смята в крупные оползневые складки и деформации, имеющие в основном северные, северо-восточные румбы падения. В отдельных железисто-кремнистых ритмах присутствуют кремнистые конкреции или стяжения величиной до 15 мм. Важной чертой хемогенных железистых кварцитов и силицитов яковлевской свиты является присутствие реликтов микрооолитовых структур, в которых пылеватый гематитовый материал образует ядра, окруженные зональным хемогенным кварцем. Такого типа микрооолитовые структуры широко распространены в гематитсодержащих яшмовидных силицитах туломозрского корреляционного горизонта Балтийского щита. Пачка красноцветных доломитов и сланцев (до 250 м) начинается горизонтом красноцветных пелитов с высоким содержанием глинозема и калия, что позволяет отнести их к продуктам перемытой коры выветривания. Все пелиты этой пачки, как и пелитовые сланцы стойленской свиты, отличаются высокими значениями калиево-натриевого отношения, близкими к содержанию этих элементов в пелитовых породах ятулия Карелии. Выше по разрезу пачки следует горизонт седиментогенных карбонатных конглобрекчий, брекчий, гравелитов и песчаников, в которых обломки красноцветных доломитов, мергелистых сланцев и яшмовидных силицитов цементируются карбонатно-пелитовым материалом. Их мощность довольно значительна (до 100 м), однако в них содержатся горизонты (до 10 м) слюдисто-карбонатных сланцев, коричневых и красных доломитов, содержащих реликты оолитовых структур. Выше по разрезу следует переслаивание красноцветных доломитов, мергелистых сланцев и коричневых доломитов, содержащих линзовидные прослои яшмовидных силицитов, гематитовых силицитов и гравийных обломочных доломитов. Общим для всех этих пород является повышенное содержание железа и марганца, которые в основном встречаются в доломитах, сохранивших реликты оолитовой структуры. В этой же части разреза присутствуют

горизонты карбонатно-сланцевых сланцев, которые выделяются повышенным содержанием рубидия и лития.

На пачке красноцветных карбонатных пород согласно залегает мощная (до 800 м) верхняя подсвита, которая делится на две пачки (снизу): 1 – черных углеродистых сланцев, 2 – железистых кварцитов. Пачка черных сланцев начинается горизонтом (до 20 м) углеродистых кварцито-песчаников, содержащих линзы (до 0,5 м) углеродистых кварцитов гравелитов. Выше следует толща (до 300 м) однородных слабослоистых и неяснослоистых углеродистых алевропелитовых сланцев. Главными их особенностями являются: 1 – кварц-серицитовый состав терригенного материала, 2 – повышенное содержание углеродистого вещества (до 5,3 %), 3 – наличие разнообразных и многочисленных сульфидных конкреций. Они изучены нами впервые, и представляют собой желвакообразные эллипсоидальные выделения пирита и пирротина величиной 3–18 см. Закономерность в распределении конкреций отсутствует, однако наиболее крупные пирит-пирротиновые конкреции величиной до 18 см, располагаются ближе к верхней части разреза пачки углеродистых сланцев. Все сульфидные конкреции обогащены медью, кобальтом и тяжелым изотопом серы. В верхней части разреза углеродистых сланцев присутствуют горизонты (до 5 м) углеродсодержащих комковатых известняков, известковистых доломитов, в которых гравийные обломки пестроцветных доломитов погружены в углеродистый известняк, содержащий также примесь туфогенного материала. Пачка железистых кварцитов и черных углеродистых сланцев, завершающих разрез яковлевской свиты, представляет собой ритмичное переслаивание горизонтов магнетитовых кварцитов с горизонтами углеродистых кремнистых сланцев типа чёртов, а также углеродистых кремнисто-карбонатных сланцев и углеродистых доломитов.

Стратиграфический аналог яковлевской свиты в Тим-Ястребовском типе разреза – роговская свита.

Роговская свита (KR<sub>1rg</sub>) состоит из двух подсвит. Нижняя, мощностью до 1150 м, делится на две толщи. Нижняя толща (650 м) залегает с конглобрекчиями и конгломератами в основании на породах коробковской свиты, но иногда этот контакт выражен только тектонически. Она состоит из нескольких пачек красноцветных доломитов, мергелистых сланцев, содержащих горизонты тальк-карбонатных, углеродисто-карбонатных и карбонатно-сланцевых сланцев. Так же, как в нижнеяковлевской подсвите, красноцветные доломиты образуют пачки мощностью до 150 м, обогащенные слюдой, тальком, и содержат горизонты гравийно-галечных доломитовых брекчий, прослои яшмовидных силицитов и доломитов с оолитовой и микрооолитовой структурой. Среди массивных красных и бурых доломитов развиты прослои с повышенным содержанием железа и марганца. Слюдистые и тальк-сланцевые доломиты выделяются повышенным содержанием редких щелочей. В верхней части толщи преобладают ритмичнослоистые карбонатно-сланцевые, кварц-плагиоклаз-сланцевые сланцы, в которых сохранились реликты порфиroidных выделений плагиоклаза и кварца. Верхняя толща (550 м) не имеет четкой нижней границы, но она выделяется по преобладающему составу слагающих ее образований: темно-серых, черных кварц-плагиоклаз-биотитовых, тальк-карбонатных, плагиоклаз-сланцевых сланцев и углеродсодержащих



доломитов. В этой толще развиты темно-серые и черные углеродсодержащие доломиты, часто с комковатой или слоистой структурой. Они образуют пачки мощностью до 120 м, переслаивающиеся с углеродсодержащими кварц-серицитовыми и плагиоклаз-слюдисто-карбонатными сланцами, значительная часть которых является туфогенными образованиями.

Верхняя подсвита, мощностью до 750 м, сложена покровами лав и туфов среднего и кислого составов, которые разделяются горизонтами углеродсодержащих сланцев. Андезито-дациты, андезиты, липорито-дациты и их туфы образуют покровы мощностью 5–20 м. В нижней части подсвиты они разделяются горизонтами серых и черных доломитов, количество и мощность которых вверх по разрезу постепенно снижается. Туфы и лавы верхнероговской подсвиты обогащены железом и выделяются повышенным содержанием титана.

В Тим-Ястребовском типе разреза верхний карелий представляет тимский надгоризонт, которому отвечает тимская свита и ее стратиграфический аналог – белгородская свита, развитые в разных структурно-фациальных зонах. Свиты со следами размыва залегают на породах нижнего карелия [56, 57, 97].

Белгородская свита ( $KR_2bl$ ) распространена только в Белгородском типе разреза в южной части Белгородской грабенсинклинали, где залегают в мульдообразных прогибах. Она залегают согласно на образованиях яковлевской свиты. Она разделяется на две подсвиты. Нижняя, мощностью до 700 м, сложена турбидитными (ритмичнослоистыми) кварцито-песчаниками и карбонатно-слюдистыми сланцами. В ее нижней части располагается пачка ритмичнослоистых слабоуглеродистых кварцито-песчаников с линзами кварцевых гравилитов (до 150 м). Выше следует пачка (200 м) слабоуглеродистых кварц-слюдистых, карбонатно-слюдистых сланцев с турбидитными текстурами, карбонатными, фосфат-карбонатными и пиритовыми конкрециями. Они содержат редкие, сравнительно маломощные горизонты магнетитовых углеродсодержащих кварцитов и гематит-магнетитовых алевролитов. Разрез подсвиты завершается пачкой ритмичнослоистых карбонатных, слюдисто-карбонатных сланцев (до 200 м).

Верхняя подсвита, по данным геологов Белгородской ГРЭ, разделяется на четыре пачки, образующие два макроритма, в которых нижняя часть представлена пачкой магнетитовых кварцитов (до 150 м), а верхняя сланцевая – углеродистыми, сульфидно-углеродистыми сланцами (до 300 м). Такое цикличное строение белгородской свиты требует дополнительного, более внимательного ее изучения, т. к. нельзя исключить сдвигания разреза. В пользу этого говорит сходство строения, состава и мощности двух пачек железистых кварцитов и углеродистых сланцев.

Пачки железистых кварцитов представлены малорудными светлоокрашенными ритмичнослоистыми разностями олигомиктовых и мономиктовых кварцитов, включающих маломощные (до 10 м) горизонты магнетитовых кварцитов. Сланцевые пачки состоят из ритмичнослоистых углеродисто-слюдистых, карбонатно-слюдистых и кварц-серицитовых сланцев, в которых содержание углеродистого вещества ниже (до 0,57  $C_{эл.}$ ), чем в углеродистых сланцах нижней подсвиты. Они содержат многочисленные мелкие (до 0,5 см) пиритовые

конкреции, обогащенные легким изотопом серы. В Тим-Ястребовском типе разреза аналог белгородской свиты – тимская свита – отличается чертами, характерными для перикратонных структур с рифтогенным режимом развития, поскольку здесь широко развиты вулканогенные образования.

Тимская свита ( $KR_{2tm}$ ) разделяется на две подсвиты: нижнюю – углеродисто-карбонатно-терригенную и верхнюю – сланцево-эффузивную.

Нижняя подсвита мощностью свыше 1500 м сложена ритмичнослоистыми турбидитными терригенными, туфогенно-терригенными и карбонатно-терригенными сланцами. Все они в различной степени обогащены углеродистым веществом ( $0,3\text{--}1,2\%$   $C_{эл.}$ ) и сульфидами. По гранулометрическому и вещественному составу пород в разрезе подсвиты можно выделить три группы пачек (снизу): 1 – углеродисто-гравийно-псаммитовая (150 м), 2 – турбидитная углеродисто-алевро-пелитовая (600 м), 3 – углеродисто-туфогенно-карбонатная (750 м). В первой группе пачек преобладают углеродистые ритмичнослоистые кварцито-песчаники, алевролиты и сланцы по ним, содержащие линзы углеродистых кварцевых и олигомиктовых гравелитов. Характерной чертой этих отложений является наличие в них бедных пластовых и конкреционных фосфоритов с содержанием фосфора в черных сланцах  $1,4\text{--}3,8\%$   $P_2O_5$ . Вторая группа пачек сложена в основном тонкими турбидитными алевропелитовыми сланцами. В целом они отличаются относительно высоким содержанием углеродистого вещества (до  $1,3\%$   $C_{эл.}$ ) и сульфидов (до 13 %). Важным реперным признаком является присутствие в них карбонатных, марганцовисто-карбонатных, пиритовых и пирротиновых конкреций. В этом разрезе они выделены нами впервые. Предварительное изучение некоторых из них показало, что карбонатные микроконкреции имеют зональное строение, обогащены марганцем и редкими землями, а пиритовые конкреции отличаются высокими значениями легкого изотопа серы и имеют медно-цинковую специализацию.

Верхняя подсвита (более 650 м) сложена вулканидами основного–среднего состава: диабазами, андезитами и их туфами, разделенными горизонтами углеродистых туффитов. В верхней части подсвиты среди вулканидов основного–среднего состава и углеродистых туффитов присутствуют горизонты углеродсодержащих андезитов, их туфов, а также туфобрекчий и эруптивных брекчий магнезиальных диабазов. Основная часть разреза лавовой толщи сложена чередованием потоков толеитовых метабазальтов мощностью до первых десятков метров. Метабазальты представлены темно-серо-зелеными тонкозернистыми микроамфиболитами и амфиболитовыми сланцами. Структура пород микрогранонематобластовая. В подчиненном количестве развиты потоки лав среднего–кислого состава: метариолиты, метаандезиты, метатрахибазальты и метатрахиандезиты. Заканчивают ряд непрерывной базальт-андезит-риолитовой формации кварцевые порфиры и их туфы. Лавовые потоки чередуются с линзовидными прослоями метатуфов, иногда эруптивных метабрекчий. Существенную часть разреза составляют ортосланцы серпентин-актинолит-талк-карбонатного, биотит-хлоритового, амфиболового, карбонатно-актинолит-хлоритового, карбонатно-актинолит-биотит-альбитового, эпидот-хлорит-биотитового, эпидот-хлорит-полевошпато-кварцевого, биотит-кварц-амфиболового состава, развитые по вулканидам,

туфам и, возможно, интрузиям. Структура пород гранолепидонематобластовая, фибронематобластовая, гранобластовая. В нижней части разреза среди метавулканитов присутствуют прослои углеродистых кварц-биотитовых сульфидосодержащих сланцев. Изотопный возраст метавулканитов тимской свиты (уран-свинцовый метод по циркону) показал наличие значительного возрастного интервала от  $2058 \pm 8$  до  $2170 \pm 145$  млн лет [129]. Определение изотопного возраста туфолав кислого состава верхнетимской подсвиты, выполненные ФГУП «ВСЕГЕИ» уран-свинцовым методом по цирконам на SHRIMP, неожиданно дали древние значения по дискордии  $2708 \pm 15$  млн лет. Последнее свидетельствует о присутствии ксеногенных цирконов, заимствованных, возможно, из верхнелопийских образований.

В пределах Эртиль-Калачской структурно-формационной зоны распространены образования воронцовского метаморфического комплекса ( $KR_2vc$ ), который, в силу крайне слабой обнаженности, высокой степени деформации и метаморфизма, изучен недостаточно и коррелируется с образованиями нижних и верхних карелид.

По характеру метаморфизма преобладают образования низкотемпературных фаций (зеленсланцевой и эпидот-амфиболитовой), среди которых отмечаются локальные поля развития амфиболитовой фации, фиксирующие зоны контактово-термального метаморфизма, связанные с участками проявления интенсивного интрузивного магматизма.

В низкотемпературных фациях воронцовский комплекс имеет более отчетливое флишоидное строение, обусловленное переслаиванием филлитовидных, двуслюдяных, биотитовых, углеродистых, часто сульфидсодержащих сланцев, иногда заключающих гранат, ставролит, силлиманит, андалузит, и полимиктовых и олигомиктовых кварц-полевошпатовых метапесчаников. Имеются прослои метаалевролитов и изредка метаэффузивов, относящихся к базальт-андезит-дацит-риолитовой формации. Среди метавулканитов наблюдается следующая закономерность размещения в разрезе: в нижней его части развиты породы преимущественно основного состава, преобразованные в метабазальты; в средней – преобладают метадациты; в верхней – кварцевые метапорфиры.

На участках глубокого метаморфизма породы серии превращены в графитовые, биотит-плагиоклазовые, биотит-кварц-плагиоклазовые, силлиманитовые гнейсы с редкими прослоями амфиболитов, актинолит-тремолитовых пород и перекристаллизованных метапесчаников, имеющих кварц-гранат-клиноцоизитовый, реже кварц-ставролит-андалузитовый состав. Мощность воронцовской серии оценивается в несколько тысяч метров.

Достаточно условно, используя только последовательность пород в разрезе, особенности их ритмичности, закономерности изменения состава, содержание углеродистого и сульфидного вещества, разрез комплекса разделяется на два подкомплекса (толщи) – нижний и верхний. В нижнем преобладают метаосадочные породы, содержащие туфогенную составляющую, а также многочисленные прослои метатуфов. В верхнем – доминируют флишоидные метаосадочные породы, часто высокоглиноземистые, содержащие углеродистое (графитистое) вещество и сульфиды.



Верхняя граница метаморфического комплекса устанавливается по прерыванию ее интрузиями мамонского комплекса, имеющими возраст  $2020 \pm 90$  млн лет.

Завершает разрез карелия в Лосевском структурно-формационном районе воронежская свита ( $KR_2vr$ ), которая также развита и в Эртиль-Калачском макроблоке [131, 163, 176, 199]. Она залегает с большим перерывом на размытой поверхности лосевской серии в Лосевской шовной зоне и воронцовской серии в Эртиль-Калачском СФР. Сложена свита слабометаморфизованными вулканогенно-осадочными породами: метавулканитами и терригенными отложениями. Метаэффузивы представлены метабазальтами, метаандезитобазальтами, метаандезитами, метариодацитами. Разрез вулканитов характеризуется ритмичным строением. В пределах каждого ритма основные эффузивы сменяются вверх по разрезу вулканитами от среднего до кислого состава: андезитовыми кварцевыми порфирами.

Переслаивающиеся с лавовыми потоками пирокластические породы представлены метатуффитами, метатуфобрекчиями, метатуфоконгломератами, метатуфогравелитами. Мощность прослоев достигает первых десятков метров. Обломочный материал состоит из пород, подстилающих воронежскую свиту: метапорфиритов, плагиогранитов, метаандезитов, метадиабазов, габбро, серицит-хлоритовых сланцев с разнозернистым, часто гравелитистым или псаммитовым цементом, содержащим примесь туфогенного материала. Кроме них присутствуют прослои метапесчаников, метаалевролитов и филлитовидных углеродистых сланцев. В мономиктовых, олигомиктовых метапесчаниках с кошой и горизонтальной слоистостью присутствует примесь эффузивных пород, иногда туфогенного материала, с детритом магнетита, мартита. Цемент в них состоит из серицита, хлорита, кальцита. Мощность свиты превышает 1000 м.

По особенностям строения разрезов, составу пород, характеру их последовательности, литологическим данным, воронежская свита может коррелироваться с вепсием Карело-Кольского региона, однако имеющиеся изотопные определения возраста (2080 млн лет) указывают на ее более низкое положение в сводном разрезе.

Таким образом, в опорных разрезах нижнего протерозоя КМА выделяются четыре реперных уровня, по которым можно проводить надежную корреляцию с разрезами карелид Балтийского щита: 1 – стойленский, 2 – нижнеяковлевский (нижнероговский), 3 – верхнеяковлевский (верхнероговский), 4 – тимский (белгородский). Стойленский уровень отвечает нижнему ятулию и отличается развитием высокодифференцированных терригенных отложений, содержащих горизонты гематитовых и фосфатоносных кварцитов. Нижнеяковлевский (нижнероговский) уровень можно сопоставлять с туломозерским корреляционным горизонтом, который характеризуется преобладанием красноцветных карбонатных, терригенно-карбонатных отложений, обогащенных железом, марганцем, медью и редкими щелочами. Верхнеяковлевский (верхнероговский) уровень отвечает заонежскому (людиковийскому) корреляционному горизонту и выделяется по комплексу углеродистых, сульфидно-углеродистых терригенных, хемогенных и туфогенных образований, включающих разнообразные сульфидные конкреции с характерной геохимической специализацией. К этому же уровню следует относить тимский (белгородский) горизонт,

содержащий типовые для этого уровня конкреционные и пластовые фосфориты, мангано-карбонатные конкреции, колчеданные полиметаллические руды, несущие благороднометалльную минерализацию. И, наконец, с калевийским (ладожским) уровнем сопоставляется воронцовская серия метаморфизованных ритмичнослоистых пород, которая отличается развитием турбидитных углеродистых, терригенных, туфогенно-терригенных и хемогенно-туфогенных отложений. Отложения воронежской свиты, завершающие разрез карелия, по видимому, следует сопоставлять с образованиями вепся Балтийского щита.

## *СТРАТИГРАФИЯ ПЛАТФОРМЕННОГО ЧЕХЛА*

Рассматриваемая территория в структурном отношении является частью Восточно-Европейской платформы. В ее пределах кристаллический фундамент, сложенный породами докембрия, повсеместно перекрыт платформенным чехлом палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Лишь в районе Воронежского кристаллического массива (ВКМ) имеются единичные выходы нижнего докембрия в долине р. Дон и несколько открытых горных выработок, вскрывающих кристаллический фундамент. Мощность осадочного чехла колеблется от нескольких десятков метров в наиболее приподнятых частях ВКМ до 3000–3500 м во впадинах и до 12–17 км в Донбассе. В последнем регионе по геофизическим данным условно выделяется толща рифейских и девонских отложений [13], показанных на сейсмическом профиле *XIV* в составе нерасчлененных образований [8]. О вещественном составе девонских отложений Донбасса можно судить по аналогии с изученными разрезами девона в его Украинской части, где они представлены карбонатными, терригенными и соленосными образованиями мощностью 2,0–6,5 км [10].

Описание платформенных отложений произведено в соответствии с Легендой Центрально-Европейской серии Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третье поколение), защищенной в 2001 г. [117].

## **ПАЛЕОЗОЙ**

Представлен образованиями досреднедевонских и довизейских кор выветривания, осадочных и вулканогенно-осадочных отложений девонской, каменноугольной и пермской систем.

### **Коры выветривания**

Большая часть изученной территории с раннего карелия до эфельского времени испытывала устойчивое воздымание и являлась областью сноса. В это время происходило формирование досреднедевонских кор выветривания. Выделяются площадные и линейные коры, элювиальный профиль которых представлен зонами начальных и промежуточных продуктов выветривания. Их максимальная мощность (до 30 м) установлена на мафитах–ультрамафитах мамонского комплекса и метатерригенных породах воронцовской серии.

Минимальная (0–10 м) мощность отмечается на гранитоидах бобровского и павловского комплексов. Зоны устойчивых и конечных продуктов выветривания практически отсутствуют. Коры выветривания начального разложения на всех образованиях в определенной мере сохраняют реликты материнских пород со свойственными им структурно-текстурными особенностями. Проявлены начальные процессы гидратации, хлоритизации, карбонатизации, монтмориллонитизации и каолинизации, характер которых определяется минералогическим составом исходных пород. В целом отмечается осветление и повышенная трещиноватость пород. Продукты выветривания зоны промежуточного разложения представлены дресвой и глинистым материалом, в ее верхних частях структурно-структурные признаки пород часто полностью утрачены. На образованиях воронцовской, лосевской и михайловской серий развиты монтмориллонит-каолинит-хлорит-гидрослюдистые коры выветривания. По мафитам–ультрамафитам мамонской массы они сложены охристо-карбонат-хлорит-монтмориллонитовой массой. Каолинит-хлорит-гидрослюдистый состав кор типичен для гранитоидов бобровского, павловского, мигматизированных гнейсов обоянского комплексов.

Линейные коры выветривания развиты вдоль тектонических нарушений. Они отмечаются на глубинах до 70–100 м от поверхности фундамента. Мощность их составляет от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров. По характеру и степени изменения субстрата линейные коры выветривания аналогичны площадным. Несмотря на широкое развитие кор выветривания, существенных проявлений высоких степеней гипергенной проработки исходных пород не наблюдается. Это обуславливает малую вероятность заметных скоплений в них полезных ископаемых. Вместе с тем не исключена их положительная роль при образовании месторождений за счет переотложения продуктов выветривания.

В пределах южной части структурно-формационной зоны КМА развиты довизейские коры выветривания. В отличие от других районов здесь они имеют повсеместное развитие и характеризуются наибольшей мощностью и зрелостью конечных продуктов. По морфологическим особенностям принадлежат к площадному, линейно-трещинному и линейно-площадному типам [144]. Установлены бокситоносные, железистые и никеленосные коры выветривания, развивающиеся по метаультраосновным породам верхнеархейского зеленокаменного комплекса, по амфиболитам, сланцам, алюмосиликатным породам, железистым кварцитам михайловской, курской и яковлевской серий, а также по гранитам малиновского комплекса. На сиенитах шебекинского, гранитоидов салтыковского комплексов установлена каолининовая кора выветривания. Бокситоносные коры выветривания развиваются по амфиболитам михайловской серии, по сланцам и алюмосиликатным породам курской и яковлевской серий. Зона свободного глинозема с прослоями каолинит-гиббситовых бокситов устанавливается в коре выветривания гранитов малиновского комплекса.

Профиль коры выветривания по амфиболитам состоит из нижней зоны окисления, гидратации и верхней зоны гидратации и гидролиза общей мощностью до 50 м. Амфиболиты в нижней зоне превращены в хлоритовые, хлорит-гидрослюдистые сланцы и в сидерит-шамозит-каолинит-гидро-

слюдистые породы. В верхней зоне развиты сидерит-бемит-шамозитовые, низкоглиноземистые бокситы ( $Al_2O_3 = 30,99\%$ ), перекрытые каолинит-сидерит-шамозитовыми продуктами переотложения элювия.

Профиль коры выветривания по алюмосиликатным породам нижнего карелия включает четыре зоны (снизу вверх). Зона I начальной дезинтеграции и окисления имеет мощность 50–100 м; зона II дезинтеграции, выщелачивания и начального гидролиза – 15–50 м; зона III гидролиза и конечного выщелачивания – до 25 м; зона IV конечного гидролиза или свободного глинозема – до 150 м, состоит из нижней аллитной подзоны, средней – бокситовой и верхней – аллитной (или подзоны дебокситизации). Бокситы, приуроченные к бокситовой подзоне, состоят из гиббсита, бемита, шамозита, каолинита, гидроокислов железа. Для верхней, аллитной подзоны характерны метасоматические изменения, шамозитизация, каолинизация и карбонатизация, ухудшающие качество бокситов. Кора выветривания по субщелочным гранитам (Беленихинский массив) состоит из четырех зон. Зона I – слабо выветрелые граниты; зона II – дресвяно-рыхлые породы с реликтовыми структурно-текстурными признаками; зона III состоит из рыхлых, маршаллит-каолинитовых или плотных, безкварцевых, с примесью шамозита (каолинит – 80–85%, шамозит – 10%, гидрогематит – 6–7%) пород; зона IV свободного глинозема представлена каолинитовыми, шамозит-каолинитовыми породами с гиббситом и прослоями гиббсит-каолинитовых бокситов (каолинит – 65–70%, шамозит – 15–17%, гиббсит – 5–10%, гидрогематит – 6–8%). В зоне окисления и гидратации гранитов происходит уменьшение Si, Mg, Ca, Na, K, увеличение Ti, Al, Fe.

Железистая кора выветривания представлена преимущественно линейно-площадным типом; развивается по железистым кварцитам курской и яковлевской серий. Ее конечными продуктами являются богатые железные руды (железнослюдковые, железнослюдково-мартитовые, мартит-гидрогематитовые, гидрогематит-гидрогематитовые), установленные в верхней зоне коры выветривания железистых кварцитов мощностью до 300–500 м (Яковлевское месторождение). Они сопоставимы с гидрослюдистой и каолинитовой зонами и зоной минералов свободного глинозема бокситоносной коры выветривания. В нижней части коры выветривания богатые железные руды сменяются полуокисленными и окисленными железистыми кварцитами мощностью до 100 м и более. Никеленосная кора выветривания преимущественно площадного типа мощностью до 32 м развивается по метаультраосновным породам сергиевского комплекса и александровской свиты, перекрыта аргиллитами и мелкообломочными образованиями визейского яруса. Имеет зональное строение (снизу вверх): зона выщелачивания (I), зона хлоритизации, карбонатизации (II) и зона глин (III). Зона I характеризуется выносом  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , накоплением Fe, карбонатизацией. Зона II – увеличением Fe,  $Al_2O_3$ , выносом  $SiO_2$ . Зона III характеризуется каолинизацией, сидеритизацией, хлоритизацией. В зонах II, III коры выветривания по серпентинитам происходит накопление  $Fe_{общ.}$  – 30–43%, Ni – 0,5–0,95%, Cr – 0,5–0,62%. В зоне III коры выветривания по актинолитам происходит накопление Co до 0,1%, Ni до 0,29%, Cu до 0,2%, Cr до 0,30–0,63%.

Каолинитовая кора выветривания на сиенитах Шляховского массива имеет мощность от 1 до 7,5 м, четко выраженную нижнюю границу, зональное

строение. Профиль коры включает зону начального разложения (I), зону промежуточного разложения (II) и зону конечного разложения (III).

Зона I характеризуется хлоритизацией темноцветных минералов, полевых шпатов, биотита, каолинитизацией или карбонатизацией плагиоклаза. В зоне II преобладает каолинитизация; отмечаются шамозит, гидрогематит; характерны слабо пелитизированный ортоклаз, корродированный кварц; наиболее устойчив апатит. Зона III представлена существенно каолинитовой, рыхлой или сильно уплотненной (фарфоровидной) породой с пелитовой структурой, с реликтами гидрохлорита, корродированного кварца, апатита, бурыми гидроокислами железа.

На гранитоидах салтыковского комплекса кора выветривания имеет мощность до 10 м. В зоне начального разложения сохраняются структурно-текстурные признаки исходной породы; по плагиоклазу развиваются каолинит и гидрослюда, слюды гидратируются. Зона промежуточного разложения характеризуется кварц-гидрослюдисто-каолинитовым составом, интенсивной дезинтеграцией. В зоне конечного разложения породы имеют сидерит-маршаллит-каолинитовый состав, псаммито-пелитовую структуру.

## ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА

Мощность, полнота разреза и фациальный состав отложений определяются структурным положением района. Залегают девонские отложения в основном на породах кристаллического фундамента, в наиболее погруженных структурах на юге (Донбасс), возможно, на рифейских образованиях. На дневную поверхность они выходят только в своде Воронежской антеклизы, в долинах р. Дон и его притоков, а на остальной площади перекрыты более молодыми отложениями и известны по материалам бурения.

## СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

В серийной легенде отложения верхней части нижнего отдела и эйфельского яруса среднего отдела были отнесены к единой нерасчлененной толще ( $D_1r\check{z}-D_2\check{c}r$ ) в составе ряжского, дорогобужского, клинцовского, мосоловского и черныярского горизонтов. Однако вышедшие за последние годы работы по доизучению площадей на планшетах масштаба 1 : 200 000 М-37-IV, VII, XI, XII, XIII, XVI, XVII, XXII выделены все горизонты верхнего эйфеля, что и отражено на прилагаемых геологических картах. Отложения ряжского горизонта, указанные в работе [18] на Щигровском поднятии и на восточном склоне Воронежской антеклизы, здесь не установлены. Не подтверждаются они на этих площадях и в работах [15 и 40], вследствие чего не рассматриваются и в настоящем исследовании.

Дорогобужский и клинцовский горизонты редко разделяются, поскольку сложены однородным литологическим составом пород, обычно не содержащих определенных органических остатков [40], имеют незначительные мощности и обычно объединяются в единое стратиграфическое подразделение, включающее отложения дорогобужской и клинцовской свит ( $D_2dr-kl$ ). Они развиты в северной части изученной площади, формировались

в различных фациальных условиях: континентальных, лагунных, морских. Большая пестрота литологического состава, невыдержанность мощностей как по площади, так и по разрезу обусловлена резко расчлененным рельефом фундамента. В краевых частях бассейна седиментации, куда и относится обследованная площадь, преобладают континентальные фации: аллювиальные и озерно-болотные [18]. Аллювиальные фации, развитые у границ выклинивания пород, представлены крупно- и разнотернистыми песками и песчаниками и тонкослоистыми глинами озерных и пойменно-старичных фаций. И только на северо-востоке территории развиты морские фации, представленные зеленовато-серыми известняками органогенно-обломочными, местами остракодowymi со скрытокристаллической структурой [23]. Мощность – до 30 м.

Мосоловский горизонт распространен шире по сравнению с нижележащими горизонтами девона и представлен одноимённой свитой ( $D_2ms$ ). На склонах Воронежской антеклизы он залегает нередко трансгрессивно на породах докембрия. С клинцовским горизонтом связан постепенным переходом. Представлен фациями морского бассейна с нормальной солёностью вод, отвечающего максимуму эйфельской трансгрессии. Сложен преимущественно известняками серыми, коричневыми, мелко- и микротернистыми, органогенно-детритовыми, стилолитизированными, иногда доломитизированными, местами с прослоями доломитов, мергелей, реже глин. В нижней части разреза известняки обычно опесчанены и подстилаются пачкой (4–8 м) терригенных пород – песков, песчаников сероцветных, разнотернистых, с примесью гравийных зерен, с прослоями глин. В известняках содержится обильная фауна брахиопод, криноидей, кораллов, конодонтов, характерный комплекс остракод и спор. Мощность на северном склоне – до 40 м, на восточном погружении антеклизы – до 65 м [15, 45, 47 и др.].

Черноярский горизонт залегает на мосоловском с постепенным переходом. Представлен морскими фациями регрессивной фазы. На склонах антеклизы отложения его местами размыты трансгрессией живетского времени. На Щигровском поднятии горизонт сложен глинами известковистыми, с прослоями мергелей, известняков, песчаников. Мощность не превышает 5 м. На восточном склоне преобладают терригенные породы – глины, алевролиты, пески, песчаники, алевролиты, местами – с подчиненными прослоями мергелей и известняков. Породы включают обильные остатки брахиопод, характерный комплекс остракод. Мощность – до 35 м [15, 40].

Живетский ярус представлен старооскольским надгоризонтом в составе воробьевского, ардаговского и муллинского горизонтов.

Старооскольский надгоризонт ( $D_2so$ ) имеет более широкое распространение по сравнению с нижележащими отложениями. Он включает отложения воробьевской, ардаговской и муллинской свит, каждая из которых отражает самостоятельный режим осадконакопления, залегает на нижележащих со следами размыва и представлена фациями мелкого эпиконтинентального моря. Воробьевская свита с размывом залегает на мосоловских или черноярских отложениях. На склонах Воронежской антеклизы сложена преимущественно глинами темно-серыми, местами пестроцветными, иногда сидеритизированными, с углистыми растительными остатками, внизу – с прослоями алевролитов, песков, песчаников, сверху – известняков органогенно-детритовых



или пелитоморфных с фауной брахиопод, остракод. Глины обычно подстилаются пачкой (до 15 м) песков и песчаников белых, кварцевых мелко- и тонкозернистых, с характерным комплексом спор (ольховские слои). На юго-восточном склоне Павловского поднятия песчаная пачка (до 9 м) включает прослой алевролитов, глин, а также туфопесчаников и примесь туфогенного материала. Мощность свиты на склонах антеклизы – до 37 м.

Ардатовская свита отвечает максимуму трансгрессии старооскольского времени. На севере Воронежской антеклизы сложена глинами серыми, зеленовато-серыми, коричневатыми, известковистыми, алевритистыми, местами сидеритизированными, тонкослоистыми, в нижней части (до 10 м) – с прослоями алевролитов и песчаников серых, кварцевых, от тонко- до среднезернистых, с глинисто-сидеритовым цементом, местами с включением сидерита и железистых оолитов, с углистыми растительными остатками. В верхней части (до 18 м) – прослой известняков, количество которых увеличивается вверх по разрезу. Венчается разрез пачкой известняков (до 6 м) серых, органогенно-детритовых, микро- и мелкозернистых, с фауной брахиопод, гастропод, кораллов, конодонтов. Мощность свиты до 34 м [15]. На юго-востоке Павловского поднятия нижняя часть разреза (до 7 м) сложена песчаниками и алевролитами; средняя – аргиллиты, известняки, лавы базальтов; верхняя – глинами и известняками, которые в сторону свода замещаются терригенными породами. Мощность – до 47 м [18, 159].

Муллинская свита имеет преимущественно глинистый состав. На севере Воронежской антеклизы, западнее Воронежа, глины пестроцветные, алевритистые, с прослоями алевролитов. Восточнее – глины в основном сероцветные, иногда коричневые или зеленовато-коричневые, слоистые, сидеритизированные, фосфатизированные, местами с железистыми оолитами, с пиритизированным растительным детритом, с отпечатками раковин брахиопод, остатками рыб, с характерным комплексом спор. Близ основания обычно прослеживается пачка песчаников (до 4 м) серых, кварцевых, тонко- и мелкозернистых, тонкослоистых. На восточном склоне прослой песчаников наблюдаются по всему разрезу, а на юго-востоке алевритистые глины чередуются с песками, песчаниками, алевролитами. Мощность муллинских отложений на северном склоне – до 15 м, на юго-востоке – до 30 м, на восточном погружении – до 93 м [15, 40, 47].

Суммарная мощность старооскольского надгоризонта достигает 165 м.

## ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Представлен франским и фаменским ярусами, в составе которых выделены шесть надгоризонтов: коми, российский и донской, соответствующие трем подъярусам франского яруса, а также липецкий, орловский и заволжский, отвечающие трем подъярусам фаменского яруса.

**К о м и н а д г о р и з о н т (D<sub>3</sub>km)** включает пашийский и тиманский горизонты, которые состоят из отложений ястребовской и чаплыгинской свит.

Ястребовская свита составляет большую часть пашийского горизонта. Представлена мелководными терригенными образованиями. На севере антеклизы это – чередующиеся глины серые и зеленовато-серые, алевритистые,



алевролиты, пески и песчаники коричневые, мелкозернистые, кварцевые, с глинисто-сидеритовым цементом. Обычно преобладают глины. В районе Борисоглебска, за восточной рамкой листа, верхняя часть свиты (до 17 м) сложена преимущественно песками белыми, серыми, мелкозернистыми, кварцевыми, с подчиненными прослоями зеленовато-серых глин. Породы по всему разрезу каолинизированы, нередко сидеритизированы, заключают скопления оолитов шамозита, гидрогетита, желваки сидерита, обильные углистые включения, остатки рыб, углефицированных растений, лингулы. В нижней части иногда имеется примесь туфогенного материала, включения хлорита, ильменита. Определен характерный комплекс спор. Мощность – до 30 м [15, 53]. На восточном и юго-восточном склонах Павловского поднятия свита характеризуется ритмичным чередованием вулканогенно-осадочных и осадочных образований. В осадочных отложениях южнее Калача преобладают песчаники кварцевые или полимиктовые, от мелко- до грубозернистых, с прослоями гравелитов, алевролитов, реже глин и аргиллитов. Вулканогенные породы представлены туфопесчаниками, туфоалевролитами, реже туфогравелитами и туфолавами. Характерна темно- и грязно-зеленая окраска, обусловленная хлоритом, наличие ильменита, сидерита, оолитов гидрогетита и лептохлорита, обогащения растительными остатками. В восточном направлении количество туфогенного материала уменьшается. В породах определены соответствующие споровые спектры. Мощность свиты – до 38 м [15, 54].

К ястребовской свите, вероятно, можно отнести вулканогенную толщу, развитую в районе станиц Шумилинская, Вешенская, Казанская, которая некоторыми авторами [109, 110] сопоставляется с муллинским горизонтом. Вулканиды несогласно залегают на разновозрастных породах среднего девона: мосоловских, воробьевских, ардаатовских и перекрываются осадочными отложениями мамонской толщи позднефранского возраста. В вулканогенных образованиях выделяются жерловые, околожерловые и удаленные фации [110]. В жерловых фациях, имеющих ограниченное распространение, преобладают базальты, образующие покровы траппового типа (дударевский покров). Околожерловые фации наиболее развиты и характеризуются большим разнообразием состава и агрегатного состояния пирокластического материала. Это туфолавы, туфы, реже туфоагломераты.

Удаленные фации, развитые в районе нижнего течения р. Хопер, сложены туфопесчаниками и мелкообломочными туфами. Мощность вулканогенных пород – до 50 м. Площади прикратерного накопления излившегося и пирокластического материала разделены участками вулканогенно-осадочных пород, сформировавшихся в прибрежной зоне синхронно с вулканической деятельностью. Для них характерно ритмичное чередование пачек глин сероцветных, тонкослоистых, заключающих прослойки (5–10 см) известняков-ракушечников, и туфопесчаников зеленовато-серых, мелкозернистых, линзовидно-слоистых. В составе обломков преобладает (до 65 %) пирокластический материал, цемент глинисто-карбонатный, в породах много обуглившихся растительных остатков. Мощность – до 8 м [109, 110].

Чаплыгинская свита соответствует верхней части пашийского и всему объему тиманского горизонтов. На севере сводовой части антеклизы (до района Новохоперска) нижняя, большая часть свиты (до 50 м) сложена ритмично

переслаивающимися глинами серыми, шоколадно-коричневыми, алевролитистыми и алевролитами. Имеются прослои песчаников кварцевых с сидеритовым или глинистым цементом и алевролитов. В верхней части свиты (усманские слои, до 11 м) преобладают глины серые, зеленовато-серые, сиреневые, местами черные, с примесью туфогенного материала, с прослоями (до 10 см) мергелей и известняков глинистых, органогенно-детритовых. Породы охарактеризованы фауной филопод, брахиопод, остатками рыб, комплексом спор [15, 40].

На юго-востоке Павловского поднятия свита сложена преимущественно глинами, местами пестроцветными, с прослоями песчаников, алевролитов, песков. Породы участками ожелезнены и каолинизированы, включают примесь вулканогенного материала. В наиболее южных участках склона развиты базальтовые потоки траппового типа. Мощность до 35 м [15].

Общая мощность коми надгоризонта – до 250 м.

Российский надгоризонт ( $D_3rs$ ) представлен саргаевским и семилукским горизонтами, сложенными одноимёнными свитами. Саргаевский горизонт залегает на нижефранских образованиях со следами размыва, с четкой литологической границей. На каротажных кривых горизонт выделяется высокими значениями электрического сопротивления и является хорошим геофизическим репером. Сложен морскими мелководными и прибрежными фациями трансгрессивного характера преимущественно карбонатными. Это – известняки зеленоватые и светло-серые органогенные и органогенно-обломочные, неравномерно глинистые, в нижней части с примесью песка, массивные, кавернозные, стилолитизированные, местами брекчиевидные, иногда с железистыми оолитами, с подчиненными прослоями мергелей, известковистых глин, на востоке – иногда доломитов. В присводовых частях антеклизы увеличивается содержание терригенного материала. На восточном склоне отмечаются прослои песчаников. На Щигровском поднятии известняки фациально замещаются глинами с прослоями карбонатных пород; западнее Курска глины опесчаниваются и сменяются песками и песчаниками. Известняки содержат разнообразную фауну: кораллы, криноидеи, гастроподы, двустворки, брахиоподы, остракоды, в глинистых разностях обнаружены споры. Мощность горизонта достигает на склонах антеклизы 95 м [15, 47].

Семилукский горизонт залегает на саргаевских отложениях со следами размыва. Сложен морскими мелководными карбонатно-глинистыми отложениями регрессивного характера. На северном склоне антеклизы нижняя часть горизонта (до 25 м), выделяемая в рудкинские слои, сложена переслаивающимися известняками, мергелями, глинами. Породы зеленовато-серые, часто темноцветные, обычно битуминизированные. В верхней части (30–35 м) преобладают коричневые известковистые глины и мергели, заключающие прослои известняков зеленовато-серых, глинистых, органогенно-обломочных, нередко брекчиевидных. Породы охарактеризованы обильной фауной брахиопод, гастропод, двустворок, криноидей, кораллов, остракод, конодонтов. Мощность – до 30–40 м [15].

На восточном склоне антеклизы преобладают известняки серые, иногда темноцветные, местами коралловые, рифогенные, часто доломитизированные, переходящие в доломиты, с прослоями мергелей, аргиллитов, реже

алевролитов. Содержание глинистых прослоев увеличено в нижней части разреза. В южном направлении известняки частично замещаются песчано-глинистыми породами, местами отмечаются железистые оолиты. Возраст обоснован характерным комплексом остракод. Мощность – до 120 м. На юго-восточных участках Павловского поднятия развиты прибрежно-континентальные фации, представленные латеритоподобными глинами, пестроокрашенными песчаниками, алевролитами с подчиненными прослоями мергелей и известняков. Мощность не превышает 25 м [15, 18, 190].

Мощность российского надгоризонта в сумме достигает 150 м.

Донской надгоризонт включает отложения четырех свит: петинской, воронежской, евлановской и ливенской. В морских фациях они связаны между собой постепенными переходами. Они отсутствуют на северо-западе площади (Щигровское поднятие) и не распространяются южнее широты г. Воронеж. Вследствие большого сходства литологического состава и бедности органических остатков, петинские и воронежские образования картировались как единая нерасчлененная толща (D<sub>3pt-vr</sub>).

Петинская свита сложена прибрежно-континентальными и прибрежно-морскими образованиями, залегающими трансгрессивно на различных отложениях девона, от семилукских до старооскольских [15, 18]. В разрезе по р. Дон у с. Петино Воронежской области развиты пески и песчаники белые, желтые, серые, кварцевые, разномзернистые, в основании грубозернистые до гравийных, местами с косой слоистостью. Имеются прослои глин и алевролитов, частые скопления железистых оолитов, обилие углефицированных растительных остатков. Фауна представлена редкими остракодами и остатками рыб.

Восточнее Воронежа в разрезе появляются прослои карбонатных пород. В районе Борисоглебска свита сложена переслаивающимися песчаными породами, алевролитами, глинами, мергелями и известняками. Мощность на севере антеклизы не превышает 10 м [15, 47]. Южнее, на восточном и юго-восточном склонах Павловского поднятия развиты континентальные фации, перемежающиеся с прибрежно-континентальными (мамонская фация). Это – песчаники от серовато-белых до бурых, кварцевые, от мелко- до грубозернистых, грубослоистые, с глинисто-сидеритовым цементом, иногда карбонатные, и глины – обычно пестроцветные, алевролитистые и песчанистые, с пиритизированными растительными остатками. В основании нередко наблюдается обилие гальки, ожелезненный детрит рыб, железистые оолиты. Определен характерный палинологический комплекс. Мощность – до 15 м [53, 54, 166].

Воронежская свита на севере антеклизы сложена мелководными морскими отложениями, представленными ритмично переслаивающимися известняками серыми, зеленовато-серыми органогенно-обломочными, иногда глинистыми, мергелями и известковистыми глинами. Нижняя часть разреза более глинистая. В основании обычно имеются прослои песчаников. Породы включают обильную и разнообразную фауну: брахиоподы, гастроподы, двустворки, кораллы, мшанки, криноидеи, остатки рыб. Близ южной границы распространения, в присводовой части, глинисто-карбонатные отложения замещаются глинами известковистыми, алевролитистыми, песками, песчаниками с зернами глауконита, железистыми оолитами, остатками растений. Мощность – до 50 м [15, 47].

Мелководные морские отложения к югу сменяются прибрежно-континентальными (мамонская фация), развитыми на восточной и юго-восточной периферии Павловского поднятия. Это – глины кирпично-красные, пятнистые, реже зеленовато-серые, с частыми прослоями алевролитов и песчаников разнозернистых, полевошпатово-кварцевых с глинистым или известковисто-глинистым цементом, песков и алевролитов. Характерно ритмичное переслаивание – с грубозернистыми песчаниками или конгломератами в основании каждого ритма и глинами вверху. Встречаются редкие лингулы, растительные остатки, определен характерный комплекс спор. Мощность – до 32 м [53, 54, 166].

С петинско-воронежскими отложениями на Воронежской антеклизе связаны базальтовые покровы траппового типа, развитые на отдельных участках в восточной присводовой части и на юго-востоке (от Новохоперска до ст. Казанская) (рис. 5, 6). Распространение их приурочено к зоне глубинных разломов [18, 110]. Площади отдельных базальтовых покровов колеблются от 0,5 до 60–120 км<sup>2</sup>. Базальты залегают на воробьевских [166], ястребовских и чаплыгинских отложениях, а на юге – на семилукских и петинских (казанский и мигулинский покровы). Перекрыты обычно осадочными породами воронежского, евлановско-ливенского возраста, на юге – пестроцветными глинами мамонской толщи позднефранско-фаменского времени [18]. Базальтовые покровы являются продуктом трещинных излияний, имеющих многофазовый характер и происшедших в континентальных условиях в петинско-воронежское время. В составе покровов обычно выделяются 2–3 потока, разделенных корами выветривания различных зон разложения (1–3 м, до 8–15 м), иногда прослоями лавобрекчий или осадочных пород (0,2–0,9, редко до 12 м). Среди базальтов выделяются порфиоровые, гломеропорфиоровые, миндалекаменные разновидности. В осадочных прослоях среди базальтов определен петинско-нижневоронежский палинологический комплекс [54]. Мощность базальтовых покровов – до 60 м, в районе с. Советское достигает 139 м. Общая мощность петинско-воронежских вулканогенно-осадочных пород 58–160 м.

Евлановская свита на севере антеклизы менее распространена по сравнению с воронежской. Южная ее граница проходит севернее Воронежа. Свита сложена мелководными морскими, карбонатно-глинистыми отложениями. Это – ритмично переслаивающиеся известняки органогенно-детритовые, часто глинистые, мергели и глины известковистые. Количество карбонатных и глинистых пород в разрезе меняется по площади. На восточном склоне отмечаются прослои песчаников. Породы содержат обильную и разнообразную фауну: брахиоподы, остракоды, гастроподы, двустворки, криноидеи. Южнее г. Урюпинск глины, чередующиеся с мергелями, приобретают красновато-бурную окраску. Мощность на склонах антеклизы – до 60 м [15, 54, 166].

Ливенская свита на севере Воронежской антеклизы представлена фациями открытого мелководного моря. Это – однообразная толща известняков кораллово-строматопоровых, прослоями органогенно-детритовых, массивных. На восточном склоне известняки частично замещаются мергелями и известковистыми глинами. Местами имеются прослои песчаников. На южных участках восточного склона карбонатные отложения полностью сменяются песчано-глинистыми. Возраст пород обоснован брахиоподами и комплексом остракод. Мощность на северном склоне до 25–30 м, на востоке – до 63 м [15, 18, 47].

Согласно легенде Центрально-Европейской серии [117], отложения евлановского и ливенского подразделений картировались совместно как нерасчлененная толща ( $D_3ev-lv$ ) общей мощностью до 123 м.

Фаменский ярус подразделяется на три подъяруса в составе липецкого, орловского и заволжского надгоризонтов.

Липецкий и орловский надгоризонты нерасчлененные ( $D_3lp-or$ ) представлены двумя толщами: задонско-елецкой и лебедянско-плавской. Отложения этого возраста распространены на востоке и северо-востоке Воронежской антеклизы и согласно залегают на евлановско-ливенских. Задонско-елецкая толща в нижней части представлена песчаниками, в основании грубозернистыми, переходящими в гравелиты, ближе к кровле – ожелезненными, оолитовыми с прослоями глин. Средняя часть – чередование глин с подчиненными прослоями известняков, которые начинают преобладать в верхней части толщи. Возраст установлен по брахиоподам и руководящим комплексам остракод. Мощность – до 110 м. Лебедянско-плавская толща залегают согласно на задонско-елецкой и представлена в нижней половине терригенными отложениями: песками, песчаниками и глинами; в верхней – песчаниками и известняками. Известняки серые волнисто-слоистые, органогенно-обломочные; песчаники разнозернистые, с карбонатным цементом. Возраст установлен по характерным комплексам брахиопод. Мощность – до 50 м. Общая мощность надгоризонтов – 160 м.

Заволжский надгоризонт представлен объединенными озерской и хованской свитами ( $D_3oz+hv$ ). Это образования лагуны с повышенной соленостью и мелководные прибрежно-морские карбонатные фации. Преобладают доломиты строматолитовые с прослоями мергелей и глин. В средней части разреза имеются прослои известняков доломитизированных, иногда глинистых и доломитов, в верхней части – прослои темноцветных доломитов, пропитанных тонкорассеянным углистым веществом. Фауна включает как морские, так и эвригалинные формы. Мощность 10–32 м [15, 18]. На юге антеклизы озерско-хованские отложения развиты на южных участках Павловского поднятия и на прилегающей к нему части Белгородской моноклинали. Сложены прибрежно-морскими образованиями. Они перекрывают континентальные отложения мамонской толщи и представлены глинами темно-серыми и черными, углистыми, с прослоями известняков серых, органогенных, мергелей, песков и песчаников полевошпатово-кварцевых с глинистым и карбонатно-глинистым цементом. Выше известняки розоватые, желтоватые, светло-серые, слоистые за счет чередования хемогенных, органогенно-обломочных, органогенных (серпуловых, остракодовых, фораминиферовых) разностей, местами строматолитовые и оолитовые, иногда конгломератовидные, комковатые с прослойками и примазками темно-серых глин. Мощность на восточном склоне – до 55 м, на юге не превышает 10–12 м [15, 53, 54]. Возраст определяется по спорово-пыльцевым комплексам.

### **Франский – фаменский ярусы нерасчлененные**

Мамонская серия ( $D_3mm$ ). В присводовой части юго-восточного и южного склонов Воронежской антеклизы (Север Ростовской и Юго-Восток Воронежской областей) распространена своеобразная толща терригенных

пород, выделяемая под названием мамонской толщи. Она с размывом залегает на породах кристаллического фундамента, живетского яруса, нижнефранского подъяруса и перекрывается разновозрастными отложениями: озерско-хованскими, верхнемеловыми или четвертичными. Толща представлена континентальными или прибрежно-континентальными фациями невыдержанного литологического состава. В стратотипическом разрезе по р. Дон у сел Верхний Мамон и Нижний Мамон толща сложена пестроцветными каолинизированными песками и латеритоподобными породами с подчиненными прослоями глин, алевролитов и песчаников мощностью до 40 м. Породы содержат комплекс спор семилукского и воронежского горизонтов франского яруса [15]. К юго-востоку от линии Калач–Богучар широко распространена сероцветная толща, сложенная каолиновыми песками, песчаниками, алевролитами, с прослоями светлых каолиновых глин в нижней части, иногда пестроцветных. Породы в нижней части толщи включают спорный комплекс петинского горизонта верхнефранского подъяруса, в верхней части – плавского горизонта среднефаменского подъяруса. Мощность – до 250 м [24].

На более погруженных участках юго-восточного склона, на Севере Ростовской области, мамонская толща, мощностью около 100 м, состоит из двух терригенных пачек: нижней – пестроцветной и верхней – сероцветной. Возраст ее определяется как позднефранский–раннефаменский [40].

## КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА

Каменноугольные отложения развиты на южном, юго-восточном и восточном склонах Воронежской антеклизы и в пределах Донбасса. Отсутствуют на северном склоне и в сводовой части Воронежской антеклизы. На большей части территории они перекрыты чехлом более молодых образований и выходят на поверхность только в области Доно-Медведицких дислокаций и в Донбассе. Отложения карбона представлены морскими, лагунными и континентальными фациями. Разделяются на три отдела: нижний, средний и верхний. Расчленение каменноугольных отложений производится в соответствии с серийной легендой [17, 117].

### НИЖНИЙ ОТДЕЛ

На рассматриваемой площади широко представлены все три яруса нижнего карбона, сложенные преимущественно морскими и в меньшей степени лагунными и континентальными отложениями различного литологического состава – от обломочных полиминеральных и угленосных до карбонатных. Породы нижнего карбона имеют наибольшее распространение по площади среди каменноугольных отложений.

Турнейский ярус подразделяется на два подъяруса, которым в региональной стратиграфической схеме отвечают ханинский и шуриновский надгорizontы. На западе Белгородской моноклинали турнейские отложения отсутствуют.

Ханинский надгорizont включает гумеровский, малевский и упинский горизонты. Гумеровский горизонт достоверно установлен только на южном склоне Воронежской антеклизы, в пределах Белгородской моноклинали.



Представлен верхней частью, которая выделена в купавинскую свиту. Она с размывом залегает на хованских отложениях верхнего девона, местами непосредственно на кристаллическом фундаменте. Сложена мелководно-морскими фациями начала трансгрессии. В основании – прослой (до 0,6 м) глины темно-серой, известковистой, местами опесчаненной, переходящей в глинистые пески или песчаники, иногда с обломками мергеля или известняка, с комплексом характерных спор. Выше – пласт известняков светло-серых, мелкодетритовых, мелкообломочных, комковатых, с частыми биосферами и сферами. Мощность свиты не превышает 5–8 м [30]. Можно предполагать развитие гумеровского горизонта и на юго-восточном склоне антеклизы.

Малевский горизонт представлен мелководно-морскими образованиями малевской свиты, трансгрессивно залегающими на купавинских и более древних отложениях. На южном склоне Воронежской антеклизы (Белгородская моноклиналь) свита сложена ритмично чередующимися глинами и известняками. Мощность ритмов 0,2–1,9 м. Глины серо-голубые известковистые, тонкослоистые, местами (южнее г. Богучар) с прослоями песков. Известняки зеленовато-серые, глинистые, тонкополосчатые, биоморфно-детритовые, часто перекристаллизованные, в верхней части горизонта иногда брекчированные. В известняках – обилие брахиопод, пелеципод, остракод, кораллов, иглокожих, образующих иногда прослой ракушников. Нижняя часть ритмов – глинистая, верхняя – карбонатная. В основании горизонта нередко присутствует конгломерат из обломков известняков и глин. Возраст устанавливается по характерному комплексу спор. Мощность – до 19 м [30]. В пределах Первомайско-Чирской моноклинали преобладают известняки детритово-шламовые, местами доломитизированные, со следами внутриформационных размывов, заключающие редкие маломощные прослойки глин, алевролитов и кварцевых песчаников. На восточном склоне антеклизы развита однородная толща известняков серых, участками глинистых, ступково-комковатых, изредка оолитовых. На западных присводовых участках в известняках – стилолитовые швы, прослой мергелей и глин. Породы малевской свиты охарактеризованы комплексами брахиопод, конодонтов, остракод, фораминифер. Мощность – до 10–14 м.

Упинский горизонт представлен мелководно-морскими фациями упинской свиты. На склонах антеклизы обычно залегает на малевской свите, на юге местами – на верхнедевонских или докембрийских образованиях. В пределах Белгородской и Первомайско-Чирской моноклиналей от размыва сохранилась только нижняя часть свиты. В основании местами отмечаются прослой песков, включения обломков известняков и докембрийских пород [18, 40]. Выше – известняки зеленовато-серые, серые, мелкодетритовые или микрозернистые, неравномерно глинистые, волнисто-слоистые, нередко перекристаллизованные и доломитизированные, со стилолитовыми швами. Имеются прослой темно-серых или голубоватых глин, в основном в нижней части разреза, и седиментационных доломитов [10, 30]. В Преддонецком прогибе нижняя часть разреза сложена песчаниками светло-серыми, полевошпатово-кварцевыми, разнозернистыми, с прослоями глин темно-серых, пиритизированных, с многочисленными растительными остатками и характерным комплексом спор [10, 30]. Мощность на южном склоне – до 20 м. На восточном склоне



антеклизы развиты известняки серые комковато-сгустковые, доломитизированные, частично перекристаллизованные, в присводовых частях обычно брекчиевидные, песчанистые, иногда глинистые, с редкими прослоями мергелей, с характерным комплексом фораминифер. Мощность – до 44 м [18]. В Преддонецком прогибе в состав ханинского надгоризонта входит нижняя часть нижней подсвиты мороволноваской свиты ( $C_1mv_1$ ), соответствующая на остальной площади объединенной толще в составе купавнинской, малевской и упинской свит ( $C_1kr + up$ ) суммарной мощностью до 72 м.

Шуриновский надгоризонт включает черепетский и кизеловский горизонты, составляющие шуриновскую серию ( $C_1\check{sr}$ ), а в Преддонецком прогибе – верхнюю часть нижней подсвиты мороволноваской свиты. Черепетские образования представлены фациями неглубокого эпиконтинентального моря. На южном склоне Воронежской антеклизы они залегают на размытой поверхности упинской свиты, местами на докембрийских породах. Сложены известняками серыми шламово-детритовыми, биоморфно-сгустково-детритовыми, местами глинистыми пиритизированными, частично перекристаллизованными, нередко окремненными, с тонкими прослоями темно-серых, зеленовато-серых глин и алевролитов. Количество глинистого материала уменьшается к югу. В основании обычно – слой кварцевых и аркозовых песчаников с известковистым цементом. Известняки охарактеризованы комплексами фораминифер и остракод. Мощность черепетского горизонта на южном склоне антеклизы до 32 м [10, 30]. На восточном склоне антеклизы сохранилась в основном нижняя часть горизонта, сложенная известняками сероцветными, иногда коричневатыми, часто глинистыми, микро- и тонкозернистыми, фораминиферо-сгустковыми, детритово-шламовыми, реже водорослевыми, неравномерно перекристаллизованными, местами доломитизированными до перехода в доломиты, с прослоями мергелей доломитизированных, реже глин темно-серых и черных, алевролитистых, известковистых.

Кизеловский горизонт в составе кизеловской свиты имеет ограниченное распространение. Он развит на Белгородской и, частично, на Первомайско-Чирской моноклиналих [10, 18]. Согласно залегают на черепетском горизонте. Представлен мелководными фациями регрессирующего бассейна. Верхняя часть горизонта эродирована предвизейским размывом. В пределах Белгородской моноклинали горизонту соответствует ильичевская свита [10], сложенная известняками светло-серыми, коричневатыми, биоморфно-детритовыми, в различной степени пиритизированными и кальцитизированными. На юге Первомайско-Чирской моноклинали встречаются тонкие прослойки черных аргиллитоподобных глин. Фауна представлена брахиоподами, кораллами, фораминиферами. Мощность на Белгородской моноклинали до 10 м, на юге Первомайско-Чирской моноклинали до 20 м [18]. Суммарная мощность шуриновской серии составляет до 52 м.

В пределах описываемой части Донбасса, турнейские отложения представлены мелководными морскими фациями в составе нижней подсвиты мороволноваской свиты. Это – однородная толща без внутренних перерывов и следов размывов, сложенная известняками сероцветными, детритовыми, детритово-шламовыми, неравномерно глинистыми, местами перекристаллизованными, с обломками криноидей, брахиопод, кораллов, с водорослями,

остракодами, фораминиферами. Возраст устанавливается по комплексам фораминифер, характерным для турнейского яруса. Мощность от 140 до 200 м.

Визейский ярус подразделяется на нижний и верхний подъярусы, которым в унифицированной региональной схеме соответствуют кожжимский и окский надгоризонты [117]. Полная мощность визейских отложений в пределах Воронежской антеклизы достигает на Первомайско-Чирской моноклинали 300 м, на Хоперской и Белгородской моноклиналях не превышает 170 м.

Кожжимский надгоризонт включает отложения дмитриевской ( $C_1dm$ ) и бобриковский свит ( $C_1bb$ ).

Дмитриевская свита ( $C_1dm$ ) картируется на юге Воронежской антеклизы в пределах Белгородской моноклинали, а также на западе и юго-западе Первомайско-Чирской моноклинали. Залегает с глубоким размывом на различных горизонтах верхнего турне. Верхняя часть свиты уничтожена предбобриковским и предтульским размывами. На западе Белгородской моноклинали (западнее р. Оскол) свита представлена лагунными образованиями: серыми песчанистыми глинами, песками, песчаниками с прослоями доломитов. Восточнее они замещаются мелководно-морскими фациями. Это глины темно-серые, известковистые, аргиллитоподобные, прослоями песчанистые, с раковинным детритом, внизу с прослойками углей, с пластами известняков серых, тонкодетритовых, тонкослоистых, частично окремненных. Возраст обоснован комплексами остракод и спор. Мощность – до 24 м [10]. На восточном склоне антеклизы отложения представлены чередованием известняков темно-серых биоморфно-детритовых, глин темно-серых до черных, аргиллитоподобных, с обуглившимися растительными остатками, мергелей, редко доломитов и песчаников. В известняках – остатки криноидей, кораллов, остракод, водорослей, характерный комплекс фораминифер. Мощность – до 25 м [18].

Бобриковская свита на Воронежской антеклизе характеризуется литолого-фациальной изменчивостью. На западе Белгородской моноклинали (западнее р. Оскол) и частично в пределах Щигровского поднятия свита представлена континентальными фациями. Аллювиальные и делювиально-пролювиальные образования приурочены к палеодолинам в породах докембрия, глубина вреза которых местами превышает 100 м, протяженность составляет до 50 км, ширина – 1–5 км. Бобриковские отложения залегают здесь на докембрийской коре выветривания. Аллювиальные отложения сохранились в палеодолине, приуроченной к Курскому грабену, где представлены ритмичным чередованием кварцевых песков и светло-серых каолиновых глин мощностью до 72 м. Делювиально-пролювиальные образования развиты на отрезке Обоянь–Белгород (Белгородско-Обояньский палеоводораздел). Это ритмично чередующиеся конгломераты, брекчии, гравелиты и песчаники полимиктовые от тонко- до крупнозернистых. Крупный обломочный материал состоит из кристаллических сланцев и железистых кварцитов. В верхней части ритмов имеются прослой гидрогематитовых и песчанистых глин, редкие прослой угля. Определены характерные виды спор. Мощность свиты в этих фациях – до 131 м.

Озерно-болотные угленосные отложения приурочены к обширным депрессиям на площади от Обоянь-Белгородского района (на западе) до Новооскольского (на востоке). В полных разрезах содержится до трех

угленосных комплексов, в составе которых ритмично чередуются пески светлые кварцевые, тонко- и мелкозернистые, глины каолиновые, иногда песчаные, алевроиты серые глинистые, угли и углистые сланцы. Мощность угольных пластов 0,2–2,6 м. Породы заключают комплекс спор верхней зоны горизонта. Мощность отложений 25–35 м [30].

Лагунные отложения развиты на уч. Новый Оскол–Россошь (Россошанская лагуна). Залегают с размывом на отложениях дмитриевской свиты. Представлены песчаниками серыми кварцево-слюдистыми, обогащенными тонким гумусом, сцементированными глинисто-карбонатным материалом, с прослоями алевролитов, аргиллитов, с линзами углей и глинистых сланцев, с конкрециями сидерита и фауной плохой сохранности. Определен верхнебобриковский комплекс спор. Мощность 12–34 м [30].

На востоке Белгородской моноклинали (юго-восточнее Россоши), в пределах Первомайско-Чирской моноклинали и в Преддонецком прогибе бобриковские породы представлены мелководными морскими отложениями, трансгрессивно перекрывающими различные горизонты визе и турне. Сохранившаяся верхняя часть сложена переслаиванием глин серых, аргиллитоподобных, известковистых и известняков глинистых, нередко окремнелых, с редкими прослоями песчаников темно-серых, мелкозернистых, кварцево-слюдистых. Выделен комплекс спор верхней зоны свиты. Мощность на южном склоне антеклизы – до 26 м, в Преддонецком прогибе – до 60 м [18].

На восточном склоне антеклизы бобриковские отложения распространены значительно шире нижележащих горизонтов визе. В пределах Хоперской моноклинали представлены лагунно-континентальными образованиями, залегающими на размытой поверхности турнейских отложений. Это преимущественно глины темно-серые до черных, нередко углистые, с прослоями углисто-глинистых сланцев, реже угля в нижней части разреза. Породы сильно пиритизированы, с большим количеством обуглившихся растительных остатков. Встречаются подчиненные прослои известняков детритовых, глинистых, с углистыми включениями, и песчаников темно-серых разнозернистых. Мощность – до 30 м [10, 18]. Возраст пород на восточном склоне обоснован характерным комплексом спор.

Верхневизейскому подъярсу соответствует окский надгоризонт, объединяющий тульский, алексинский, михайловский и веневский горизонты в б е л е н и х и н с к у ю с е р и ю ( $C_1^{bl}$ ). Характерно четкое ритмичное строение слагающих его горизонтов, отражающее периодическое углубление и обмеление поздневизейского бассейна. Тульский горизонт на Воронежской антеклизе, как и бобриковский, является полифациальным. Состав и мощность отложений определяется особенностями палеорельефа. В пределах Белгородской моноклинали в тульском горизонте выделяются нижняя и верхняя части (подгоризонты), различающиеся фациальным составом и характером залегания. Нижняя часть в Белгородско-Обоянско-Курской палеоводораздельной зоне сложена континентальными образованиями, перекрывающими эрозионную поверхность бобриковских отложений в палеодолинах или залегающими в более мелких палеорулах непосредственно на докембрийских породах. В междолинных пространствах они отсутствуют. Представлены чередованием песков, алевроитов, глин каолинового типа, аргиллитов, бокситоносных пород

с линзами и прослоями углей. В базальных слоях обычны крупнообломочные скопления докембрийских пород. Мощность – до 37 м.

В восточном и юго-восточном направлении континентальные образования замещаются ингрессивными отложениями, выполняющими эрозионные впадины (палеодолины). Это – песчано-алеврито-глинистые породы с редкими прослоями известняков и углей (0,1–0,4 м). Глины известковистые, тонко-слоистые, с раковинами брахиопод, пелеципод, гастропод. В кровле – остатки корневой системы лепидофитов. Мощность – до 20 м. Восточнее, в районе Нового Оскола и Россоши развиты лагунные отложения, представленные глинами, серыми песчанистыми и черными углистыми, с прослоями угля, с конкрециями марказита. На отдельных участках Россошанской лагуны развиты песчаники и алевролиты. Мощность – до 10 м. Лагунные отложения заключают комплекс спор раннетульского возраста. Континентальные и ингрессивные отложения перекрываются фациями мелководного опресненного бассейна, развитыми спорадически и захватывающими некоторые междолинные участки, сложенные докембрийскими породами. Это глины темно-серые, углистые, коричневатые, с прослоями известняков серых, коричневых, полидетритовых, с брахиоподами, пелециподами, криноидеями, водорослями и комплексом фораминифер. Мощность – до 17 м. Верхняя часть горизонта представлена морскими и лагунными фациями. Мелководные морские образования широко распространены вплоть до Курского грабена, трансгрессивно перекрывают отложения нижнего подгоризонта, а местами – докембрийские породы, за исключением наиболее высоких участков Белгородско-Обоянского палеоводораздела. В основании залегают песчаники, конгломераты, алевриты и песчаные глины. Выше – обычно глины, аргиллиты темно-серые известковистые, известняки с комплексом фораминифер. Мощность – до 13 м. Лагунные отложения, развитые в Россошанской лагуне, представлены алевролитами с линзами пиритизированных глин. Мощность – первые метры [30].

На большей части южного склона и на востоке антеклизы тульский горизонт представлен мелководными морскими фациями, с размывом залегающими на бобриковских или турнейских отложениях. На Первомайско-Чирской моноклинали внизу залегают алевролиты и песчаники темно-серые, кварцево-слиудистые, с карбонатным цементом. Вверх по разрезу появляются прослойки окремненных известняков, которые выше становятся преобладающими. Известняки серые или коричневатые-серые, полидетритовые, с конкрециями кремней, с прослоями аргиллитов темно-серых, известковистых, алевритистых, с углистыми прослойками и примазками, с растительными остатками. В известняках – обильная фауна брахиопод, остракод, кораллов, мшанок, фораминифер. Мощность – до 70 м [30].

На восточном склоне антеклизы тульский горизонт с размывом залегает на бобриковских или турнейских отложениях. Здесь развиты мелководные морские образования различного литологического состава. На Хоперской моноклинали преобладают терригенные породы: глины темно-серые, черные, местами алевритистые, с обуглившимися растительными остатками, обломками фауны, нередко пиритизированные, неравномерно переслаивающиеся с песчаниками кварцево-слиудистыми, тонко- и мелкозернистыми глинистыми, реже с алевролитами. Встречаются маломощные прослойки известняков мелкозернистых,

реже биоморфно-детритовых, глинистых, а на западе – прослой углистых сланцев и углей. Мощность не превышает 6–10 м.

Алексинский горизонт на южном склоне антеклизы представлен разнофациальными отложениями. На западе Белгородской моноклинали нижняя часть разреза сложена континентальными каолиновыми глинами и алевроитами, с прослойками угля, с остатками растений. Выше залегают углистые алевроитистые глины и алевроиты лагунного облика. На площади Россошанской лагуны развиты лагунные отложения: внизу – алевроиты и песчаники темно-серые, тонкозернистые, с карбонатным цементом, с прослоями углистых сланцев, вверху – известняки с сульфидной минерализацией, с остатками фауны. На востоке Белгородской моноклинали, в пределах Первомайско-Чирской моноклинали развиты мелководные морские отложения, согласно залегающие на тульских. Это – известняки серые фораминиферово-детритовые, часто микрослоистые, глинистые, местами окремненные и перекристаллизованные, с углито-глинистыми примазками, прослойками угля и углистых глин. Местами в основании наблюдаются прослой песчаников, алевролитов или глин, а в верхней части разреза – прослой ризоидных известняков со следами стигмарий. Мощность горизонта увеличивается к югу до 69 м [18, 30].

Михайловский горизонт представлен преимущественно в морских фациях (мелководной зоны и открытого мелкого моря), соответствующих максимуму визейской трансгрессии. Морские отложения согласно залегают на породах алексинского горизонта, а в пределах Белгородско-Обояньского палеоводораздела почти полностью перекрывают докембрийские выступы. Континентальные образования, выделяемые в составе беленихинской серии, развиты только на крайнем западе Белгородской моноклинали (уч. Белгород–Обоянь) и представлены терригенными отложениями: песками, глинами. Лагунные отложения известны на уч. Новый Оскол–Россошь (Россошанская лагуна). Это темно-серые алевролиты с пеллециподами, вверху с прослоями шламовых известняков. Морские отложения на южном склоне (Белгородская и Первомайско-Чирская моноклинали) представлены известняками серыми, детритовыми, водорослевыми, микрозернистыми, микрослоистыми, глинистыми, частично перекристаллизованными, кальцитизированными или окремненными. В верхней части – прослой ризоидных известняков. Имеются прослой глин темно-серых, черных до углистых, реже алевролитов и песчаников. На Белгородской моноклинали известняки подстилаются глинами черными или песками. Породы охарактеризованы комплексами фораминифер. Мощность – до 55 м [10,30].

Веневский горизонт на большей части Воронежской антеклизы согласно залегает на известняках михайловского горизонта и лишь на западе Белгородской моноклинали перекрывает отдельные выступы докембрийских образований. Представлен морскими фациями преимущественно карбонатного состава. В пределах Белгородской моноклинали развиты мелководные известняки, мелкодетритовые, криноидные и водорослевые, часто пятнистые. На Первомайско-Чирской моноклинали и южнее преобладают глубоководные фораминиферово-детритовые, массивные и микрослоистые разности. Отмечаются редкие прослой ризовидных известняков и седиментационных доломитов. Известняки участками окремнены, перекристаллизованы и



кальцитизированы, содержат обильную разнообразную фауну: брахиоподы, мшанки, кораллы, криноидеи, фораминиферы. Терригенные породы (глины, алевроиты) встречаются на западе Белгородской моноклинали в виде подчиненных прослоев. Лишь в районе Курска веневские отложения, заполняющие палеодолину, представлены глинистыми алевроитами, с редкими прослоями известняков. Мощность горизонта на южном склоне – до 30–35 м, в районе Курска – до 52,5 м.

Беленихинская серия является континентальным аналогом морских и лагунных фаций окского надгоризонта. Она развита на западе Воронежской антеклизы (Белгородско-Обояньский район). Выполняет сеть долин, врезанных в склоны гряд докембрийских пород на глубину до 100 м. Ширина долин от 100–400 м до 3–5 км. Элювиально-аллювиально-пролювиальные образования, залегающие в тальвегах, представлены конгломератами, брекчиями, состоящими из крупнообломочного материала, являющегося продуктом разрушения железистых кварцитов и гранитоидов докембрия. Верхняя часть серии сложена глинами сухарными углистыми, углями, бокситоподобными и перекристаллизованными бокситами элювиальных, озерно-болотных, пойменных и других континентальных фаций. Фаунистически серия не охарактеризована. Возраст отдельных пачек определяется по условиям залегания и по фациальному замещению морскими отложениями, охарактеризованными окской фауной. Перекрываются частично морскими серпуховскими отложениями. Максимальная мощность – до 230 м.

В пределах рассматриваемой части Преддонецкого прогиба и Донбасса вскрыта карбонатная часть разреза турнейского и визейского ярусов, представленная мокроволновахской и межевой свитами, сложенными известняками сероцветными детритовыми, водорослевыми, водорослево-фораминиферовыми, часто перекристаллизованными или доломитизированными, с остатками брахиопод, криноидей, остракод; с редкими пропластками бурых углей. По комплексам фораминифер в исследуемой толще установлены аналоги всех горизонтов турнейского и визейского ярусов Русской плиты. Мощность – до 1040 м.

Серпуховской ярус делится на два подъяруса, которым в региональной схеме отвечают заборьевский и старобешовский надгоризонты. Наиболее полный разрез яруса отмечается на южном склоне Воронежской антеклизы, где мощность достигает 150 м, на восточном склоне она сокращается вследствие размыва до 100 м. Представлен ярус нормально морскими карбонатными отложениями трансгрессивно-регрессивного характера. Граница распространения серпуховских отложений на склонах Воронежской антеклизы, по сравнению с визейскими, смещена на юг и восток.

Заборьевский надгоризонт в пределах антеклизы расчленяется на тарусский и стешевский горизонты, которым соответствуют одноименные свиты, объединенные в единую толщу (C<sub>1</sub>tr+st) из-за мелкого масштаба карты. Тарусский горизонт залегает согласно на веневском и лишь на крайнем западе, на выступах кристаллического фундамента Белгородско-Обояньского палеоводораздела перекрывает породы докембрия. Представлен преимущественно известняками, лишь на западе преобладают глины. Известняки светло-серые биоморфно-полидетритовые, неравномерно глинистые. На большей части

Белгородской моноклинали известняки имеют мелководный облик и представлены неяснослоистыми слабоглинистыми разностями. На Первомайско-Чирской моноклинали и на восточном склоне антеклизы известняки более глубоководные, массивные и микрослоистые, перекристаллизованные, в различной степени доломитизированные, часто пиритизированные, с желваками кремня. Возраст пород обоснован комплексом фораминифер. Мощность на склонах антеклизы – до 40–47 м [10,18, 30].

Стешевская свита согласно залегает на тарусской. Представлена преимущественно известняками светло-серыми массивными и неяснослоистыми, биоморфно-полидетритовыми, обычно перекристаллизованными, кавернозными, частично доломитизированными, местами окремненными, с желваками кремня, вверху иногда брекчированными. В известняках содержится разнообразная фауна: брахиоподы, пелециподы, кораллы, фораминиферы, остракоды. В верхней части разреза встречаются прослои глин светло-серых известковистых, слоистых, изредка доломитов. Содержание глин увеличивается к западу, и в Белгородско-Обоянском районе они преобладают. Возраст пород обоснован комплексами фораминифер. Мощность на склонах антеклизы – до 42–47 м.

В пределах рассматриваемой части Донбасса заборьевскому надгоризонту соответствует с а м а р с к а я с в и т а ( $C_1sm$ ), залегающая согласно на отложениях верхней части визейского яруса и представленная чередованием аргиллитов, алевролитов, песчаников и известняков темно-серых, крепких, перекристаллизованных и органогенно-обломочных с пластами голубых аргиллитов в основании. Выделяются маркирующие прослои известняков с комплексом фораминифер нижнего подъяруса серпуховского яруса. Мощность свиты достигает 340 м.

Старобешовский надгоризонт в объеме п р о т в и н с к о й с в и т ы ( $C_1pr$ ) развит на южном склоне Воронежской антеклизы. Он залегает на стешевском со следами осушения, обмеления и, местами, размыва. На южном склоне антеклизы в основании обычно наблюдаются прослои аргиллитов, алевролитов, иногда песчаников или песков, на восточном – слой глинистого известняка. Сложен преимущественно известняками белыми и светло-серыми биоморфно-полидетритовыми. Характерно пятнистое окремнение, крупные кальцитизированные каверны, различная степень доломитизации, пиритизация. Вверху известняки иногда микрозернистые, с примесью глинистого материала, с подчиненными прослоями глин, иногда каолинитовых, а также аргиллитов. На востоке известняки нередко сахаровидные. Породы содержат много кораллов, брахиопод, пелеципод, криноидей, фораминифер. Для верхней части разреза характерно обеднение фауной. Общая мощность на южном склоне – до 60 м.

Юго-восточнее г. Валуйки, захватывая участки Государственной границы, в составе старобешевского надгоризонта выделяется л о з и н с к а я с в и т а ( $C_1lz$ ) запалтубинского горизонта, представленная мелководными известняками светло-серыми биоморфно-полидетритовыми, с прослоями органогенных, с линзами конгломератовидных и брекчиевидных разностей. Известняки кавернозные, участками окремненные. В основании разреза прослеживается



прослой темно-серого аргиллита. Породы охарактеризованы комплексами фораминифер. Мощность свиты в стратотипе – до 40 м.

В пределах рассматриваемой части Донбасса старобешовскому надгоризонту соответствует кальмиуская свита ( $C_{1-2}kl$ ), верхи которой датируются уже средним карбоном. Это толща переслаивания известняков, аргиллитов и песчаников, залегающая согласно на нижележащих породах. Известняки серые массивные скрытокристаллические, очень крепкие, перекристаллизованные и участками окремненные. Микрофаунистические комплексы в составе двух микрофаунистических зон, выделенные из прослоев известняков, характеризуют возраст вмещающих пород как позднесерпуховский и раннебашкирский. Мощность – до 200 м.

## СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

Среднекаменноугольные отложения представлены башкирским и московским ярусами, сложенными преимущественно морскими, реже лагунными фациями карбонатно-терригенного состава. Граница их распространения на склонах Воронежской антеклизы значительно смещена к югу и востоку по сравнению с нижнекаменноугольными.

Башкирский ярус представлен ритмично построенной толщей пород, в которой относительно глубоководные известняки чередуются с мелководными, а в верхней части разреза – и лагунными отложениями. На южном склоне антеклизы преобладают мелководные, иногда прибрежно-морские и лагунные фации. Наибольшей мощности башкирские отложения достигают на юге Первомайско-Чирской моноклинали и в Донбассе. На восточном склоне антеклизы их мощность не превышает 170 м. В составе башкирского яруса выделены пять горизонтов: краснополянский, северокельтменский, прикамский, черемшанский и мелекесский. Из них три нижних объединены в толщу ( $C_{2kr} + pk$ ), вследствие однородности литологического состава и малой мощности на южном и восточном склонах антеклизы, где они соответствуют нижнебашкирскому подъярису в целом.

Краснополянский горизонт со значительным размывом залегает на различных горизонтах серпуховского яруса. На южном склоне антеклизы ему отвечает стрельцовская свита, сложенная известняками микро- и тонкозернистыми прослоями детритовыми, мелкокомковатыми или брекчиевидными, иногда оолитовыми или стигмариевыми, часто кавернозными, перекристаллизованными, частично окремненными. В основании обычно глины известковистые, с обломками известняков и кремней. На Белгородской моноклинали повышается глинистость известняков, появляются прослои алевролитов и аргиллитов. Определен характерный комплекс фораминифер. Мощность на северных участках – до 36 м, на юге Первомайско-Чирской моноклинали – до 60 м. На восточном склоне антеклизы развиты известняки серые, органогенно-обломочные, детритовые, иногда ступково-микрокомковатые, редко микророзернистые, неравномерно перекристаллизованные, местами доломитизированные, с прослоями доломитов, с характерным комплексом фораминифер. Мощность – до 27 м.

Северокельтменский горизонт согласно залегает на краснополянском, местами трансгрессивно на нижнем карбоне. Представлен мелководно-морскими карбонатными фациями. На южном склоне ему соответствует великоцкая свита, сложенная известняками серыми, микрозернистыми, мелкокомковатыми, прослоями детритовыми, оолитовыми, частично перекристаллизованными, с пленками битумов, с прослойками углей, на западе – известковистых глин и алевролитов. Мощность от 28 м на севере до 60 м на юге. На восточном склоне – известняки светло-серые, внизу преимущественно микро- и тонкозернистые, выше органогенно-обломочные, прослоями доницелловые, иногда оолитовые, перекристаллизованные, с прослоями доломитов, серых глин или аргиллитов. Мощность не превышает 30 м. Возраст обоснован комплексами фораминифер [10].

Прикамский горизонт с постепенным переходом залегает на северокельтменских, местами трансгрессивно на серпуховских отложениях. На южном склоне антеклизы ему соответствует бондаревская свита. Это известняки серые, преимущественно фораминиферо-детритовые, чередующиеся с микрозернистыми, иногда оолитовыми или глинистыми, местами пятнистые, частично перекристаллизованные, с доницеллами, гидрактиниями, фораминиферами. Встречаются углистые и битуминозные прослойки, желваки кремней, на западе – прослойки аргиллитов зеленовато-серых, с вишнево-красными пятнами. Мощность – от 12 м на севере до 82 м на юге [18]. На восточном склоне горизонт представлен чередованием известняков детритовых, органогенно-обломочных или оолитовых и доломитов. Отмечаются редкие тонкие прослойки глин. Мощность – до 33 м [10, 18]. Возраст пород подтвержден характерными комплексами фораминифер.

В пределах Донбасса отложениям краснополянского, северокельтменского и прикамского горизонтов соответствует объединенная толща амбросиевской и мандрыкинской свит ( $C_{2am} + mn$ ), сложенная аргиллитами, алевролитами, песчаниками и известняками серыми и темно-серыми скрытокристаллическими и органогенно-детритовыми; с прослоями глин и углей. Мощность – до 510 м.

Черемшанский горизонт ( $C_2\check{m}$ ) залегает на прикамском со следами размыва. На южном склоне антеклизы выделены две свиты: донцовская и беловодская [18]. По северной периферии склона в донцовской свите преобладают известняки светло-серые органогенные, полидетритовые, реже микрозернистые, внизу сахаровидные, иногда оолитовые, вверху – брекчиевидные и стигмариевые, частично окремненные. Имеются прослойки алевролитов, аргиллитов, углей, пленки битумов. В южном направлении карбонатные породы постепенно замещаются терригенными: темно-серыми алевролитами и аргиллитами с редкими прослоями песчаников и глинистых известняков. На юге Первомайско-Чирской моноклинали свита полностью сложена терригенными породами. Возраст пород определен по комплексу фораминифер. Мощность на севере – до 63 м, на юге – до 215 м [10]. Беловодская свита имеет преимущественно терригенный состав. Представлена чередованием морских и прибрежно-морских фаций. Это ритмичное переслаивание алевролитов и песчаников мелкозернистых известковистых, косослоистых, аргиллитов или глин зеленовато-серых известковистых с включениями сидеритов.

В свите содержится до 12 пластов известняков (из них четыре маркирующих), до 10 прослоев и пластов углей (из которых два достигают рабочей мощности). Известняки глинисто-песчанистые, детритовые, прослоями водорослевые, в нижней части спонголитовые, с включениями кремней, с богатой фауной фораминифер, брахиопод, криноидей, остракод, со спикулами губок, доницеллами. В северном направлении возрастает роль известняков и аргиллитов и уменьшается угленосность. Мощность на севере – до 60 м, на юге Первомайско-Чирской моноклинали – до 480 м [18]. На восточном склоне антеклизы горизонт представлен глинами темно-серыми, переходящими по простиранию в алевролиты или мергели, местами пиритизированными, с желваками сидеритов, с остатками пеллеципод, растений, спорово-пыльцевым комплексом. Имеются прослой алевролитов, глинистых песчаников органо-генно-обломочных, глинистых. Мощность – до 72 м [10, 18].

В пределах Донбасса отложения черемшанского горизонта представлены циклическим переслаиванием темно-серых песчаников, алевролитов, аргиллитов и глинистых известняков с пластами угля смоляниновской ( $C_2sl$ ) и моспинской ( $C_2ms$ ) свит суммарной мощностью до 1350 м.

Мелекесский горизонт ( $C_2mk$ ) согласно залегает на черемшанском, представлен мелководно-морскими и прибрежно-морскими образованиями. На южном склоне антеклизы мелекесскому горизонту соответствует дубовецкая свита [18], верхняя часть которой значительно эродирована в результате предверейского размыва; на северо-западе Первомайско-Чирской моноклинали мелекесские отложения отсутствуют. Свита сложена ритмичным переслаиванием известняков серых, иногда с красно-бурыми пятнами, шламово-детритовых, водорослевых, иногда микрозернистых, глинистых, с алевролитами, аргиллитами, песчаниками зеленовато- и светло-серыми известковистыми, мелкозернистыми и углями. Содержится до 12 прослоев известняков (из них шесть маркирующих), количество которых уменьшается к югу. В известняках разнообразная фауна: фораминиферы, брахиоподы, криноидеи, остракоды, водоросли. Количество пластов углей достигает семи, из них два на юге имеют рабочую мощность. Угленосность уменьшается к северу. Мощность – на севере 54 м, в центральной части Первомайско-Чирской моноклинали 160–240 м, на юге – до 372 м [10]. На восточном склоне горизонт сложен переслаивающимися сероцветными глинами, алевролитами и песчаниками полимиктовыми, мелкозернистыми, с глинисто-карбонатным цементом. Имеются тонкие прослой известняков с характерными формами фораминифер. Мощность – до 192 м.

В пределах Донбасса отложения мелекесского горизонта представлены белокалитвенской ( $C_2bk$ ) свитой мощностью до 550 м [157], сложенной ритмичным переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов с прослоями известняков и углей. Прослой известняков выдержаны по площади и являются четкими маркирующими горизонтами. Белокалитвенская и смоляниновская свиты характеризуются промышленной угленосностью, в них насчитывается до 24 угольных прослоев, достигающих рабочей мощности (0,45–0,6 до 1,6 м). Для белокалитвенской свиты характерны мощные (до 20–60 м) пачки песчаников. Нижняя часть разреза в восточном направлении сменяется алевролитно-аргиллитовой флишоидной толщей, мощностью до 1100 м [18]. Судя

по комплексам фораминифер, башкирские отложения Донбасса отвечают всем пяти горизонтам Русской плиты [10, 18, 157].

Московский ярус на южном склоне антеклизы (Белгородская, Первомайско-Чирская моноклинали, Преддонецкий прогиб) представлен чередованием морских, прибрежно-морских, иногда лагунных фаций. Мощность яруса на южном склоне Воронежской антеклизы увеличивается к югу и достигает 830 м на юге Первомайско-Чирской моноклинали и 1330 м в Преддонецком прогибе, в Донбассе превышает 3000 м. В составе яруса выделено четыре горизонта: верейский, каширский, подольский и мячковский, двум верхним из которых соответствуют одноименные свиты.

Верейская свита ( $C_2vr$ ) на южном склоне антеклизы залегает на глубоко эродированной поверхности мелекесского горизонта. Нижняя часть верейских отложений также размыта. Низы горизонта сложены глинами серыми и пестроцветными, иногда аргиллитоподобными, местами опесчаненными, переходящими в алевроиты, с прослоями алевролитов, песчаников полимиктовых, тонко- и мелкозернистых, с растительными остатками, реже – мергелей и известняков органогенно-детритовых, с фораминиферами, брахиоподами, остракодами, доницеллами. Содержится до семи пластов углей мощностью до 0,3 м (на юге). В верхней части горизонта преобладают переслаивающиеся глины серые и известняки белые, пелитоморфные или детритовые, часто глинистые, иногда кавернозные. Мощность горизонта – до 65 м на северных участках и до 193 м на юге Первомайско-Чирской моноклинали [10, 18]. На восточном склоне антеклизы верейские отложения обычно со следами размыва залегают на мелекесских. Представлены переслаиванием глин, алевролитов, песчаников, с подчиненными прослоями известняков, реже доломитов. Преобладают глины серые, зеленовато-серые, на западе иногда пестроокрашенные, с пиритом, сидеритом, с растительными остатками. Песчаники зеленовато-серые, кварцевые, слюдястые, иногда глинистые, от мелко- до крупнозернистых, известковистые, с пиритом. Известняки органогенно-обломочные, органогенные, иногда водорослевые, местами микрозернистые, или оолитовые, кавернозные или брекчиевидные, иногда глинистые, с характерным комплексом фузулинид. В западном направлении количество слоев известняков уменьшается. Мощность – 70–240 м [18].

Каширская свита ( $C_2k\check{s}$ ) согласно залегает на верейской. На южном склоне антеклизы она представлена чередованием известняков серых, белых, детритовых (детритово-фораминиферовых), иногда микрозернистых, глин зеленовато-серых, алевролитов: сверху – с прослоями доломитов, с желваками кремней. На юге встречено до пяти прослоев углей мощностью до 0,3 м. Известняки заключают остатки брахиопод, криноидей, остракод, фузулиниды. На северных участках склона верхняя часть свиты сильно эродирована. Мощность – до 66 м на севере. На восточном склоне в разрезе преобладают известняки светло-серые детритовые, прослоями пелитоморфные, иногда микрозернистые, в различной степени глинистые, перекристаллизованные, местами доломитизированные, участками кавернозные, с линзами кремня, с прослоями и пачками терригенных пород. Это глины темно-серые, зеленовато-серые, иногда пиритизированные, песчаники полимиктовые разнозернистые, алевролиты. Прослой терригенных пород в основном приурочены к

средней части разреза. Количество их, особенно песчаников, увеличивается в южном направлении. Определены характерные комплексы фузулинид и спорово-пыльцевой комплекс. Мощность – до 200–230 м [10, 187, 188].

Подольский горизонт ( $C_2pd$ ) в пределах антеклизы развит только на юге Первомайско-Чирской моноклинали и в Преддонецком прогибе. Отложения его согласно залегают на каширских. На южном склоне горизонт сложен ритмично чередующимися зеленовато-серыми аргиллитами, алевролитами, песчаниками и известняками. Отмечено до 17 пластов известняков (из них семь маркирующих) светло-серых микрозернистых или детритовых, с фораминиферами, брахиоподами, мшанками, кораллами, остракодами. Количество пластов известняков возрастает в восточном направлении. Имеются маломощные прослои углей. Мощность – до 252 м на юге Первомайско-Чирской моноклинали [10]. На восточном склоне преобладают известняки сероцветные органогенно-обломочные, микрозернистые или пелитоморфные, прослоями фузулиновые, водорослевые, иногда комковатые, неравномерно глинистые, перекристаллизованные, местами доломитизированные, с линзами и жеодами кремней, с прослоями доломитов, глин зеленовато-серых, известковистых, неравномерно алевритистых, алевролитов, реже мергелей. В известняках заключена обильная фауна: брахиоподы, кораллы, мшанки, характерный комплекс фузулинид.

Мячковский горизонт ( $C_2m\check{c}$ ) согласно залегают на подольском. В пределах Первомайско-Чирской моноклинали представлен ритмичным переслаиванием зеленовато-серых алевролитов, аргиллитов, с подчиненными прослоями песчаников, известняков, реже доломитов, с тонкими прослойками углей. В разрезе до 15 пластов известняков (из них четыре – маркирующие). В восточном направлении количество пластов уменьшается, но мощность их увеличивается до 25 м. Известняки микро- и тонкозернистые, иногда детритово-фораминиферовые, участками доломитизированные, слегка перекристаллизованные, с комплексом фораминифер. Мощность на юге Первомайско-Чирской моноклинали 130–240 м.

В пределах Донбасса отложения московского яруса представлены чередованием морских, прибрежно-морских и болотных фаций. Согласно залегают на породах башкирского яруса. По комплексам фузулинид, миоспор, флоры в составе яруса выделены четыре свиты, литологически сходные, разделенные маркирующими пластами известняка (снизу вверх): каменная  $C_2km$  – 220–730 м; алмазная  $C_2al$  – 185–600 м; горловская  $C_2gr$  – 240–1080 м; исаевская  $C_{2-3}is$  – 360–930 м. Свиты сложены циклически переслаивающимися мощными пачками сероцветных песчаников, алевролитов, аргиллитов, известняков и пластов угля. Известняки мелкозернистые, детритовые, детритово-фораминиферовые, детритово-шламовые, местами доломитизированные. Характерной особенностью московских отложений Донбасса является их высокая угленасыщенность, приуроченная к трем нижним свитам. Наиболее угленосной является каменная свита, в которой насчитывается большое количество угольных пластов рабочей мощностью 0,45–1,3 м. Фауна в известняках обильна и разнообразна: брахиоподы, криноидеи, морские ежи, кораллы, мшанки, пелелиподы (морские и пресноводные), водоросли. Встречаются скопления

остатков наземных растений. По комплексам фораминифер в отложениях московского яруса Донбасса установлены аналоги верейского (каменная свита), каширского (алмазная свита), подольского (горловская свита) и мячковского (исаевская свита) горизонтов Русской плиты [10, 157].

## ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Верхнекаменноугольные отложения развиты на склонах Воронежской антеклизы: на юге Первомайско-Чирской моноклинали, в Преддонецком прогибе и в пределах Донбасса, где выполняют центральные части узких синклинальных складок. Они представлены чередованием прибрежно-морских и морских образований и обнажаются только в долине р. Быстрая и по ее притокам, где слагают осевые зоны крупных синклиналей. В зоне Преддонецкого прогиба породы верхнего отдела пройдены глубокими скважинами, а в Донбассе местами выходят на поверхность. В составе верхнего отдела выделяются исаевская свита, низы которой относятся еще к верхам мячковского горизонта среднего карбона, но большая часть разреза – к верхнему отделу, а также авиловская и араукаритовая свиты.

**Авиловская свита ( $C_3av$ ).** Отложения свиты выходят на поверхность по балкам, впадающим в р. Быстрая южнее пос. Быстрогорский: Казачьей, Грачи, Вязовая, Соколовская, Западная и вскрыты скважинами в Преддонецком прогибе. Разрез свиты сложен аргиллитами, алевролитами и песчаниками серого и буровато-серого цветов, местами пестроцветными, с полным отсутствием углистых пластов.

Известняки серые и светло-серые детритовые, детрито-шламовые, микрозернистые, составляющие до 19 % разреза при мощности до 10 м. Из известняков выделен обширный комплекс фораминифер хамовнического, дорогомилловского и добрятинского горизонтов касимовского и низов гжельского ярусов верхнего карбона, входящие в состав микрофаунистических зон *Montiparus montiparus*, *Triticites acutus* – *T. quasiarcticus* и *Triticites rossicus*–*T. stuckenbergi*. Мощность авиловской свиты в Донбассе составляет 850 м, в зоне Первомайско-Чирской моноклинали – 174 м.

**Араукаритовая свита ( $C_3ar$ ).** Выходит на поверхность только на юге изученной площади на небольшом участке между балками Западная и Фоминка и пройдена буровыми скважинами как в Донбассе, так и в зоне Первомайско-Чирской моноклинали. Отложения свиты согласно залегают на породах авиловской свиты. Отложения свиты представлены микрозернистыми полимиктовыми песчаниками (17,3 %) и известняками (18,9 %), алевролитами (30,6 %) и аргиллитами (33,2 %). Среди известняков (до 12 прослоев мощностью от 3 до 12 м) преобладают детритовые, детритово-шламовые и фузулинидовые, в которых встречены фораминиферы верхней части гжельского яруса, входящие в состав двух микрофаунистических зон: *Jigulites jigulites* и *Daixina sokensis*, а также брахиоподы, мшанки, криноидеи, остракоды. Мощность араукаритовой свиты составляет 237 м на Скосырской площади и 129 м на Хлоповской.



## ПЕРМСКАЯ СИСТЕМА

Отложения пермской системы согласно залегают на породах верхнего карбона и занимают площади Преддонецкого прогиба. Будучи погруженными на глубину от 400–550 до 600–800 м, они не имеют выхода на дневную поверхность. На данной территории пермь представлена ассельским ярусом нижнего отдела. Он подразделяется на калитвенскую и скосырскую свиты. Отложения пермского возраста совместно с верхней частью араукаритовой свиты верхнего карбона начинают регрессивную серию, достигшую своего апогея к началу сакмарского века.

Калитвенская свита ( $P_{1kl}$ ) представлена карбонатно-терригенной толщей, близкой по строению к каменноугольной толще. В ее состав входят аргиллиты, алевролиты и песчаники с прослоями известняков. Аргиллиты составляют 50–60 % объема всех пород. Они в основном темно-серые, местами коричневые, иногда известковистые, массивные и линейнослоистые, с пленками и кристаллами пирита, с отпечатками различной флоры и фауны. Песчаники и алевролиты (9–12 и 20–22 % соответственно) серые с различными оттенками, мелкозернистые, полимиктовые, некарбонатные, глинистые, массивные и линейнослоистые. Известняки (11–14 %) темно-серые и светло-серые, местами с различными оттенками, мелко- и скрытокристаллические, доломитизированные (иногда переходящие в доломиты), массивные, органогенно-обломочные, шламовые, детритусовые. В известняках присутствуют остатки брахиопод, мшанок, кораллов, трилобитов, моллюсков, криноидей, иглокожих, рыб; конодонты, редкие отпечатки наземных растений, а также фораминиферы *Rugosofusulina stadilis* R a u s., *Quasifusulina rina beedei* K n i k. и др., определяющие низы ассельского яруса. Общая мощность калитвенской свиты – до 120 м.

Отложения скосырской свиты ( $P_{1ss}$ ) залегают на калитвенской согласно. Свита представлена переслаиванием известняков с терригенными породами, составляющими от 5 до 10 % объема всей толщи. Известняки светло-серые до белых, местами с различными оттенками другого цвета, от тонко- до крупнокристаллических, часто доломитизированные, органогенно-обломочные, детритовые и шламовые. Встречаются подчиненные прослои доломитов и, реже, аргиллитов и песчаников, по своему составу аналогичных породам калитвенской свиты, но с преобладанием пестрой окраски. Кроме того, в известняках встречаются линзы и кремнистые стяжения диаметром до 3–5 см. В отложениях скосырской свиты найдены брахиоподы, кораллы, моллюски, мшанки, остракоды, водоросли, а также фораминиферы: *Schwagerina moelleri* R a u s., *Sch. sphaerica* S c h e r b., *Schubertella paramelonica* S u l., *Sch. sphaerica* S u l., *Pseudofusulina paralatorialis* K i r., *fecunda* S h a m. e t S c h e r b., *Ps. portentosa* S h a m., *Ps. gregaria* L e e, *Ps. cf. uralica* K r o t., *Rugosofusulina paralatorialis* S u l. и др., определяющие верхнюю часть ассельского яруса. В основании толщи значительную породообразующую роль играют водоросли *Dvinella*. Мощность отложений скосырской свиты достигает 180 м, уменьшаясь в северном направлении, что, очевидно, связано с последующими размывами.



## МЕЗОЗОЙ

Из отложений мезозойского возраста на данной территории распространены ниже- и среднетриасовые, юрские и меловые образования.

### ТРИАСОВАЯ СИСТЕМА

Породы триасового возраста на дневную поверхность не выходят и вскрываются при бурении под покровом меловых отложений в пределах Преддонецкого прогиба. Здесь триас представлен яренским надгоризонтом ( $T_1jar$ ) нижнего отдела (березовская и липовская свиты оленекского яруса), а также акмайским ( $T_2ak$ ) и забурунским ( $T_2zb$ ) надгоризонтами среднего отдела (соответственно морозовская и сарпинская свиты анизийского и ладинского ярусов).

Отложения этого возраста залегают с размывом и угловым несогласием на различных горизонтах каменноугольных и пермских пород, перекрываясь комплексом меловых и кайнозойских отложений. В целом породы триасового возраста представляют собой терригенные континентальные пестроцветы, составляющие с пермскими отложениями единую регрессивную серию в полных разрезах за пределами изученной площади.

Березовская свита распространена в структурно-фациальной зоне Преддонецкого прогиба и юга Первомайско-Чирской моноклинали, залегают с размывом на палеозойских породах и представлена двумя литологическими пачками. Нижняя из них, базальная пачка сложена красноцветными песчаниками, алевролитами и глинами с прослоями гравелитов, конгломератов, брекчий. Она выполняет неровности рельефа и залегают на глубинах до 978 м. Мощность ее достигает 60 м. Верхняя пачка, существенно глинистая, красноцветная, содержит незначительные прослои песчаников и алевролитов. Мощность ее 80 м. Свита охарактеризована конхостраками, остракодами, харофитами, доказывающими принадлежность ее к низам оленекского яруса. Общая мощность свиты достигает 130 м.

Липовская свита залегают согласно на отложениях березовской свиты и распространена на том же участке территории, что и нижележащая, но площадь ее развития много меньше. Сложена свита пестроцветными песчано-глинистыми породами с маломощными прослоями голубовато-серых мергелей и глинистых известняков. Охарактеризована фауной *Parotosuchus*, остракодами и харофитами, однозначно датирующими возраст вмещающих пород оленекским ярусом нижнего триаса. Мощность свиты – до 120 м.

Морозовская свита ( $T_2mr$ ) распространена в структурно-фациальной зоне Преддонецкого прогиба, где она занимает небольшие площади в осевой зоне прогиба. Отложения свиты согласно залегают на липовских образованиях и сложены пестроцветными терригенно-глинистыми породами, которые подразделяются на три пачки (снизу вверх) – глинистую, алевритово-песчаную и алевритово-глинистую. Свита содержит комплексы остракод и харофитов, позволяющие относить ее к акмайскому надгоризонту среднего триаса. Мощность свиты достигает 275 м на Морозовской площади.

Сарпинская свита ( $T_2sr$ ) залегает с перерывом на породах морозовской свиты и развита на Морозовской площади и к востоку от нее. В основании свиты – пестроцветные глины мощностью до 75 м, а выше – переслаивание пестроцветных глин, алевролитов, реже песчаников, в подчиненном количестве присутствуют прослой и линзы доломитов с перекристаллизованными органическими остатками. Породы содержат комплекс остракод зоны *Gemmanella schweyeri*, *G. parva*, миоспоры, определяющие забурунский надгоризонт ладинского яруса. Мощность свиты достигает 320 м.

## ЮРСКАЯ СИСТЕМА

Отложения нижней юры на рассматриваемой территории отсутствуют. Средне- и верхнеюрские отложения сохранились от предмелового размыва на значительной площади на западе территории, а также фрагментарно у ее северной и восточной рамок. На дневную поверхность юрские породы выходят лишь в районе Доно-Медведицкого вала, а на остальной территории вскрыты многочисленными скважинами. Согласно легенде Центрально-Европейской серии листов [117], юрские отложения на изученной площади выделены в составе гнилушкинского горизонта (аален–нижний байосс), мешчерского надгоризонта (верхний байосс–бат), александровского надгоризонта (келловей–кимеридж).

Отложения гнилушкинского горизонта ( $J_2gn$ ) выполняют эрозионные понижения доюрского рельефа. Они вскрыты скважинами в пределах Белгородской моноклинали южнее пос. Пристенъ и западнее Прохоровки (орельская свита). Представлена она преимущественно континентальными фациями. Верхнюю часть разреза свиты обычно занимают глины коричневатого-серые до темно-серых, песчаные, с обилием мелкого обуглившегося растительного детрита, иногда с примесью мелкочешуйчатой гидрослюды. Вниз по разрезу они сменяются алевролитом или песком серым с коричневатым оттенком, мелко-тонкозернистым кварцевым с конкрециями слабого и крепкого песчаника на сидеритовом цементе. Ниже по разрезу в отдельных скважинах наблюдается прослой темно-серой до зеленовато-серой песчаной плотной глины, мощностью до 0,2 м. В основании разреза залегают или гравелит кварцевый на глинистом цементе или такой же по составу разнотоннозернистый, несортированный песок.

Палеонтологически на площади работ свита охарактеризована только единственной находкой аммонита *Sphaeroceras* sp., типичного для верхнего байосса [144]. Мощность 25 м.

Мешчерский надгоризонт ( $J_2mšč$ ) четко подразделяется на два горизонта: подлужный (верхний байосс–нижний бат) и мокшинский (средний–верхний бат). К отложениям подлужного горизонта относятся морские, преимущественно глинистые образования, трансгрессивно залегающие либо на нижележащих юрских, либо на палеозойских породах. Наибольшей полнотой характеризуются разрезы в пределах Белгородской моноклинали.

В приграничных с Украиной районах разрез представлен голубовато- и коричневатого-серыми неравномерно алевролитовыми и неясноплиточными глина-

ми с конкрециями сидерита (пеновская свита). Отложения охарактеризованы верхнебайосскими аммонитами *Parkinsonia doneziana* (В о г і s). Мощность – до 90 м. Выше согласно залегают алевроиты голубовато-серые, глинистые, постепенно переходящие вверх по разрезу в тонко- и мелкозернистые пески (рактитненская свита). Породы содержат раковинный детрит. Комплекс диноцист и палиноспектры носят переходный от байосса к бату характер. Мощность – до 12 м. Еще выше согласно на песках, а в отдельных разрезах с размывом на каменноугольных известняках, залегают глины светло-голубовато-серые с коричневыми разводами, тонкодисперсные, иногда неравномерно алевроитистые, неясноплощатые, с растительным детритом, обугленными остатками древесины и конкрециями сидеритов (безгинская свита). Глины содержат верхнебайосские аммониты *Parkinsonia parkinsoni* (S o w.), *Gonolkites pseudoferrugineum* (N і c o l.), *Pseudocosmoceras michalskii* (В о г і s.), а по всему разрезу фораминиферы зоны *Lenticulina volganica*–*Vaginulina dainae*, многочисленные остракоды, а в верхах разреза комплекс диноцист. Мощность – до 53 м.

На крайнем севере, в районе г. Воронеж, вскрыта пачка (4 м) светло-серых с голубоватым оттенком тонкодисперсных глин (вяжневская свита?), в которых заключены двустворки *Meleagrinnella doneziana* (В о г і s), *M. subechinata* (L a h) и характерные для бата и бат-келловея фораминиферы.

Мокшинский горизонт представлен лагунными и континентальными образованиями. В пределах западного поля распространения юры разрез начинается пачкой (до 23 м) алевроитов, согласно залегающих на нижнебатских отложениях (безгинской свите). Алевроиты светло-серые, серые, иногда бежево-коричневые тонкослоистые, неравномерно глинистые, плитчатые, с подчиненными прослоями алевроитовых глин и тонкозернистых песков (вейделевская свита). Для пород характерна тонкая субгоризонтальная слоистость ленточного типа, слабая карбонатность и присутствие растительного детрита. Отмечены единичные моллюски *Pleuromya decurtata* (P h i l l.), отпечатки стеблей и листьев папоротников *Nilssonina orientalis* Н e e г., *Coniopteris hymenophylloides* (В г г t.) и батские диноцисты.

Выше без видимых следов перерыва залегает толща (до 24 м) озерно-аллювиальных отложений, представленная разнозернистыми белыми, светло-серыми и серыми кварцевыми песками с подчиненными прослоями коричневатосерых алевроитов или серо-зеленых глин. Крупнозернистые пески русловой фации содержат гравий и пиритизированную древесину. В тонкозернистых фациях имеет место волнистая и линзовидная субгоризонтальная слоистость, обусловленная пропластками алевроитов, обогащенных растительным детритом (аркинская свита). Из песков определен палинокомплекс, характерный для бата.

Вышележащая толща (до 19 м) пойменных, озерных и болотных отложений представлена темно-серыми с коричневым оттенком или черными углистыми алевроитовыми глинами, алевроитами и реже горизонтальнослоистыми мелко-среднезернистыми глинистыми песками, содержащими батский палинокомплекс (железногорская свита).

В юго-восточной части западного поля распространения юрских отложений над вышеописанными породами залегает толща (до 10 м) песков светло-серых и серовато-коричневых разнозернистых, кварцевых, неравномерно

глинистых, содержащих верхнебатский палинокомплекс (корочанская свита). В кровле толщи отмечается рецессионный слой (0,3–0,5 м), в котором в основном сконденсированы аммониты ранне-, средне- и верхнекелловейского и ранне- и среднеоксфордского возрастов. Этот слой по простирацию к югу иногда замещается оолитовыми известняками со спикулами губок.

Суммарная мощность надгоризонта достигает 175 м.

Александровский надгоризонт ( $J_{2-3al}$ ) представлен тремя горизонтами: курдюмовским (келловей), белгородским (оксфорд) и игуменковским (кимеридж). Курдюмовский горизонт имеет относительно ограниченное распространение. На северо-западе он представлен глинами коричневато-серыми, в кровле светло-серыми, неравномерно алевритовыми, с остатками обугленной древесины, с конкреционными прослоями скрытокристаллического сидерита (фатежская свита). В районе Курска из глин были определены среднекелловейские аммониты *Kosmoceras jason* (Rein.) и фораминиферы зоны *Lenticulina cultriformis*–*L. pseudocrassa*. Однако учитывая, что на смежной с северо-запада территории в низах разреза были обнаружены типично нижнекелловейские аммониты, возраст рассматриваемых отложений принимается как ранне-среднекелловейский. Мощность – 30 м.

К востоку от линии Ивня–Обоянь–Щигры о бывшем присутствии келловей свидетельствуют находки характерных аммонитов в рецессионном слое (корочанской свиты) верхнего бата.

Белгородский горизонт распространен восточнее линии Ивня–Обоянь–Щигры на западе рассматриваемой территории. В наиболее погруженных частях Белгородской моноклинали разрез начинается зеленовато-серыми сильно алевритистыми и песчанистыми глинами, которые к северу замещаются глинистыми песками и алевритами, часто с железистыми оолитами (погромецкая свита). В основании разреза иногда прослеживается пласт светлого неравномерно песчанистого и глинистого известняка, насыщенного спикулами губок. По присутствию аммонитов *Cardioceras cordatum* (Sow.), *Euaspidoceras perarmatum* (Sow.), *Perisphinctes biplex* (Sow.) и фораминифер зоны *Ophthalmidium sagittum*–*Epistomina volgensis* установлен нижнеоксфордский возраст. Мощность не превышает 5 м.

Выше согласно залегает пачка (до 20 м) глин светло-серых с бежевым оттенком, массивных, сильно и неравномерно карбонатных, со щелнистым изломом и скорлуповидной отдельностью, с обилием пиритизированных водорослей и маломощными прослоями микрозернистого известняка, с пиритизированными обломками древесины и многочисленными ходами илоедов (висловская свита). Заключение в глинах аммониты *Cardioceras densiplacatum* Bod., *C. zenaidae* Iov., *C. tenuicostatum* Nik., *Amoeboceras alternoides* (Nik.) и фораминиферы зоны *Ophthalmidium strumosum* – *Lenticulina brestica* свидетельствуют о принадлежности отложений к верхней половине среднего и к низам верхнего оксфорда.

Выше отмечены тонкодисперсные светло-серые глины с характерным голубовато-бежевым оттенком, с пиритизированными ядрами аммонитов (яковлевская свита), среди которых из нижней части определены характерные верхнеоксфордские аммониты *Amoeboceras serratum* (Sow.), *A. tuberculatoalternans* (Nik.), *Prorasenia stephanoides* (Opp.) и фораминиферы зоны

*Lenticulina russiensis*–*Epistomina uhligi*. Мощность верхнеоксфордской части яковлевской свиты – до 27 м.

В Стойленском карьере (вблизи г. Старый Оскол) в рецессионном слое песка корочанской свиты наряду со среднеюрскими обнаружены нижнеоксфордские *Vertumnicerias mariae* (O g b.) и среднеоксфордские аммониты *Cardioceras excavatum* (S o w.), что свидетельствует о формировании корочанской свиты в период от позднего бата до среднего оксфорда. Мощность свиты не превышает 10 м.

Игуменковский горизонт развит главным образом на западе территории, севернее и северо-восточнее г. Белгород, где представлен пачкой (до 4 м) глин светло-серых с голубовато-бежевым оттенком, неясноплитчатых, карбонатных, с пиритизированными остатками водорослей (верхняя часть яковлевской свиты). Возраст подтверждает нижнекимериджский комплекс фораминифер *Lenticulina kuznetsovae*–*Epistomina praetatarsiensis*. Из других фаунистических остатков определены характерные кимериджские двустворчатые моллюски *Loripes kostromensis* Geras и аммониты *Prorasenia stephanoides* O r p. Мощность кимериджской части яковлевской свиты – до 4 м.

Верхняя часть горизонта развита в пределах Белгородской моноклинали, где с резким литологическим контактом перекрывает вышеописанные глины и представлена тонкодисперсными серыми с бежевым оттенком известковыми плитчатыми глинами с остроугольной щебенкой, с обилием ядер и раковин двустворок и аммонитов (игуменковская свита). В подошве отмечаются следы размыва, выраженные слоем тонкого алевролита с карбонатным цементом, с фауной и чешуей рыб. В южном направлении верхняя часть разреза замещается светло-серыми песчано-алевритовыми органогенными известняками с обилием *Exogyra virgula* D e f r. В глинах определены фораминиферы зоны *Haplophragmium monstratus*–*Pseudolamarckina*–*pseudorja-sanensis*, а также многочисленные остракоды, типичные для кимериджа Европы. Мощность – до 41 м.

Волжский региоярус на изученной площади представлен нижним и средним подъярусами. Наиболее полные его разрезы установлены в пределах западного поля распространения юры – восточнее линии Ивня–Обоянь, в пределах Белгородской моноклинали. Наиболее древние горизонты титона сохранились в виде останцов в окрестностях г. Белгород, где с размывом (базальный слой алевролита с галькой и плохоокатанным гравием фосфоритов в основании) залегают на верхнем кимеридже. Представлены толщиной (до 36 м) глины серых, карбонатных, тонкодисперсных, неяснослоистых, с маломощными (0,3 м) прослоями органогенных или пелитоморфных известняков, приуроченных к верхней половине разреза (шопинская толща). Принадлежность толщи к нижеволжскому подъярису определяется находками аммонитов *Pectinatites* sp. и *Jlowaiskyia* sp., фораминифер и многочисленных остракод, характерных для всего волжского яруса в целом.

Выше согласно на глинах (шопинских) либо с размывом на различных горизонтах юры, залегают глины серые, неравномерно алевролитовые, карбонатные, неясноплитчатые, переходящие в мергели и алевролитовые глинистые пелитоморфные известняки (псловская свита). В глинах собраны аммониты *Dorsoplanites dorsoplanus* (V i s c h n.), *Pavlovia pavlovi* (M i c h.), *Zaraiskites*

*quenstedti* (Rouill. et Voz.) и др., а также комплекс фораминифер зоны *Lenticulina infravolgaensis*–*Saracenaria pravoslavlevi*, характерный для средневолжского подъяруса. Мощность – до 35 м. Отложения пеловской свиты развиты гораздо шире шопинских – вплоть до южного склона Щигровского свода.

Над вышеописанными глинами с размывом, а восточнее г. Новый Оскол и в районе г. Обоянь на келловейских и батских отложениях залегают серые и светло-серые алевритовые мергели, местами переходящие в более светлые пелитоморфные известняки (беленихинская свита). На севере Белгородской области в верхах разреза отмечены прослой органогенных, сильно перекристаллизованных известняков. В окрестностях Обояни в свите собраны аммониты *Virgatites virgatus* (Busch.), *Lomonossovella lomonossovi* (Vishn.) и фораминиферы зоны *Lenticulina ponderosa*–*Fafbellamina lidiae*, позволяющие отнести рассмотренный разрез к средневолжскому подъярису. Мощность – до 29 м.

Завершает разрез юры толща, характеризующаяся двучленным строением. Нижняя часть – глины серые и светло-серые карбонатные, неясноплитчатые, с прослоями органогенно-детритового известняка. Верхняя часть – незакономерно переслаивающиеся песчаники кварцево-глауконитовые мелко-среднезернистые, с карбонатным цементом, и известняки алевритовые, либо песчаные, прослоями органогенно-детритовые, перекристаллизованные, с чешуей и фосфатизированными косточками рыб (прохоровская свита). Заключенные в известняках фораминиферы указывают на принадлежность свиты к средневолжскому подъярису, а белемниты *Acroteuthis russiensis* (Pavl) характерны для верхов последнего. Мощность не превышает 16 м.

## МЕЛОВАЯ СИСТЕМА

Отложения мелового возраста распространены почти на всей рассматриваемой территории, представлены всеми ярусами обоих отделов и литологически четко делятся на две части: нижнюю – терригенную и верхнюю – преимущественно карбонатную.

### НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Нижнемеловые отложения обнажаются по склонам речных долин и вскрываются скважинами почти на всей территории, кроме Павловского свода, Первомайско-Чирской моноклинали, Преддонецкого прогиба и Донецкого складчатого сооружения. Они представлены всеми ярусами и входят в состав рязанского, печорского, владимирского, симбирского и цнинского горизонтов.

Рязанский горизонт соответствует верхней части берриасского яруса. Он сохранился от размыва лишь на западе, в пределах Белгородской моноклинали. Фаунистически охарактеризованные отложения этого яруса выделены в скважинах на северной окраине г. Белгород, возле с. Мирополье (за западной рамкой листа, 35 км юго-западнее г. Обоянь) и севернее г. Новый Оскол. Отложения представлены глинами серыми,низу более темными, тонко



отмученными, алевритистыми, глауконитовыми, с железистыми оолитами и раковинным детритом. За типовой принят разрез скважины в окрестностях г. Мирополье (миропольская толща). В глинах определен комплекс фораминифер, коррелируемый с зоной *Riasanites rjasanensis* рязанского горизонта и палиноспектр, типичный для верхнеберриасских отложений Франции. Мощность 2 м. К югу, около г. Муром алевритистые глины фациально замещаются кварцевыми песчаниками (скв. 1001). Мощность – 25 м.

**Печорский горизонт (K<sub>1p</sub>)** полностью соответствует валанжинскому ярусу и развит несколько шире рязанского, с размывом залегает на берриасе, юре, а в пределах Щигровского свода – и на более древних породах. На западе территории (Щигровском своде и Белгородской моноклинали) к валанжинскому ярусу отнесена толща, сложенная серо-зелеными глауконитовыми алевритовыми глинами с конкрециями бежевых сидеритов и прослоями сидеритизированных оолитовых песчаников (богатищевская толща). Вверх по разрезу глины сменяются алевритистыми и глинистыми тонко- и мелкозернистыми кварцевыми песками. В толще найдены *Polyptychites keyserlingi* Neum. et Uhl., *Temnoptychites glaber* (Nik.) и *Buchia keyserlingi* (Lah.), позволяющие отнести вмещающие породы к верхней зоне нижнего валанжина. Мощность – до 10 м.

**Владимирский горизонт (K<sub>1vl</sub>)** распространен шире двух нижележащих. Со значительным перерывом, отвечающим поздневаланжинскому и раннеготеривскому времени, он залегает на различных горизонтах мела, юры и палеозоя и в общей стратиграфической шкале соответствует позднему готериву и всему баррему. Наиболее полный разрез известен в Железногорском карьере за западной рамкой листа. Здесь имеет место трехчленное строение разреза: внизу развиты темно-серые глинистые алевриты и алевритистые глины, пронизанные ходами илоедов, с конкрециями бежевых сидеритов, в основании с прослоями сидеритовых песчаников. В средней части – светло-серые либо коричнево-серые кварцевые мелко- и тонкозернистые пески с тонкой линзовидной и клиновидной слоистостью. Вверху – темно-серые алевритистые глины и глинистые алевриты, похожие на нижнюю треть. В низах толщи обнаружены *Speetonicerias versicolor* (Trd.), *Cucullaea golowkinskii* (Sinz.) и др., а в верхах – комплекс фораминифер, отвечающий зоне *Craspedodiscus discofalcatas* (свапская свита). Мощность – 27 м.

В бассейне р. Кшень (Щигровский свод) верхние горизонты готерива выпадают из разреза, а его нижняя часть (воловская свита) представлена пепельно- либо темно-серыми алевритистыми глинами с конкрециями сидерита, переходящими вверх по разрезу в алевриты с *Speetonicerias versicolor* (Trd.), *Protocardia supperdrinosa* Geras. Мощность – 17 м. Воловские глины согласно перекрыты зеленовато-серыми глауконит-кварцевыми оолитовыми песками и песчаниками (сенцовская толща) мощностью до 5 м.

На западе (в бассейнах Оскола и Сейма) к баррему условно отнесены тонкопереслаивающиеся между собой пестроцветные (сиренево- и светло-коричневые, розовые, лиловые) глины, алевриты, кварцевые тонкозернистые пески (бутовская толща). Мощность 13 м.

**Симбирский горизонт (K<sub>1sb</sub>)** представлен нижним подгоризонтом, соответствующим нижнему и среднему апту общей шкалы. Он зале-



гает с размывом на различных слоях готерива и баррема, а местами – юры или девона и обнажается в бортах многих рек на северо-западе, западе и северо-востоке территории листа. Для западной части территории наиболее полный разрез апта известен в районе Девицкого карьера (15 км к западу от Воронежа). Этот разрез, прослеженный от западной границы территории до меридиана г. Павловск, получил название «латненской серии» [18]. В основании залегает пачка (10 м) аллювиальных гравелистых косослоистых кварцевых песков с характерным для апта палинокомплексом (криушанская свита). Выше согласно залегают озерные глины серые, темно-серые, до черных, с обуглившимися растительными остатками и прослоями песков, с обилием остатков листовой флоры – *Gleichenia rotula* Н е е г., *Thuites ecarinatus* (Т r d.) и др. (девица свита). Максимальная мощность 23 м. Еще выше согласно, а местами с размывом, залегают прибрежно-морские пески желтовато-розовые, розовато-белые кварцевые тонкослоистые, мелкозернистые, с конкрециями сливных кварцитовидных песчаников (волчинская свита). В наиболее полных разрезах в основании отмечен прослой углистого глинистого песка. Мощность – 20 м.

Ц н и н с к и й г о р и з о н т (К<sub>1</sub>сн) широко распространен на территории. Он с размывом залегает на различных горизонтах апта, юры и более древних стратиграфических подразделениях и соответствует альбскому ярусу общей шкалы. На западе разрез горизонта начинается желтовато-зелеными, светло-серыми мелко-среднезернистыми, преимущественно кварцевыми песками (злыдинская толща), в которых в карьере Стойленского ГОК были найдены нижнеальбские аммониты *Otohoplites* sp. и *Protohoplites* sp. Мощность – до 12,5 м. Выше повсеместно залегают зеленовато-серые тонко- и мелкозернистые пески среднего альба (гаврилковская свита). Мощность – до 3,5 м. Венчает альбский ярус не везде уцелевшая от предсеноманского размыва толща (до 4 м) темно-серых и черных алевроитовых глин и глинистых алевроитов (стрелецкая толща). На Калачской возвышенности нижняя часть разреза сложена песками мелкозернистыми, в основании крупнозернистыми, с линзами песчаников. Такие прослои глин наблюдаются в середине и верхах разреза. Мощность достигает 39 м.

Верхняя часть разреза (стрелецкая толща) представлена глинами алевролитовыми, светло-серыми до черных, слоистыми, с углефицированными растительными остатками. Местами алевролитовая составляющая преобладает и встречаются присыпки мелкого гравия по плоскостям напластования. Мощность толщи вследствие размыва изменяется от 0,5 до 4 м. Возраст установлен по аммонитам *Pseudosonneratia steinmanni* J а с о b., спорами и пыльце.

## ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ

Верхнемеловые отложения в составе брянского, губкинского, шиловского и северского надгорizontов присутствуют в двух структурно-формационных зонах (СФЗ), располагающихся на северо-западной части Воронежской антеклизы и на ее юго-восточной части, включая Белгородскую и Первомайско-Чирскую моноклинали. Последняя занимает преобладающую часть изученной территории, а первая охватывает небольшой участок северо-запада.

Брянский надгоризонт ( $K_2br$ ) широко распространен на рассматриваемой территории, отсутствуя лишь на Павловском своде, у северной рамки листа и на юге Первомайско-Чирской моноклинали. Брянские отложения обнажаются в долинах рек на севере и востоке территории (Гускарь, Сейм, Кшень, Олым, Девица, Дон, Медведица, Иловля, Хопер и др.). На юге они перекрыты более молодыми образованиями.

На большей, западной части территории брянский разрез характеризуется двучленным строением. В нижней его части преобладают пески зеленовато-серые, грязно-зеленые, зеленовато-желтые и желто-серые разнозернистые, чаще мелкозернистые, кварц-глауконитовые, со значительным содержанием фосфоритов (полпинская свита). В их основании обычно прослеживается прослой фосфоритового галечника или грубозернистого песка с галькой фосфоритов, количество которых заметно увеличивается к кровле. В районе Щигровского свода в верхах разреза фосфориты сцементированы в фосфоритовую плиту. Из плиты известны находки аммонитов *Schloenbahia varians* (S o w.), белемнитов *Praeactinocamax prumus* (A g k h.) и комплекс фораминифер зоны *Gavelinella cenomanica*, свидетельствующих о принадлежности их к нижнему сеноману. Мощность – до 13 м.

Вышележащая часть разреза представлена песками желтовато-серыми и светло-серыми, мелкозернистыми, кварцево-глауконитовыми, в разной степени карбонатными. Для верхней части разреза характерны прослои рыхлых карбонатных песчаников, известных в литературе под названием «сурка». Этот разрез в целом выделен в дятьковскую свиту. Здесь обнаружены аммониты *Aathoceras rhotomagense* D e f t, белемниты и комплекс фораминифер, свидетельствующие о принадлежности разреза к среднему и верхнему сеноману. Мощность не превышает 2 м.

Губкинский надгоризонт ( $K_2gb$ ) распространен повсеместно в пределах поля современного развития верхнего мела, отсутствует лишь на крайнем севере, на Павловском своде и в пределах глубоко врезанных неогеновых и четвертичных долин. Отложения надгоризонта обнажаются по берегам рек на северо-западе, а в районе г. Воронеж и на междуречье Иловли и Медведицы слагают водораздельные пространства. На западе он представлен грубым мелом, сильнопесчанистым в основании, с размывом залегающим на сеноманских отложениях. Базальные слои сложены сильнопесчанистым глауконит-кварцевым мелом с обилием песчаных фосфоритов в основании, переотложенных из сеномана. Одновременно в меле отмечаются сингенетические фосфориты белые и палевые. Вверх по разрезу содержание песка быстро сокращается, и песчанистый мел сменяется чистым, белым мелом, грубым на ощупь за счет включения призматических обломков иноцерамов. В толще мела прослеживаются два региональных прослоя (5–15 см) бентонитовых глин, которые разделяют ее на три части. В разрезе обнаружены *Inoceramus lamarcki* P a r k., *I. labiatus* S c h l o t h. и комплекс фораминифер, свидетельствующих о туронском возрасте вмещающих пород (гускарская свита). Мощность – до 24 м.

Выше согласно с постепенным переходом на нижележащих породах залегает белый писчий мел, коньякский возраст которого подтверждают фораминиферы зон *Gavelinella kelleri* и *G. thalmani*, иноцерамы *Inoceramus* cf.

*schloenbahia* (В о h m.), *Volvicerasmus involutus* (S o w.) и морские ежи (низы чернянской свиты). Мощность – до 64 м.

На Первомайско-Чирской моноклинали разрез представлен мелом, глинистым мелом, мелоподобными и натуральными мергелями, визуально трудно отличимыми от туронских. Коньякский возраст их подтвержден находками фораминифер зоны *Gavelinella kelleri* (верхи захаровской серии). Мощность – 15–20 м.

Ш и л о в с к и й н а д г о р и з о н т (К<sub>2</sub>šI) распространен несколько шире губкинского и характеризуется значительной фациальной изменчивостью. На крайнем северо-западе (Щигровский свод) он с размывом залегает на дятьковской свите сеномана и представлен мергелями темно-серыми в подошве и более светлыми, зеленовато-серыми в кровле алевритистыми, слюдистыми, кремнеземистыми, с аммонитами *Texanites texanus* (R o e m.) и комплексом фораминифер зоны *Gavelinella infrasantonica* раннесантонского возраста (терешпанская свита). Мощность – до 43 м.

Восточнее (Павловский свод), на междуречье Кшени и Дона, кремнеземистые мергели замещаются зеленовато-серыми алевритовыми известковистыми трепелами (золотухинская свита), содержащими радиолярии и нижнесантонские фораминиферы. Мощность – до 20 м.

На юго-западе территории разрез низов надгоризонта начинается белым писчим мелом мощностью 20 м (верхи чернянской свиты), который вверх по разрезу постепенно сменяется глинистым мелом, а затем и мелоподобными мергелями (истобненская свита), содержащими нижнесантонские фораминиферы зоны *Gavelinella infrasantonica*. Мощность – до 35 м.

В районе г. Старый Оскол мелоподобные мергели (истобненской свиты) замещаются серыми мергелями – натуралами (севская свита), которые в отличие от первого разреза с четким и резким литологическим контактом перекрывают белый мел верхней – нижнесантонской – части чернянской свиты. Мергели заключают белемниты *Actinocamax verus* var. *fragilis* (A r k h.) и нижнесантонский комплекс фораминифер зоны *Gavelinella infrasantonica*. Мощность – до 25 м.

В пределах Первомайско-Чирской моноклинали мел и мелоподобные мергели истобненской свиты замещаются слюдистым грубым мелом и мергелями мощностью до 15 м. Нижнесантонский возраст подтверждается находками иноцерамов *Sphenocerasmus cardissoides* (G o l d f.) и фораминифер зоны *Gavelinella infrasantonica*. Мощность – до 35 м.

Верхи надгоризонта на западе территории начинаются серыми кремнеземистыми глинистыми мергелями (сапрыкинская свита), которые с четким литологическим контактом перекрывают истобненские белые мелоподобные мергели. По присутствию белемнитов *Belemnitella praecursor* var. *praepraecursor* N a j d., двустворчатых моллюсков *Oxytoma tenuicostata* (R o e m.) и фораминифер зоны *Gavelinella stelligera* устанавливается принадлежность рассматриваемых мергелей к верхнему подъярису сантона. Мощность – до 18 м.

Выше согласно залегают светло-серые до белых мелоподобные мергели (новооскольская свита), в комплексе фауны которых наряду с верхнесантонскими присутствуют белемниты, характерные для кампанского яруса –

*Actinocamax laevigatus* Arkh., двустворки *Oxytoma tenuicostata* (Rom.) и фораминиферы зоны *Gavelinella stelligera*. Мощность – до 18 м.

Восточнее (Павловский свод) заметное различие между разрезами сапрыкинской и новооскольской свит стирается, одновременно мощность сапрыкинских мергелей заметно сокращается, что обусловило выделение в этом районе единой толщи (подгорненская толща) светло-серых и белых мелоподобных мергелей с пластом серых кремнеземистых мергелей в основании. Фаунистические остатки из подгорненской толщи не отличаются от новооскольских. Мощность – до 29 м.

На подгорненских и новооскольских мергелях на юго-западе территории (Белгородская моноклираль) с размывом, подчеркнутым скоплением фосфоритового гравия и мелкой гальки, залегают чередующиеся между собой зеленовато-серые глинистые и кремнеземистые мергели, глинистые трепела и серые крепкие опоки (дубенковская свита), которыми заканчивается разрез сантона в этом районе. В описываемых породах установлены белемниты *Actinocamus laevigatus* Arkh., *Belemnitella praecursor* var. *praecursor* Stoll. и фораминиферы зоны *Gavelinella demetiana clementiana*. Мощность – до 29 м. Многие исследователи относят дубенковскую свиту к нижнему кампану.

На Первомайско-Чирской моноклинали с размывом на породах машкинской свиты залегают серые мергели, в которых в юго-восточном направлении появляются прослои карбонатных и трепельных глин, опок и алевролитов, содержащих иноцерамы *Sphenoceras* cf. *lobatus* (Schlüt) и фораминиферы зон *Gavelinella stelligera* и *Gavelinella clementiana clementiana* (селивановская свита). Мощность – до 70 м.

Северский надгоризонт (K<sub>2sv</sub>) отсутствует на севере Щигровского и Павловского сводов и частично на их крыльях. На западе распространение низов надгоризонта ограничено с севера долиной р. Сейм и далее линией Новый Оскол–Алексеевка–Росошь до долины Дона. На юге Щигровского свода, между Медвенкой, Обоянью и Прохоровкой, вдоль северной периферии своего распространения эта часть разреза представлена алевролитами и песками темно- и зеленовато-серыми тонкозернистыми слюдистыми, известковистыми, с прослоями алевролитов и мелкозернистых песчаников. В песках обнаружены белемниты *Belemnitella mucronata* (Schloth.) и фораминиферы зоны *Cibicidoides temirensis*, свидетельствующие о принадлежности разреза к верхам нижнего кампана (унечская свита). Мощность – до 24 м.

Южнее (Белгородская моноклираль) терригенные породы замещаются карбонатными. Разрез начинается мергелями светло-серыми, кремнеземистыми, согласно залегающими на нижележащих породах. Вверх по разрезу содержание кремнезема в мергелях сокращается, и они сменяются мелоподобными мергелями с конкрециями кремня (алексеевская свита). В мергелях обнаружены *Belemnitella mucronata* (Schloth.) и фораминиферы нижнекампанской зоны *Cibicidoides temirensis*. Мощность – до 62 м. Выше с размывом, выраженным скоплением гравия и фосфоритов в основании, залегают толща белого писчего мела в отличие от туронского очень однородного и мягкого на ощупь (масловская свита), с верхнекампанскими белемнитами *Belemnitella* var. *langei minor* Jel., *B. I. var. langei* Schatsk. и фораминиферами зоны *Brotzenella monterelensis*. Мощность – до 82 м.

В бассейне левых притоков Калитвы кампанская часть разреза фациально меняется. В нижней части залегают мергели с прослоями опоковидных глин и алевролитов с нижнекампанским комплексом фораминифер (милютинская свита). Мощность – 60 м. Вышележащая пачка мергелей с белемнитами, с прослоями глин принадлежит к верхнему кампану (кагальницкая свита). Мощность – до 80 м.

Маастрихтская часть разреза северского надгоризонта широко развита в южной части Белгородской моноклинали, на Первомайско-Чирской моноклинали и в Преддонецком прогибе.

На юго-западе маастрихт начинается светло-серым глинистым мелом, который выше быстро сменяется монолитным белым песчистым мелом, тонким на ощупь. По находкам белемнитов *Belemnella licharewi* var. *desnensis* Jel., *B. lanceolata* var. *lanceolata* (Schloth), *B. sumensis* var. *occidentalis* Birk., *B. sumensis* Jel., брахиопод *Carneithyris carnea* (Sow.), *Cretirhynchia limbata* (Schloth) и по фораминиферам установлен его раннемаастрихтский возраст (суджанская свита). Мощность достигает 110 м.

Восточнее долины р. Калитва мел замещается толщей чередующихся зеленовато-серых мергелей, известковистых алевролитов и песчаников (россыпнянская свита), которая отвечает полному объему маастрихтского яруса, на что указывает, помимо находок *Belemnella lanceolata* (Schloth.), *B. gracilis* (Schloth.), *Hoploscaphtes constrictus* (Sow.), *Carneithyris carnea* (Sow.) в нижней части свиты, присутствие верхнемаастрихтских белемнитов *Neobelemnella kazimiroviensis* (Sol.) и фораминифер зоны *Hanzawaia ekblomi* в ее верхах. Мощность – до 60 м.

## ПАЛЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА

Палеогеновые отложения на территории распространены почти повсеместно, слагая водораздельные пространства на Среднерусской возвышенности, широко представлены в междуречье Дона и Северского Донца. Они повсюду залегают на размытой поверхности различных горизонтов верхнего мела, реже – на более древних породах, перекрываются неогеновыми и четвертичными образованиями и представлены морскими, преимущественно терригенными породами. В фациальном отношении палеогеновые отложения развиты в пределах двух структурно-формационных зон (СФЗ): 1) северной части Украинской синеклизы и 2) юго-восточной части Украинской синеклизы и восточной части Большого Донбасса.

## ПАЛЕОЦЕН

Палеоценовые отложения присутствуют на территории достаточно широко, отсутствуя лишь на Среднерусской возвышенности и на Окско-Донской равнине. В их составе присутствуют отложения нижнего палеоцена, соответствующего датскому ярусу, и верхнего в составе зеландия и танета. На западе и севере выделяются отложения сумского надгоризонта в объеме сумской серии, на юге – тацинской и глубокинской свит и мерлинского горизонта в составе бузиновской и вешенской свит.



В структурно-формационной зоне Северо-Восточного Донбасса развиты отложения глубокинской и тацинской свит. Датские породы – г л у б о к и н - с к а я с в и т а ( $P_{1gl}$ ), – установленные здесь фаунистически, заполняют две впадины, возможно, импактного происхождения, и представлены так называемым «северодонецким агломератом» [18]. Свита залегает с размывом на нижележащих породах, распространена ограниченно. Ее выходы на поверхность отмечены по рекам Глубокая и Калитвенец [157], где свита представлена агломератовидной брекчией верхнемеловых и каменноугольных пород, сцементированных песчано-глинистым карбонатным материалом с редкими фораминиферами зоны *Cibicides lectus*. В районе нижнего течения рек Глубокая, Большой и Малый Калитвинец развита толща неокатанных обломков (до 1 м) и отдельных глыб (до 50–100 м) пород карбона и верхнего мела, в меньшей степени – нижней перми и нижнего триаса (аллогенная брекчия). Мощность свиты – до 500 м.

В этом же районе картируется тацинская свита ( $P_{1tc}$ ), выделенная на Тацинской поисковой площади по керну буровых скважин на глубинах до 150 м. На крайнем юго-востоке подошва свиты опускается до 262 м, а по правобережью рек Большая и Березовая ее образования выходят на поверхность. В нижней части свиты с размывом на породах мела и карбона залегает своеобразный «детритусовый» горизонт [157]. Он представлен детритусовыми известняками, сильно пористыми с темным пепельно-серым цветом. Известковый обломочный материал состоит из органогенных обломков микро- и макрофауны. Песчаный материал (до 15 %) среднезернистый и состоит из кварца, реже халцедона и полевого шпата. Присутствуют глауконит, галька кварца и обломки пород. Цементом служит мелкозернистая известковая масса. Мощность детритусовых известняков достигает 10–15 м. Выше располагается толща сравнительно рыхлых песков с карбонатным цементом, с частыми раковинами гастропод и пелеципод, с желваками и линзами темно-серых, голубоватых сливных кварцитов мощностью до 0,1–0,2 м. Мощность песчаной толщи составляет 50 м при общей мощности 60 м. В кровле карбонатной толщи залегают глауконитовые пески некарбонатные с гравийно-галечным горизонтом (до 0,2 м) в основании. Это уже осадки основания вышележащей каневской свиты. В более северных скважинах Тацинской площади в верхней части разреза появляется горизонт глин и опок, завершающий разрез тацинской свиты. Они выходят на поверхность в разрезах по р. Березовая. По комплексу бентосных фораминифер, большая часть разреза – датская и только верхние 10 м – зеландий. На крайнем юго-востоке территории листа верхняя часть разреза тацинской свиты в интервале 220–250 м представлена темно-серыми песчанистыми глинами с комплексом планктонных фораминифер зоны *Cibicidoides lectus–Bulimina trigonalis* датско-зеландского возраста. Мощность тацинской свиты достигает 85 м на Тацинской площади.

На северо-восточной окраине Донбасса, в северной его части, разрез палеоцена завершается мерлинским горизонтом, представленным песками и песчаниками зеленовато-серыми глауконитово-кварцевыми, участками окремненными, опоковидными, в основании с прослоями песчанистых желваковых фосфоритов, общей мощностью 35 м.



В северной части Первомайско-Чирской моноклинали тацинские и мерлинские породы не разделяются ни по литологии, ни по фаунистическим остаткам и выделены в толщу ( $P_1t\check{c} + m\check{r}$ ) общей мощностью до 100 м.

Палеоценовые отложения, представленные сумской серией ( $P_1sm$ ), выделены на Калачской возвышенности, в среднем течении Дона и в западной части Доно-Донецкой возвышенной равнины. На Калачской возвышенности в основании разреза залегают пески с гравием и галькой, иногда переходящие в галечники и конгломераты, а выше развита толща переслаивания светло-серых и зеленовато-серых песков, алевроитов, песчанистых глин, часто опоквидных, с прослоями опоквидных песчаников, реже опок (до 5 м); иногда встречаются 1–2 прослоя желваковых фосфоритов. Мощность толщи от 0,5–9 м на севере до 20–25 м на юге. Отмечены моллюски верхнего палеоцена [18].

Южнее, в среднем течении Дона эта толща становится двучленной, внизу с базальным горизонтом в основании залегает пачка алевроитов или песков серых и зеленовато-серых глинистых, глауконитово-кварцевых с подчиненными прослоями опоквидных песчаников, мощностью до 8 м. Выше располагается опоково-глинистая пачка: опоки и опоквидные глины, переходящие вверх в пески глинистые глауконитово-кварцевые с прослоями опоквидных песчаников. Местами опоки замещаются песками, содержащими прослой опок и опоквидных песчаников. Мощность толщи от 5 до 20 м.

В западной части площади в разрезе палеоценовых отложений меньше опок и опоквидных пород. На севере это в основном пески, внизу – ржаво-бурые, разнозернистые с галькой кварца, кремня и песчанистых фосфоритов, выше – зеленовато-серые, тонкозернистые, глауконитово-кварцевые, с прослоями и линзами песчаников и песчанистых глин. Мощность толщи здесь составляет от 2–12 до 35 м. Встречены моллюски *Nemocardium edwardsi* Desh., *Gryphaea antiqua* Schwet z., характерные для палеоцена северо-восточного Донбасса.

На изученной части территории в составе сумского надгоризонта выделяются иногда бузиновская и вешенская свиты верхнего палеоцена.

## ЭОЦЕН

Эоценовые отложения на территории больше палеоценовых и представлены всеми тремя подотделами в составе каневского, бучакского, киевского и обуховского горизонтов.

На изученной площади отложения нижнего и среднего (нижняя часть) эоцена входят в состав каневского и бучакского горизонтов, показанных на карте совместно ( $P_2kn + b\check{c}$ ). На Среднерусской возвышенности они распространены спорадически, отсутствуют на севере района, а местами бучакские отложения залегают на более древних породах. Наиболее полно каневско-бучакские образования представлены на северо-западе района, к югу от г. Курск, где они с размывом залегают на верхнем мелу. В основании располагается слой ржавого разнозернистого песка (0,1–0,2 м) с галькой кварца, кремня и песчанистых фосфоритов, а выше – пачка переслаивания песков, песчаников, опоквидных глин и опок. Пески и песчаники желтоватые, зеленовато-серые и серые, участками ржаво-бурые тонко- и мелкозернистые, кварцевые. Опоки и опоквидные глины зеленовато-серые, иногда

песчанистые, располагаются в виде прослоев от нескольких сантиметров до 1 м. В песчаниках встречены отпечатки листьев и стволов деревьев. Верхняя пачка представлена песками зеленовато-серыми и желтоватыми, мелкозернистыми и среднезернистыми, кварцевыми с прослоями песчаников, образующих часто фигурные стяжения на поверхности выветривания. Общая мощность отложений здесь достигает 34 м.

На остальной площади сохраняется двучленное строение толщи, где нижняя часть (каневская) представлена песчаниками, реже – глинисто-алевритистыми породами, а верхняя (бучакская), залегающая на каневских или более древних отложениях со следами размыва, сложена в основном песками с незначительными прослоями песчаников, в которых встречаются отпечатки листьев ранне-среднеэоценового возраста [18]. Мощности здесь небольшие – от 3 до 9,5 м.

На Калачской возвышенности в нижней каневской части описываемой толщи выделяются обоянская и картамышевская свиты. В основании обоянской свиты присутствует прослой (до 0,7 м) песчаника «ноздреватого», иногда конгломератовидного с галькой кварца, кремня, песчанистых фосфоритов и обломков окремелой древесины. Выше лежит толща песков светло-серых, зеленовато-серых, мелко- и среднезернистых, с прослоями и линзами песчаников, иногда сливных; на юге верхи песков становятся глинистыми (картамышевская свита). Мощности толщи изменяются от 15–20 до 37–43 м на юго-востоке. В междуречье Дона и Хопра в этих породах обнаружены моллюски (*Chlamys prestwichi* М о г г. var. *armaschewskii* К г у с h. и др.) и радиолярии ранне-среднеэоценового возраста [18].

Южнее нижнеэоценовые отложения представлены песками с прослоями песчаников, в основании слой галечника или конгломерата (0,1–0,2 м), либо песчаника с галькой (суровикинская свита). Мощность толщи – от 1–15 до 25 м.

Выше со следами размыва (галечник, песчаник с галькой) залегают среднеэоценовые (нижняя часть) породы, представленные песками разномзернистыми, внизу косослоистыми, выше местами с рассеянными желваками фосфоритов, с прослоями песчаников, в кровле с пропластками глин, мощностью от 15 до 40 м. Общая мощность ниже- и среднеэоценовых (нижняя часть) отложений изменяется здесь от 19 до 60 м.

Максимальной мощности – до 150 м – каневско-бучакские отложения достигают на юго-востоке Украинской синеклизы.

Средний эоцен (верхняя часть) в северной части Украинской синеклизы представлен к и е в с к и м г о р и з о н т о м ( $P_2kv$ ), который развит шире каневско-бучакских отложений и обычно слагает высокие участки водоразделов. На северо-западе изученной площади киевские отложения со следами размыва залегают на каневско-бучакских или различных горизонтах верхнего мела, часто имеют трехчленное строение и по литолого-фациальным признакам подразделяются на воробьевскую, киевскую и стебловскую свиты. Воробьевская свита состоит из трех пачек. Нижняя представлена песками зеленовато-серыми тонкозернистыми, глинистыми, кварцево-глауконитовыми; в основании – пески грубозернистые с галькой кварца, кремня и песчанистых фосфоритов, местами переходящие в конгломерат. Мощность пачки – от 2–3

до 10–12 м. Средняя пачка сложена глинами опоковидными, опоками с прослоями опоковидного песчаника, иногда трепела, мощностью от 2,5 до 20 м. Верхняя пачка – глины песчаные, часто опоковидные, местами с прослоями песка с фосфоритами, мощностью от 3–4 до 12 м.

Стеблякинская свита выделяется на западе площади и юго-западе территории листа в местах замещения кремнезёмисто-глинистых пород песками и алевритами [144]. Мощность отложений не превышает 15 м.

В южной части района разрез (киевская свита) представлен мергелями песчанистыми слюдястыми и глинами известковистыми, песчанистыми, мощностью до 13,7 м. Местами достаточно четкого деления на пачки не наблюдается. Мощности киевских образований в данном районе составляют от 3–8 м на северо-востоке до 10–15 м на юге, редко – до 40 м. Из мергелей были определены фораминиферы среднего эоцена (*Uvigerina proboscidae* Schw. и др.), а из опок на Волго-Донском водоразделе радиолярии того же возраста (*Xiphosphaera rara* Lipm. и др.).

На Калачской возвышенности в западной ее части сохраняется вышеотмеченный тип разреза киевских отложений (три пачки). В восточной – мергели и известковистые глины средней пачки отсутствуют, и на песках нижней пачки залегают глины опоковидные, песчанистые, тонкослоистые, иногда переходящие в глинистые алевриты с общей мощностью обеих пачек 16–25 м. Встречены моллюски среднего эоцена (*Crassatella deshaysiana* Nyst и др.) и фораминиферы (*Uvigerina pygmaea* Orb., *Eponides umbonata* Reuss. и др.), характерные для киевской свиты Донбасса [18]. Южнее, в среднем течении Дона сохраняется тот же тип разреза.

В структурно-формационной зоне юго-восточной части Украинской синеклизы и восточного Донбасса в отложениях киевской свиты выделяются две пачки: нижняя – песчано-глинистая и верхняя – мергельно-опоково-песчаная. В основании наблюдаются пески с галькой кварца, кремня и песчанистых фосфоритов, местами конгломерат или гравийный песок (от 0,3 до 2–3 м). Выше пески желтовато-серые, разнотонные, кверху более тонкотонные, зеленовато-серые, кварцево-глауконитовые, с редкими прослоями песчаников. Иногда в верхней части пачки появляются прослой глины известковистых, песчанистых (0,8–1,3 м). Мощность нижней пачки изменяется от 1–2 до 8–10 м. Верхняя пачка изменчива по площади. Если на западе района она представлена чередованием тонких прослоев мергелей песчанистых, глины опоковидных и опок песчанистых, то на востоке она сложена внизу мергелями зеленовато-серыми и светло-серыми, песчанистыми, иногда белыми, мелоподобными, переходящими в песчанистые; верхняя часть пачки представлена песчаниками опоковидными и опоками либо песчано-глинистыми опоковидными породами. Общая мощность описываемой толщи составляет около 30 м. Встречены фораминиферы зоны *Hantkenina alabamensis* среднего эоцена [157].

## ВЕРХНИЙ ЭОЦЕН–НИЖНИЙ ОЛИГОЦЕН

На большей части СФЗ северной части Украинской синеклизы верхний эоцен (обуховский горизонт (**P<sub>2ob</sub>**)–приабон) и нижний олигоцен (межигорский горизонт–рюпель) из-за литологического сходства и небольших мощностей

часто картировались совместно ( $P_{2ob} + P_{3kn}$ ), включая обуховскую, пасековскую и кантемировскую свиты.

На Среднерусской возвышенности эти отложения развиты достаточно широко, занимая высокие части водоразделов. На севере их мощности невелики (от 1,5–2 до 12–14 м) и представлены они в основном песками зеленовато-серыми и желтовато-серыми, кварцево-глауконитовыми, иногда глинистыми, переходящими в алевриты, с линзами песчаников и алевролитов, с прослоями глин в верхней части. На юге района отложения увеличиваются в мощности до 22–25 м, местами до 43 м и имеют иногда двучленное строение. Они залегают на киевских породах без видимых следов размыва, местами в основании с линзами песка грубозернистого и гравийного. Нижняя пачка (возможно, соответствующая обуховскому горизонту) сложена песками и песчаниками с прослоями алевритов и глин, мощностью от 5 до 12 м, а верхняя (возможно, межигорский горизонт) – более глинистая, где глинистые пески переслаиваются с песчанистыми и алевритистыми глинами мощностью до 17–20 м. На западе района в песках отмечено присутствие мелких железистых конкреций. Из нижней пачки определены радиолярии (*Scthocyrtis elegans* L i p m. и др.) позднеэоценового возраста [16].

На Калачской возвышенности эти отложения представлены в основном песками светло-серыми, зеленовато-серыми, иногда ржаво-бурыми кварцево-глауконитовыми, внизу разнотернистыми, выше мелко- и тонкозернистыми, местами переходят в алевриты. На юге района на песках залегают глины зеленовато-серые железистые, песчаные, вверх переходящие в алевриты и глинистые пески. Мощность – 15 м. В глинах встречены диатомовые водоросли олигоценового возраста [18].

На севере СФЗ юго-восточной части Украинской синеклизы и Восточного Донбасса (в бассейне р. Калитва), обуховские отложения ( $P_{2ob}$ ) залегают на киевских обычно с постепенным переходом, редко со следами размыва. Внизу располагаются глины светло-зеленовато-серые песчаные, слюдястые, вязкие, иногда опокovidные, с линзами песка и редко – железистого песчаника. Выше, как правило, залегают песчаники зеленовато-серые кварцево-глауконитовые, плотные и рыхлые, местами опокovidные, иногда сильно глинистые. В верхней части толщи располагаются пески светло-зеленовато-серые, мелко- или тонкозернистые, кварцево-глауконитовые, слюдястые, местами с линзами песчаника. Мощность – до 30 м.

В среднем течении Дона, в районе городов Калач, Павловск, Россось, Богучар и др. распространена толща угленосных пород (фрагмент эрозионной долины), которая была выделена в пасековскую свиту, залегающую на обуховской и перекрытую кантемировской свитой. В нижней части разреза развиты бурые угли с тонкими прослоями песков, черных глин и углистых алевритов, а выше – белые алевриты с тонкими прослоями углей (нижняя подсвита), общей мощностью до 20–25 м. Выше наблюдается переслаивание светлых и коричневых (углистых) алевритов и тонких песков с растительным детритом, мощностью 3–5 м (верхняя подсвита). За пределами долины толща пасековской свиты становится более однородной, в ней исчезают прослои углистых пород, преобладают слоистые глины и глинистые алевриты до 10 м. Из пород свиты определен спорово-пыльцевой комплекс раннеолигоценового

возраста [18]. Кантемировская свита с размывом залегает на подстилающих отложениях и представлена песками и алевроитами зеленовато-серыми глауконитово-кварцевыми, глинистыми. В основании встречаются прослойки песчаника того же состава. Мощность кантемировской свиты – до 10 м. Свита охарактеризована фораминиферами, а также радиоляриями: *Amphistylus cf. ensiger* Kozl., *Xiphatractus cf. visendus* Kozl. и др. [83]. Свита формировалась в условиях мелководного морского бассейна с переменным гидродинамическим режимом.

## ВЕРХНИЙ ОЛИГОЦЕН–НИЖНИЙ МИОЦЕН

На большей части территории СФЗ северной части Украинской синеклизы отложения верхнего олигоцена (хатт) и нижнего миоцена (аквитан) выделяются как полтавский надгоризонт ( $P_3-NpI_1$ ), сложенный берекской и новопетровской свитами, которые из-за литологического сходства и практически полного отсутствия фаунистических остатков показаны на карте совместно.

На Среднерусской возвышенности полтавские образования распространены достаточно широко, особенно в центральной и южной частях района, занимая там самые высокие участки водоразделов. Они трансгрессивно залегают на нижележащих и представлены преимущественно песками с линзами песчаников и подчиненными прослоями глин в нижней части разреза. Пески белые и светло-серые, вверху часто пестроокрашенные тонко- и мелкозернистые, кварцевые, сыпучие, иногда слабоглинистые, местами ожелезненные, с линзами песчаников, также ожелезненных. Глины в виде тонких пропластков представлены белыми и зеленоватыми каолинизированными разностями.

В южной части района (среднее течение р. Оскол) в этих отложениях выделяются обычно две пачки: внизу пески светло-серые и зеленовато-серые разнозернистые, с линзами песчаников, иногда ожелезненных до железистых песчаников, с тонкими пропластками песчаных глин и линзами опок. В верхней части пачки пески иногда пестрые: желтые, сиреневые, оранжевые, с тончайшими пропластками белой каолинизированной глины. Мощность пачки – 4–10 м. Верхняя пачка сложена пестроокрашенными разнозернистыми песками с гнездами пестрых песчаных глин мощностью до 15 м. Мощность полтавских отложений изменяется от 4–5 до 10–14 м на севере и до 15–25 м, иногда до 30–40 м – на юге. На северо-западе района, у г. Тим из песчаников была собрана и определена флора позднеолигоценового возраста: *Pinus paleostrobus* Heer, *Magnolia takhtajanii* Pneva, *Litsea primigenia* (Ung.) Takht, *Quercus pseudoneriifolia* Vikulin и др. [86], которую некоторые исследователи считают раннемиоценовой [18].

На Калачской возвышенности полтавские отложения развиты спорадически, занимая самые высокие участки водоразделов. Они залегают здесь без видимых следов размыва на харьковских породах и представлены обычно песками белыми, светло-серыми, реже желтоватыми и розоватыми, разнозернистыми, преимущественно среднезернистыми кварцевыми, с конкрециями сливных песчаников, с редкими линзами алевроитов и пропластками белых каолинизированных глин, мощностью 2–15 м.

На водоразделе Дона и Северского Донца полтавские отложения развиты не повсеместно и залегают часто с размывом (в основании – галечник) на нижележащих породах. Внизу это пески светлые, белые и желтоватые мелкозернистые кварцевые, иногда косослоистые, местами с тонкими пропластками серых глин. Выше располагаются пески пестрые, желтовато-серые, зеленовато-серые, оранжевые, кирпично-красные, иногда розоватые, палевые, с прослоями глин и линзами песчаников или кварцитов, часто в верхней части железистых. Мощность – 7–45 м.

Возраст полтавских отложений определяется по аналогии с разрезами Украины, где змиевская свита по палинокомплексам отнесена к верхнему олигоцену, а сивашская свита по комплексу моллюсков к верхнему олигоцену–нижнему миоцену. На Волго-Донском водоразделе местами присутствуют аналоги нижней части полтавских отложений, содержащих фораминиферы зон *Cibicides ornatus* и *Elphidium onerosum*, относимых в Закаспии к нижнему миоцену [18, 156], так что и здесь возможно присутствие низов аквитана.

## НЕОГЕНОВАЯ СИСТЕМА

Неогеновые отложения в пределах изученной территории представляют собой осадки выполнения древних долин крупных рек и их притоков. Генетические особенности этих осадков обусловили и принципы районирования рассматриваемой территории, которая подразделена на: а) бассейн палео-Дона и б) бассейн палео-Днепра и Северского Донца. В свою очередь огромная площадь, дренировавшаяся палео-Доном, подразделена на зоны, отвечающие фрагментам древней гидросети, в пределах которой неогеновые отложения имеют различия в полноте разреза, мощностях и фациях: 1) Среднерусская и Калачская возвышенности, 2) Окско-Донская равнина и 3) Нижний Дон (водораздел Дона и Северского Донца). На крайнем юго-востоке площади известны обнажения морского миоцена.

В миоценовых и плиоценовых отложениях палео-Дона выделены байчуровский горизонт нижнего миоцена Окско-Донской равнины, ламкинская серия среднего миоцена Окско-Донской равнины, горелкинский горизонт среднего миоцена Калачской возвышенности и Окско-Донской равнины, а также здесь же – ергенинская серия верхнего миоцена–нижнего плиоцена; потуданская и медведковская серии среднего–верхнего плиоцена и хопровский горизонт верхнего плиоцена.

Байчуровский горизонт установлен в восточной части Окско-Донской равнины. Это ингрессивно-морские образования, представленные глауконитовыми алевритами и коричневыми глинами мощностью до 30 м. Стратотип расположен у с. Горелка Воронежской области, где в толще алевритов, глин и песков имеется прослой вулканического пепла, отложения которого по радиометрическому возрасту ( $19,9 \pm 1,4$  млн лет по трекам или  $22 \pm 3$  млн лет по K-Ar) [18] и петрохимии коррелируются с нижним миоценом Восточного Паратетиса (и средней частью бурдигальского яруса общей шкалы).

Л а м к и н с к а я с е р и я (**N<sub>1</sub>lm**) включает отложения каменнородского, уваровского, тамбовского и гуровского горизонтов общей мощностью до 115 м.



Каменнобродский горизонт распространен в восточной части Окско-Донской равнины и представлен одноименной свитой, фрагментарно сохранившейся от последующих размывов. Она сложена коричневатými глинами и разнотернистыми песками с линзами песчаников, мощностью до 40 м. Стратотип расположен севернее рассматриваемой территории у с. Каменный Брод на р. Челновая. Около с. Вязовая свита сложена внизу песками серыми мелкозернистыми, глинистыми, в основании до грубозернистых, аверху глинами темно-серыми тонкослоистыми, с присыпками алеврита и глауконитового песка, с обильными растительными остатками, мощностью до 7 м.

Особенностями каменнобродского горизонта являются условия залегания – неглубокий эрозионный врез, а также доминирование во флорах остатков тепло- и влаголюбивых широколиственных древесных пород (высокая гумидность палеоклимата). Эти отложения параллелизуются с нижней частью среднего миоцена Восточного Паратетиса (нижней частью чокрака).

Уваровский горизонт распространен на Окско-Донской равнине, где входит, как и каменнобродский, в состав нижней части ламкинской серии.

Особенностью условий залегания горизонта является глубокий врез уваровских отложений, заполняющих узкую долину, превышающую глубину врезания всех остальных горизонтов неогена и плейстоцена. Характерным его признаком является и абсолютное господство в палиноспектрах пыльцы древесных пород при преобладании покрытосеменных над голосеменными (*Fagus tenella* P a n., *F. miocenica* A n a n. и др.). По характеру растительных остатков уваровский горизонт отвечает верхней половине чокрака и карагану. Мощность 40 м.

Тамбовский горизонт распространен в восточной части Окско-Донской равнины (тамбовская свита) и сложен темноцветными глинами с прослоями зеленых глауконитовых алевритов мощностью до 60 м. Горизонт заполняет среднюю часть ламкинско-яшкульской каньонообразной долины; его характерный признак – наличие в составе пород пластов ингрессивно-морского генезиса. Для палинологических спектров характерен промежуточный тип между уваровскими и гуровскими комплексами – абсолютное господство древесных пород при преобладании среди них хвойных (40–65 %): *Pinus tertiaria* (Moreva) Anan., *P. mirabilis* (Rudolph) Anan. и др. СПК II [18]. Тамбовский горизонт отвечает конкскому региоярису Восточного Паратетиса.

Гуровский горизонт распространен в прилегающей части Окско-Донской равнины (сосновская свита) и сложен глинами темноцветными с прослоями глауконитовых алевритов и бурых углей. Его породы заполняют верхнюю часть ламкинско-яшкульской долины, а в их составе преобладают регрессивные озерно-болотные отложения. Основной признак гуровского горизонта – типичный состав палеоботанических остатков, где резко преобладают хвойные древесные породы (68–97 %). Спорово-пыльцевые комплексы гуровской свиты хорошо сопоставляются с СПК сосновской свиты Окско-Донской равнины. В связи с малыми мощностями и близостью составов тамбовский и гуровский горизонты на карте показаны совместно ( $N_{1tm} + gv$ ) суммарной мощностью до 65 м.

Горелкинский горизонт ( $N_{1gr}$ ) представлен песками светлыми, часто глауконитовыми, глинами сиреневатыми, бентонитоподобными,

с линзами диатомитов. Это мелководно-морские отложения, отличающиеся значительной глубиной эрозионного вреза и содержащие палеоботанические остатки, близкие к комплексам гуровского горизонта: преобладание голосеменных древесных форм (до 90 %), хотя местами фиксируются спектры с резким преобладанием трав, что указывает на ксерофитизацию климата (СПК IV) [18]. Около с. Горелка он сложен глауконитовыми алевролитами с прослоями бентонитоподобных глин и отвечает, возможно, среднему или верхнему подъярусам сарматского регионаруса Восточного Паратетиса. На Приволжской возвышенности (севернее территории работ) его породы содержат фораминиферы *Elphidium macellum* (F i c h t. et M o l l), *Porosonion martkovi* (B o g d.) и остракоды сарматского возраста [18].

Горелкинский горизонт Окско-Донской равнины представлен двумя свитами общей мощностью до 40 м. В нижней части серии выделяется макашевская свита – аллювиальная толща, выполняющая узкие погребенные долины в краевой зоне палеобассейна и сложенная песками желтыми, мелкозернистыми, косослоистыми (до 8 м), содержащими линзы железистых песчаников с отпечатками листьев. Макашевские отложения перекрыты карайской свитой, представленной ингрессивно-морскими образованиями, которые сложены глинами сиреневато-серыми и коричневыми, с прослоями зеленого глауконитового алевролита и оранжевого мелкозернистого песка, мощностью 6 м. В нижней и средней части карайской свиты, севернее территории работ встречены остатки солоноватоводных диатомей, а ее спорово-пыльцевые комплексы характерны для верхнего миоцена (СПК IV).

На Калачской и Среднерусской возвышенностях развиты аллювиальные аналоги горелкинского горизонта – фоменковская и новобогородицкая свиты суммарной мощностью до 25 м. Фоменковский аллювий (стратотип у с. Фоменково Воронежской области) слагает верхнюю террасу в долинах правобережных притоков палео-Дона. Это немой аллювий, предположительно сопоставляемый с макашевской свитой Окско-Донской равнины. Отложения новобогородицкой свиты прислонены к образованиям фоменковской свиты и сопоставляются предположительно с карайской свитой Окско-Донской равнины, имеющей, возможно, средне-позднесарматский возраст.

На юге территории у пос. Знаменка скв. 1-А в интервале 17–23 м вскрыты отложения сарматского регионаруса среднего подъяруса. Они представлены серыми и грязно-серыми известняками пористыми, некрепкими, неслоистыми, с раковинами пелеципод, что позволяет определить их возраст как среднесарматский. Выходы их предполагаются по южной границе изученной площади под покровом четвертичных отложений на абс. отм. плюс 95–100 м и выше [157]. Мощность среднесарматских пород – 6 м.

Е р г е н и н с к а я с е р и я ( $N_{1-2er}$ ). К этому стратиграфическому интервалу отнесены отложения палео-Дона, которые представлены аллювиальными осадками, прислоненными к отложениям нижнего–среднего миоцена, а в них вложены по эрозионным врезам породы среднего–верхнего плиоцена, от которого они обособляются по гипсометрическому положению ложа. Ергенинской серии отвечают ниже- и верхнеусманская подсерии Окско-Донской равнины, перешибинская, березкинская и антиповская свиты Калачской и Среднерусской возвышенностей, достигая мощности 90 м.

Нижнеуспанская подсерия отличается довольно высоким уровнем эрозионного вреза. Она заполняет погребенную долину и сложена немymi аллювиальными песками, прислоненными к отложениям горелкинского горизонта; предположительно она сопоставляется с верхним понтом.

На Калачской и Среднерусской возвышенностях нижнеуспанской подсерии отвечает перешибинская свита, отложения которой (пески, вверху глины) прислонены к образованиям новобородицкой свиты (средний и верхний сармат) и прорезаны березкинским аллювием (нижний кимеридж).

Верхнеуспанская подсерия Окско-Донской равнины заполняет узкую погребенную долину, прорезающую отложения нижнеуспанской подсерии и протягивающуюся от междуречья Польного и Лесного Воронежа (север района) до бассейна рек Икорец и Токай. Это толща немого аллювия, которая предположительно сопоставляется с нижним киммерием.

Верхнеуспанская подсерия Окско-Донской равнины, Калачской и Среднерусской возвышенностей принадлежит к двум свитам: березкинской и антиповской. Березкинская свита выделяется на Калачской и Среднерусской возвышенностях и представлена аллювиальными разнoзернистыми песками с прослоями глин, вверху – серыми глинами мощностью до 10 м. Они прислонены к перешибинским породам и прорезаны антиповскими отложениями. Стратотип расположен у с. Березки Воронежской области. Березкинский аллювий относится к нижнему киммерию, что подтверждается остатками мелких млекопитающих *Pliolagus sp.*, *Polonomys sp.*, *Cricetulus sp.* и др. [18].

Антиповская свита распространена в центральной части Окско-Донской равнины, на Калачской и Среднерусской возвышенностях, отвечая самым молодым слоям верхнеуспанской подсерии (плиоцену), и представлена аллювиальными песками и глинами мощностью до 18 м. Антиповские отложения занимают самое низкое гипсометрическое положение среди аллювиальных ритмов, слагающих ергенинский надгоризонт; они прислонены к нижнеуспанской подсерии и сложены песками с остатками комплекса мелких млекопитающих: *Polonomys insuliferus* K o w., *Ochotona pseu-dopusilla* Gur. et S c h e w. и др., на основании чего вмещающие отложения отнесены к среднему киммерию. Антиповские отложения намагничены отрицательно, что позволяет соотнести их со средней частью палеомагнитной эпохи Гильберт [18].

Таким образом, из всех перечисленных стратонов, составляющих ергенинскую серию, нижнеуспанская подсерия принадлежит, по-видимому, к верхнему миоцену, а верхнеуспанская подсерия, березкинская и антиповская свиты относятся, скорее всего, к нижнему плиоцену.

К нижнему плиоцену, очевидно, принадлежит и герасимовская свита, установленная в западной части бассейна палео-Дона (бассейн р. Оскол у г. Валуйки) и местами на Окско-Донской равнине, где представлена аллювиальными песками мощностью до 10 м. Разрез у с. Герасимовка сложен песками (до 4 м) разнoзернистыми с линзами гравия, мела и кремня, с перекрестной слоистостью, с остатками полевок и зайцеобразных. Выше отмечено тонкое горизонтальное переслаивание светлого мелкозернистого песка и супеси (2 м). Остатки мелких млекопитающих принадлежат к молдавскому фаунистическому комплексу и соответственно к верхнему киммерию.

Герасимовская свита в магнитохронологической шкале отвечает верхней части эпохи Гильберт (выше эпизода Кочити) или низам эпохи Гаусс (эпизод Маммут) [18].

Потуданская серия ( $N_2pt$ ) Среднерусской и Калачской возвышенностей и соответствующая ей медведковская серия ( $N_2mv$ ) Окско-Донской равнины подразделяются на два горизонта: центральноворонежский и верхнедонской, которым соответствуют коротоякская, урывская и белогорская свиты.

Коротоякская свита сложена внизу (до 3,5 м) песками и супесями серовато-коричневыми и светло-серыми с косой и мульдовидной, а в его верхах – с горизонтальной слоистостью, с прослоями гальки мела, с зубами грызунов, щитками черепах и наземными моллюсками. Выше залегают (до 2 м) глины и суглинки черные и темно-серые, содержащие дутики и карбонатные прожилки, рассеянную гальку меловых пород, прослой гидроморфных почв и раковины моллюсков. Состав фауны указывает на весьма благоприятные климатические условия с умеренным увлажнением, а также на соответствие отложений нижней половине нижнего акчагыла. По палеомагнитным данным, коротоякская свита синхронна эпизоду Маммут или Казна и основанию верхней части эпохи Гаусс [16] и соответствует коротоякскому климаторитму.

Урывская свита подразделяется на две подсвиты. Нижняя подсвита сложена внизу песками мелко- и среднезернистыми косослоистыми, с прослоями грубых разностей, в основании – с галькой мела и фосфоритов, а вверху серыми песчанистыми глинами, общей мощностью до 10 м. Она содержит остатки мелких млекопитающих: многочисленных зайцеобразных, насекомоядных и древних полевок (*Promimomys (Cheria) gracilis* Kretzoi). Найденные остатки – более прогрессивные формы, чем фауна коротоякской свиты, но более архаичные, чем в вышележащих толщах. Эта фауна указывает на существование лесостепных условий с массивами широколиственных лесов и отвечает давыдовскому климатолиту, что соответствует верхней половине нижнего акчагыла. Давыдовский климатолит в магнитохронологической шкале отвечает верхней части эпохи Гаусс (породы намагничены положительно) [18].

Верхняя часть нижеурывской подсвиты, отвечающая хворостанскому климатолиту, сложена темно-серыми пойменными глинами до 5 м мощности, в кровле с большим числом известковых конкреций (следами почвообразования). Породы содержат характерные березово-сосновые пыльцевые спектры, в которых почти полностью отсутствуют широколиственные, и относятся к низам среднего акчагыла. Хворостанский климатолит в магнитохронологической шкале отвечает основанию эпохи Матуяма (породы намагничены отрицательно), а совместно с давыдовским климатолитом образует оськинский климаторитм.

Верхнеурывская подсвита представлена в нижней половине песками и глинами мощностью до 10 м. Среди мелких млекопитающих в нем отмечены лесные формы, существующие в условиях теплоумеренного увлажненного климата. Отложения намагничены отрицательно и синхронны одному из интервалов эпохи Матуяма [18].

Выше располагаются пойменные глины мощностью до 5 м. В северной части Окско-Донской равнины эти отложения охарактеризованы лесной пылью

с резким преобладанием сосны, а в южной части – степной пыльцой. Остатки семян из этих пород воспроизводят позднекинельскую флору кривоборского типа [18].

В бассейне палео-Днепра и Северского Донца нижней части верхнеурывской подсвиты отвечает **н о в о х а р ь к о в с к а я с е р и я** ( $N_2nh$ ), состоящая из двух аллювиальных ритмов, представленных светло-серыми песками и черными глинами мощностью до 15 м, содержащими комплекс растительных остатков кривоборского типа.

Верхнеурывская подсвита, верхняя часть на Окско-Донской равнине, Калачской и Среднерусской возвышенностях, имеет относительно высокое гипсометрическое положение ложа и представлена аллювиальными глинами и супесями; стратотип расположен западнее сел Коротояк–Покровка и сложен внизу супесями серыми, от белесых до темных, пропитанными известью, с вертикальными следами корней растений, в основании пески желтые, с обломками раковин, общей мощностью около 3 м. Выше залегают глины черные, жирные, внизу с супесью гумусированной, с дутиками, по простиранию замещаются песками светлыми, разнозернистыми с зубами грызунов, мощностью до 1 м.

Мелкие млекопитающие из отложений подсвиты, особенно полевки, более эволюционно продвинуты по сравнению с формами из низов подсвиты. Обилие насекомоядных, а также лесных мышей *Blarinoides marinae* Sul., *Beremendia fissidens* (Pet.) указывает на развитие ландшафтов лесостепи.

На Волго-Хоперском междуречье и северной части Нижнего Дона урывской подсвите отвечает верхняя часть нагавской свиты, представленная зеленовато-серыми глинами с линзами песка мощностью до 3 м, растительные остатки из которой свидетельствуют о степной умеренно холодной растительности и сопоставляются с комплексом урывской свиты Окско-Донской равнины [18], входя в состав сторожевского климаторитма.

Белогорская свита соответствует одноименному климаторитму, состоящему из двух климатолитов: теплого трубетчинского и холодного замартыньевского. Нижняя часть белогорской свиты, соответствующая трубетчинскому климатолиту, сложена разнозернистыми песками с галькой и гравием кварца, кремня и известняков, выше глинами черными и зеленоватыми, иногда с линзами лигнита и раковинами моллюсков, мощностью до 45 м. Комплекс моллюсков близок к таковым из верхов урывской свиты и характеризуется теплолюбивыми формами (*Gastrocopta (Vertigopsis) nikitini* Kra sn., *G. gracilidens* (Sand b.) и др.), а флоры лесного типа отвечают нижней части белогорской свиты.

Верхняя часть белогорской свиты, соответствующая замартыньевскому климатолиту, сложена темными и зеленоватыми пойменными глинами с линзами лигнита и следами почвообразования, мощностью 2–5 м. Флоры этой части свиты существенно отличаются от содержащихся в нижней ее части и характеризуются преобладанием хвойно-широколиственных древесных комплексов.

Характерной особенностью белогорского аллювия является его глубокий врез, на 15–25 м превышающий глубину вреза оськинского и на 25–35 м – сторожевского климаторитмов. Белогорские отложения на Окско-Донской

равнине залегают в глубокой эрозионной долине, прорезающей коротоякские и урывские образования, и с размывом перекрываются тихососновской свитой верхнего акчагыла. Поэтому в шкале морских толщ Каспия они отвечают верхней части среднего и нижней части верхнего акчагыла.

Палеомагнитная характеристика белогорского климаторитма фрагментарна: в верхней части трубетчинского горизонта выявлена отрицательная полярность, а в замартыньевском климатолите фиксируются интервалы как с прямой полярностью (верхний эпизод Реюньон), так и с отрицательной [18].

Хопровский горизонт ( $N_2hp$ ) выделен на Окско-Донской равнине, Калачской и Среднерусской возвышенностях, сложен аллювиальными песками и глинами мощностью до 30 м и представлен образованиями двух ритмов аллювия, включающими четыре климатических горизонта.

К нижней части хопровского горизонта на Окско-Донской равнине, Калачской и Среднерусской возвышенностях отнесена тихососновская свита, которая залегают с размывом на белогорских и уваровских отложениях, выполняющая плоскодонную эрозионную долину, и перекрывается эоплейстоценом. Она сложена внизу песками светлыми, разнозернистыми, выше глинами со следами почвообразования, мощностью до 5 м. Свита содержит фауну мелких млекопитающих, среди которых выделяются остатки высокоорганизованных форм, типичных для заключительных этапов хопровского комплекса. Фауна пресноводных моллюсков представлена видами, характерными для верхнего плиоцена Дона. Фауна и флора тихососновской свиты позволяет сопоставлять ее с верхней частью акчагыла.

На юге Волго-Хоперского междуречья и Нижнем Дону хопровский горизонт представлен кривской свитой, которая сложена аллювиальными русловыми песками – внизу темно-коричневыми до черных с гравием и галькой, выше желтовато-серыми, тонко- и мелкозернистыми, глинистыми с прослойками коричневых глин и редкими пропластками железистых песчаников, общей мощностью 10–15 м.

Фауна кривской свиты указывает на степные ландшафты и теплоумеренный климат и принадлежит к древней части хопровского комплекса. В морских отложениях Каспия она отвечает верхнему акчагылу. Породы кривской свиты имеют прямую полярность (эпизоды Ильчембет или Олдувей, не исключен также верхний Реюньон) [18].

## ПЛИОЦЕН ( $N_2$ )

Нерасчлененные отложения плиоценового аллювия развиты по всем рекам бассейна Дона и Северского Донца. Это – пески светлые разнозернистые, залегающие на различных гипсометрических уровнях и слагающие несколько террас. По-видимому, они соответствуют ламкинской, усманской, потуданской и горянской сериям, выделяемым на территории Воронежской антеклизы. Мощность их достигает 50 м.

Пограничная часть плиоцена–эоплейстоцена изучена слабо, стратиграфическая привязка реперных палеонтологических комплексов не имеет однозначного решения, и горизонты в этой части разреза не выделяются.



---

---

## МАГМАТИЗМ

Магматические комплексы фиксируют главные возрастные рубежи в развитии Воронежского кристаллического массива (табл. 5). Их положение и описание в разрезе рассматривается в рамках новой серийной легенды 2002 г. и минерагенического блока к ней, утвержденного в 2004 г. [129]. В основе представлений о формационной принадлежности большинства интрузивных комплексов лежит значительный геофизический материал и данные по вещественному составу, приведенные в ряде сводных работ [21, 77, 78 117, 145, 152].

### РАННЕПРОТЕРОЗОЙСКИЕ ИНТРУЗИИ

На территории листа М-37 интрузивные образования объединены в комплексы в соответствии с требованиями Петрографического кодекса. В основе разделения их на возрастные группы, отражающие этапы эволюции магматизма, положены определения изотопного возраста (табл. 6). Анализ схемы магматизма отражает эволюционную направленность этого процесса, в котором выделяется несколько эонотем: саамский, верхнеархейский (лопийский), нижнепротерозойский (карельский). Каждый из этих крупнейших этапов в свою очередь разделяется на подэтапы (эратемы): верхний архей на нижнелопийский, среднелопийский и верхнелопийский этапы, а нижнепротерозойская эонотема делится на нижнекарельскую и верхнекарельскую эратему. К каждому из подэтапов или эратем отвечает ведущий интрузивный комплекс, характеризующийся определенными возрастными рубежами. Насыщенность интрузивными комплексами различных возрастных этапов связана с особенностями структурно-формационного строения района. Наиболее насыщена интрузивными комплексами всех возрастных этапов Алексеевско-Воронецкая структурная зона. Из данных геологической карты, из схемы магматизма следует, что в архее и раннем протерозое проявляется специфика в эволюционном развитии магматизма, которая особенно хорошо просматривается в разных частях территории листа. Так, в Эртиль-Калачском СФР проявлен главным образом основной магматизм. В Алексеевско-Воронецкой зоне на этом возрастном уровне в основном проявился гранитоидный магматизм, примерно такая же картина наблюдается и в Лосевском СФР, где гранитоидный магматизм начал развиваться интенсивно с нижнекарельского этапа. Общим для всех структурно-формационных районов является формирование

Схема корреляции интрузивных и метаморфических комплексов Воронежского кристаллического массива территории листа М-37

АКРОТЕМА	ЭОНОТЕМА	ЭРАТЕМА	ВОРОНЕЖСКАЯ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННАЯ ОБЛАСТЬ (СФО)																
			1. Структурно-формационный район (СФР) КМА					II. Лосевский СФР					III. Калачско-Эртильский СФР						
			Михайловско-Белгородская зона		Алексеевско-Воронежская зона														
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ – PR	Нижнепротерозойская (карельская) – KR	1650 млн лет	Верхнекарельская – KR <sub>3</sub>		<p>S-K Нерасчлененный архей-протерозойский комплекс</p> <p>1950 EvξK<sub>2</sub>d Дубравинский щелочно-ультраосновной комплекс</p> <p>1874-2066 ξK<sub>2</sub>ξ Шебекинский габбро-пироксенит-сиенитовый комплекс</p> <p>2040 ξγK<sub>2</sub>ml Малиновский субщелочной гранитовый комплекс</p> <p>2060 vK<sub>2</sub>sm Смородинский габбро-долеритовый комплекс</p> <p>2078 γ-γξ K<sub>2</sub>p Павловский гранит-граносиенитовый комплекс</p> <p>2045–2085 δ-γδ K<sub>2</sub>sm Стойло-николаевский диорит-гранодиоритовый комплекс</p> <p>vσK<sub>2</sub>z Золотухинский габбро-перидотитовый комплекс</p>					<p>2050 γK<sub>2</sub>ol<sub>2</sub> Ольховский габбро-гранитовый комплекс</p> <p>γK<sub>2</sub>ol<sub>2</sub> Вторая фаза</p> <p>vK<sub>2</sub>ol<sub>1</sub> Первая фаза</p> <p>σvK<sub>2</sub>ξk Шукавский перидотит габбро-диабазовый комплекс</p>					<p>1801 ξK<sub>2</sub>ar Артюшковский щелочно-сиенитовый комплекс</p> <p>vK<sub>2</sub>n Новогольский габбро-долеритовый комплекс</p> <p>2018 γ-ργK<sub>2</sub>b Бобровский гранит-плагиогранитный комплекс</p> <p>2050–2065 v-δK<sub>2</sub>e Еланский норит-диоритовый комплекс</p> <p>2080 vσK<sub>2</sub>m Мамонский перидотит-габбро-норитовый комплекс</p>				
		2100	Нижнекарельская – KR <sub>1</sub>												<p>Воронцовский метаморфический комплекс (тысячи метров)</p> <p>K<sub>1</sub>vc<sub>2</sub> K<sub>1</sub>vc<sub>2</sub> – Флишное переслаивание двуслодных, биотит-гранатовых андалузитовых углеродсодержащих сланцев (метапесчаники, метаалевролиты, метапелиты). В зонах высокого метаморфизма со ставролитом, кордиеритом, силлиманитом</p> <p>K<sub>1</sub>vc<sub>2</sub> K<sub>1</sub>vc<sub>2</sub> – Толща преимущественного развития углеродистых сульфидизированных сланцев</p> <p>K<sub>1</sub>vc<sub>1</sub> K<sub>1</sub>vc<sub>1</sub> – Терригенно-туфогенная толща (метаалевролиты, метапесчаники, метатугфы)</p>				
		2500	Верхнекарельская – KR <sub>2</sub>																
АРХЕЙСКАЯ – AR	Верхнеархейская (лопийская) – LP	2800	Верхне-лопийская – LP <sub>3</sub>		<p>2528–2615 γL<sub>3</sub>a Атаманский гранитовый комплекс</p>														
		3000	Средне-лопийская – LP <sub>2</sub>		<p>3100 L<sub>1-2</sub>mh Михайловский метаморфический комплекс</p> <p>2930–3010 mργL<sub>2</sub>sl Салтыковский мигматит-плагиогранитный комплекс</p> <p>σvL<sub>1</sub>sr Сергиевский габбро-дунит-перидотитовый комплекс</p>														
		3200	Нижнеархейская – LP <sub>1</sub>		<p>3178 Sob Обоянский плутоно-метаморфический комплекс</p> <p>Тоналиты и плагиогнейсы с прослоями биотит-амфиболовых, амфиболовых гнейсов, линзами и прослоями амфиболитов, плагиомигматиты, маломощные прослои железистых кварцитов</p>														

**Геохронологические определения плутонических и метаморфических образований территории листа М-37  
(приводятся по работе [129] с дополнениями и изменениями)**

№ проб п/п	Геологическое подразделение и его индекс	Структурно-формационная зона (СФЗ), место отбора, номер пробы и порода	Источник (автор, организация, год полевых работ)	Методика анализа, характеристика материала	Возраст, млн лет	Лаборатория, в которой выполнены определения
<b>РАННИЙ ПРОТЕРОЗОЙ (КАРЕЛИЙ) – KR</b> <b>Поздний Карелий – KR<sub>2</sub></b>						
1	Артюшковский комплекс – $\xi KR_{2ar}$	Хоперская СФЗ, Артюшковский участок, скв. 8832, интервал 408,7–702,4 м, сиенит эгиринсодержащий	Чернышев Н. М., ВГУ, 1995	U-Pb, изохрона, (по двум точкам) циркон	1801 ± 27	ГИН КНЦ РАН, г. Апатиты
2	Шебекинский комплекс – $\xi KR_{2s}$	СФЗ КМА, Шебекинский участок, скв. 3270, интервал 776,0–787,2 м, проба 92-124а, сиенит двуполевошпатовый кварцевый биотит-роговообманковый	Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины, 1992	U-Pb, изохрона, циркон (4 фракции) 300–500 мкм, удл. 2,5	2066 ± 14	ИГФМ АН Украины, г. Киев
3	Малиновский комплекс – $\epsilon \gamma K_{2ml}$	ФЗ КМА, Белгородская область, Беленихинский массив, скв. 3872, интервал 463,8–467,0 м, проба 93-184, гранит порфировидный двуполевошпатовый	Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины, 1993	U-Pb, изохрона, циркон (4 фракции)	2040 ± 30	ИГФМ АН Украины, г. Киев
4	Малиновский комплекс – $\epsilon \gamma KR_{2ml}$	СФЗ КМА, Курская область, Тимский район, с. Рогозецкий Колодезь, скв. 4053 интервал 190,5–197,5 м, проба 91-310, гранит биотитовый жильный	Мяснянкин В. И., ГПП «Юго-западгеология». Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины, 1991	U-Pb, изохрона, циркон желтый непрозрачный, 150–750 мкм (4 фракции)	1874 ± 13	ИГФМ АН Украины, г. Киев
5	Смородинский комплекс $vKR_{2sm}$	СФЗ КМА, Сергеевско-Алексеевский участок, скв. 2910, интервал 366,0–376,5 м, габбро-долерит	Чернышев Н. М., ВГУ. Пономаренко А. Н., Щербак Н. П., ИГФМ АН Украины, 1990	U-Pb, изохрона, циркон, 4 генерации	2060 ± 10	ИГФМ АН Украины, г. Киев

№ проб п/п	Геологическое подразделение и его индекс	Структурно-формационная зона (СФЗ), место отбора, номер пробы и порода	Источник (автор, организация, год полевых работ)	Методика анализа, характеристика материала	Возраст, млн лет	Лаборатория, в которой выполнены определения
6	Ольховский комплекс, первая фаза – $v\gamma KR_2 o l_1$	Лосевская СФЗ, Матвеевский участок, скв. 8846, интервал 670,3–715,0 м, монцогаббронорит	Чернышев Н. М., ВГУ; Баянова Т. Б., Геологический институт КНЦ РАН, 1996	U-Pb, изохрона, циркон, 4 генерации	2050 ± 23	ГИН КНЦ РАН, г. Апатиты
10	Бобровский комплекс, вторая фаза – $r\gamma KR_2 b_2$	Хоперская СФЗ, Коршевский участок, скв. 0162, интервал 501,0–513,0, 513,0–523,0, 525,0–532,0, 532,0–537,0 м, гранит порфиroidный двуполевошпатовый двуслюдяной	Деревянкин Ю. А., Белорусский НИГРИ, 1991	U-Pb, изохрона, циркон I – короткопризматический II – игольчатый удл. 5–8	2553 ± 18 (по двум точкам) 2018	ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург
11	Павловский комплекс, первая фаза – $\gamma KR_2 p_1$	Лосевская СФЗ, Шкурлатский карьер, обр. 381, гранит микроклиновый порфиroidный	Савко К. А., Богданов В. М. и др., ГТП «Воронежгеология», 1994	U-Pb, изохрона, циркон	2078 ± 4	ГЕОХИ РАН, г. Москва
12	Еланский комплекс, вторая фаза – $q\delta KR_2 e_2$	Хоперская СФЗ, Еланский участок, скв. 8897, интервал 296,0–311,0 м, кварцевый диорит микролинсодержащий	Чернышов Н. М., ВГУ, 1996	U-Pb, изохрона, циркон, 2 генерации	2050 ± 14	ГИН КНЦ РАН, г. Апатиты
13	Еланский комплекс, первая фаза – $v KR_2 e_1$	Хоперская СФЗ, Еланский участок, скв. 9201, интервал 725,9–773,5 м, норит лейкократовый	Чернышов Н. М., ВГУ; 1996	U-Pb, изохрона, циркон, 3 генерации	2065 ± 15	ГИН КНЦ РАН, г. Апатиты
14	Стойло-николаевский комплекс(?), вторая фаза – $\gamma t KR_2 sn_2$	СФЗ КМА, Шигровский участок, скв. 4043, интервал 337,0–352,0 м, гранит-порфир двуслюдяной	Чернышов Н. М., ВГУ; Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины	U-Pb, изохрона, (4 точки), циркон двух разновидностей, 150–200 мкм, удл. 2–3	2045 ± 5	ИГФМ АН Украины, г. Киев

15	Стойло-николаевский комплекс, вторая фаза – $q\delta KR_2 sn_2$	СФЗ КМА, Курская область, с. Основное, скв. 4071, интервал 480,5–488,3 м, дайка диорита биотит-роговообманкового	Мяснянкин В. И., ГПП «Юго-западгеология»; Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины	U-Pb, изохрона, циркон (4 фракции), коричневый, зональный, 200–450 мкм	2085 ± 5	ИГФМ АН Украины, г. Киев
16	Стойло-николаевский комплекс, первая фаза – $q\delta KR_2 sn_1$	СФЗ КМА. Щигровский участок, с. Лещенки, скв. 4074, интервал 261,0–262,0 м, проба 91-633, кварцевый диорит	Мяснянкин В. И., ГПП «Юго-западгеология»; Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины	ТИЭ U-Pb, изохрона, циркон (4 фракции), светло-коричневый, 150–400 мкм	2111 ± 128	ИГФМ АН Украины, г. Киев
17	Мамонский комплекс, вторая фаза – $u\sigma KR_2 m_2$	Хоперская СФЗ, северная часть Еланско-Коленовского плутона, скв. 7647, интервал 315–319 м, габбронорит ортоклазсодержащий	Чернышов Н. М., ВГУ. Пономаренко А. Н. и др., ИГФМ АН Украины, 1990	U-Pb, изохрона, циркон	2080 ± 15	ИГФМ АН Украины, г. Киев
18	Мамонский комплекс, вторая фаза – $u\sigma KR_2 m_2$	Хоперская СФЗ, Еланско-Коленовский плутон, скв. 7658, интервал 286,7–298,7 м, габбронорит	Чернышев Н. М., ВГУ, 1995	U-Pb, изохрона, циркон	2080 ± 10	ГИН КНЦ РАН, г. Апатиты
<b>Ранний Карелий – KR<sub>1</sub></b>						
19	Усманский комплекс – $mp\gamma KR_1 u$	Лосевская СФЗ, скв. 7502, интервал 122,0–132,0; 134,0–146,0; 148,0–157,0; 157,0–161,8 м, плагиигранит лейкократовый биотитовый	Деревянкин Ю. А. и др., Белорусский НИГРИ, 1991	U-Pb, изохрона, циркон, 200–250, 100–200, 75–100 мкм, удл. 3–4 (СКВО = 46)	2112 ± 32	ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург
<b>Поздний архей (верхний лопий) LP<sub>3</sub></b>						
20	Атаманский комплекс, первая фаза – $\gamma LP_3 a_1$	СФЗ КМА Атаманский массив, скв. 6089, интервал 158,0–208,0, гранит двуполевошпатовый биотитовый флюоритсодержащий	Деревянкин Ю. А. и др., Белорусский НИГРИ, 1991	U-Pb, изохрона, (4 точки) циркон, 150–200, 100–150, 50–100 мкм абраз. обраб. удл. 2–3	2528 ± 4,5	ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург

№ проб п/п	Геологическое подразделение и его индекс	Структурно-формационная зона (СФЗ), место отбора, номер пробы и порода	Источник (автор, организация, год полевых работ)	Методика анализа, характеристика материала	Возраст, млн лет	Лаборатория, в которой выполнены определения
21	Атаманский комплекс, первая фаза – $\gamma LP_3a_1$	СФЗ КМА, Лебединский участок, скв. 6073, интервал 634,2–638,9, 640,7–643,2 м, пробы 91-185, 91-186, грейзен разгнейсованный	Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины, 1991	U-Pb, изохрона, циркон, 100–250 мкм, удл. 1,5–3,2	2586 ± 100	ИГФМ АН Украины, г. Киев
22	Атаманский комплекс, первая фаза – $\epsilon \gamma LP_3a_1$	СФЗ КМА, Дубравинский участок, скв. 6202, интервал 235,0–367,0 м, мигматит-гранит двуполовошпатовый роговообманковый	Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины, 1991	U-Pb, изохрона (4 точки) циркон, 160–200, 100–160, 50–100 мкм обр. обраб., удл. 2–3 (до 5)	2615 ± 70	ИГГД РАН г. Санкт-Петербург
<b>Верхний архей–нижний архей (саамий) SM</b>						
28	Обоянский плутоно-метаморфический комплекс (ПКМ) – SMob	СФЗ КМА, Стародубский участок, скв. 5814, интервал 666,2–671,5 м, гнейс биотитовый	Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины	ТИЭ, Pb/Pb циркон, крупный, желто-коричневый	2140	ИГФМ АН Украины, г. Киев
29	Обоянский плутоно-метаморфический комплекс (ПКМ) – SMob	СФЗ КМА, участок Суземка, скв. 5833, интервал 325,0–327,0 м, гнейс биотитовый	Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины	ТИЭ, Pb/Pb, циркон, крупный, желто-коричневый	2540	ИГФМ АН Украины, г. Киев



30	Обоянский плутоно-метаморфический комплекс (ПКМ) – Sob	СФЗ КМА, Михайловский район, Копенковский участок, скв. 3754, интервал 316,2–361,1 м, плагиогнейс, амфибол-биотитовый мигматизированный	Жмакин В. М., ГТП «Юго-западгеология»; Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины, 1987	U-Pb, изохрона, циркон, коричневый трещиноватый, кристаллы с белыми присыпками	2920	ИГФМ АН Украины, г. Киев
31	Салтыковский комплекс – рγAR <sub>2</sub> sl	СФЗ КМА, Уколовский участок, скв. 7538, интервал 190,1–195,0 м, гранит	Чернышов Н. П., ВГУ; Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины	U-Pb, изохрона, циркон, (3 точки), 100–450 мкм, удл. 2,5–4,5	3000	ИГФМ АН Украины, г. Киев
27	Обоянский плутоно-метаморфический комплекс (ПКМ) – AR <sub>1</sub> ob	СФЗ КМА, Михайловский район., Лев-Толстовский участок, скв. 3785, интервал 301,0–312,4; 332,4–338,5 м, плагиогнейс биотитовый с роговой обманкой	Жмакин В. М., ГТП «Юго-западгеология»; Артеменко Г. В. ИГФМ АН Украины, 1987	U-Pb, изохрона, циркон копьевидный розовато-серый	2930	ИГФМ АН Украины, г. Киев
34	Обоянский плутоно-метаморфический комплекс (ПКМ) – SMob	СФЗ КМА, Бесединский уч., скв. 3588, интервал 262,5–265,8 м, проба 92-31, плагиогнейс роговообманково-биотитовый	Артеменко Г. В., ИГФМ АН Украины, 1992	ТИЭ, Pb/Pb, циркон, U-Pb, изохрона, циркон (4 фракции)	3050–3150 3178 ± 39	ИГФМ АН Украины, г. Киев

субщелочного магматизма, проявленного на завершающей стадии раннего протерозоя. Такая эволюционная схема магматизма, по-видимому, типична для всех кристаллических щитов Европейской России и особенно четко выражена в магматизме Кольского мегаблока.

## ПЛУТОНИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

**Саамий (SM).** Для рассматриваемого (саамского) этапа характерно развитие обширных территорий, выполненных мигматит-тоналитовыми, диорит-плагиогнейсовыми ассоциациями, образующими обоянский плутоно-метаморфический комплекс. Структурно комплекс является частью гранитоидов фундамента наименее измененными процессами гранитизации и метасоматоза [152]. Среди пород комплекса выделены гнейсы-диориты, гнейсо-гранодиориты, ортогнейсы, плагиограниты и их мигматиты, включающие прослойки амфиболовых гнейсов, амфиболитов и железистых кварцитов. Наименее измененная порода характеризуется массивной текстурой и гипидиоморфно-зернистой структурой. В результате наложенных процессов они превращены в амфибол-биотитовые и эпидот-биотитовые гнейсы с бластическими и каткластическими структурами. По химическому составу породы комплекса относятся к известково-щелочной петрохимической серии по содержанию микроэлементов – гранитоидам андезитового ряда. Данные изотопного возраста, полученные по породам Обоянского комплекса, сильно варьируют (табл. 6), однако U-Pb изохрона, полученная по плагиогнейсам Обоянского комплекса Бесединского участка КМА, дала наиболее древний возраст –  $3178 \pm 39$  млн лет.

**Ранний лопий (LP<sub>1</sub>).** Интрузивные образования раннего архея (нижнего лопия) представлены сергиевской габбро-дунит-перидотитовой ассоциацией, которая развита в Михайловско-Белгородской и Алексеевско-Воронежской структурно-формационных зонах.

**Сергиевский комплекс (vdLP<sub>1sr</sub>)** габбро-дунит-перидотитовых пород. Он развит в гранито-гнейсовых блоках раннего архея (александровской серии) с несколько сокращенной мощностью коры и представлен горнблендитами, габброамфиболитами, серпентинитами. Возраст интрузий достоверно не определен, однако приближенные данные позволяют оценить возрастной интервал их формирования в 2200–3100 млн лет [130]. Комплекс характеризуется двухфазным строением. Первой фазе соответствуют интрузии дунит-гарцбургитового состава, образующие в пределах Михайловско-Белгородского и Тим-Ястрбовского поясов прерывистую цепь линейновытянутых тел. Породы слагают пластовые и линзовидные тела мощностью 20–80 м, протяженностью 2–5 км, ассоциирующие с метавулканитами александровской свиты Михайловской серии [4, 59, 117, 145, 152]. На глубоко эродированных участках интрузии представлены секущими телами, развитыми среди гнейсов обоянского ПМК и трассирующими зоны магмоподводящих разломов. Породы интенсивно серпентинизированы до аповерлитовых, аполерцолитовых, апогарцбургитовых и аподунитовых серпентинитов и состоят (%) из различных разновидностей

серпентина (60–80), тремолита (около 10), хлорита (до 7). Реликты первичных минералов представлены оливином и пироксеном. Постоянно присутствуют рудные минералы: хромшпинелиды, сульфиды (пирротин, халькопирит, пентландит), магнетит, редко апатит. Структура немагматобластовая, псевдопорфировая, реликтовая пан- и гипидиоморфнозернистая. В зонах разломов серпентиниты брекчированы и превращены в тальк-карбонатные и тальк-магнезитовые породы [59]. Ультрамафиты характеризуются высокой магнезиальностью ( $MgO > 35\%$ ), высокими значениями отношения магния к железу ( $Mg/Fe = 8–11$ ) и хрома к алюминию ( $Cr/Al (21–24)$ ).

Второй фазе Сергиевской ассоциации соответствуют интрузии гипербазит-габбрового состава, образующие согласные и слабосекущие силлоподобные тела, ассоциирующие с толеитовыми метабазами михайловской серии. Реже они представлены в виде небольших даек (мощностью 150–20 м), секущих перидотитовые коматииты, но в основном преобладают плагиоклазовые горнблендиты, амфиболизированные пироксениты и габбро-амфиболиты. Габбро-амфиболиты представляют собой средне-, иногда крупнозернистые породы, с реликтовой габбровой, габбро-диабазовой и немагнотгранобластовой структурами, которые часто расланцованы, актинолитизированы и хлоритизированы. Пироксениты сильно амфиболизированы до актинолититов. Состоят в основном из актинолита с хлоритом, доломитом, тальком. Реликты первичных минералов представлены гиперстеном, диопсидом и оливином, иногда отмечается плагиоклаз. Постоянно присутствуют рудные минералы: сульфиды (1–7 %), магнетит, хромшпинелиды.

По химическому составу ультрамафиты относятся к умеренно магнезиальным ( $15 < MgO < 30\%$ ), но сравнительно высокожелезистым породам ( $LF_{FeO} = 10,5–12,5\%$ ), а габброиды петрохимически близки к метавулканикам обоянского ПМК.

### ПОЗДНЕАРХЕЙСКИЕ ИНТРУЗИИ СРЕДНЕГО–ВЕРХНЕГО ЛОПИЯ (LP<sub>2-3</sub>)

Интрузивные образования верхнего архея, (среднего–верхнего лопия), развитые на территории листа, представлены салтыковским мигматит-плагиогранитным и атаманским гранитным комплексами, пространственно связанными с зеленокаменными поясами.

**Салтыковский мигматит-плагиогранитный комплекс** ( $m\gamma L_2s/l$ ) развит на участках Михайловско-Белгородского зеленокаменного пояса и Волотовской грабен-синклинали. Возрастной интервал, определенный в различных типах пород комплекса **U-Pb методом, 3020–2930 млн лет (см. табл. 6)**. По геофизическим данным, тела этого комплекса выделены в бортовых частях всех позднеархейских зеленокаменных поясов. Они образуют вытянутые вдоль поясов массивы размером от  $0,5–3 \times 10–20$  км до  $5–15 \times 30–60$  км, мощностью до нескольких сот метров, однако отмечаются и дайки. Вмещающие породы представлены амфиболитами и амфиболовыми гнейсами, с которыми гранитоиды михайловского метаморфического комплекса связаны

постепенными переходами через мигматиты. В отдельных разрезах между интрузиями гранитов и вмещающими амфиболовыми гнейсами наблюдаются резкие интрузивные контакты. Интрузии иногда включают ксенолиты роговообманково-актинолитовых микроамфиболитов. Комплекс представлен в основном интенсивно серицитизированными плагиогранитами, тоналитами и биотитовыми гранодиоритами. На контактах с мафитами развиты тоналиты, иногда встречаются шпильки плагиогранитовых пегматитов. Все разности характеризуются однотипными структурно-текстурными особенностями и акцессорной минерализацией. Породы обычно среднезернистые, редко до крупнозернистых, иногда порфиroidные. Близ зон разломов наблюдается их интенсивная соссюритизация, серицитизация и эпидотизация. Структура пород гипидиоморфнозернистая. В гранитоидах, на катаклазированных участках развита гнейсовидная, сланцеватая текстура и катаклазитовая до бластомилонитовой структуры. Химический состав гранитоидов имеет отчетливый натриевый характер.

Жильная фаза комплекса представлена редкими дайками плагиогранитов и пегматитов (0,5–9 м), которые образованы массивными, средне- и крупнозернистыми породами пегматоидного облика.

Положение в разрезах гранитоидов салтыковского комплекса определяется по наличию окатанных обломков гранитов этого типа, присутствующих в базальных конгломератах и гравелитах курской серии, а также развитием на них продуктов кор выветривания, имеющих предположительно докурский возраст формирования.

**Атаманский комплекс** ( $\gamma LP_3a$ ) завершает позднеархейский цикл интрузивного магматизма на площади мегаблока КМА. Возраст пород комплекса, определенный уран-свинцовым методом по циркону, варьирует в интервале 2530–2620 ± 70 млн лет (табл. 6). Включает массивы гранитов умереннощелочного состава: плагиоклаз-микроклиновые, биотитовые, биотит-амфиболовые, иногда флюоритсодержащие (Атаманский массив). Среди них преобладают средне- и крупнозернистые разновидности порфиroidных гранитов, однако на некоторых участках развиты мигматит-граниты. Жильная фация представлена дайками гранит-порфиroidов.

В отличие от плагиогранитов салтыковского комплекса гранитоиды позднеархейского атаманского комплекса являются двуполевошпатовыми породами с более высокой кремнекислотностью и калиевой щелочностью. В этих типах гранитоидов параллельно с повышенной калиевой составляющей прослеживается рост значений магнитных параметров. Среди фемических минералов гранитоидов комплекса соотношения биотита и роговой обманки значительно колеблются; в перечне рудных минералов наряду с магнетитом обнаруживаются пирит, пирротин, молибден, сфалерит, галенит. Акцессории представлены пиритом, сфеном, монацитом, ортитом, рутилом; вторичные минералы включают эпидот, хлорит, карбонат, лейкоксен, серицит, мартит и др. Геохимическая специализация гранитоидов связана с Pb, Be, Rb, Mo, Nb и носит коровый характер, но локально проявляются надфоновые содержания V, Co, Ni, Cu, Sc, особенно в более меланократовых гранито-гнейсовых блоках.

## РАННЕПРОТЕРОЗОЙСКИЙ (КАРЕЛЬСКИЙ) ЭОН (KR)

### Раннекарельская эра (KR<sub>1</sub>)

Интрузивный магматизм характерен для всех этапов развития в раннем карелии, однако в ятулийское и людиковийское время (KR<sub>1-2</sub>) преимущественно формируются субвулканические силлы и покровы незначительных размеров, что не позволило выделить их на карте.

### РАННЕПРОТЕРОЗОЙСКИЕ ИНТРУЗИИ

По возрасту и тектоническому режиму формирования интрузивные породы раннего протерозоя подразделяются на две большие группы: раннекарельские, связанные с этапом орогенеза, и позднекарельские, относящиеся к протоплатформенному этапу.

В структурно-формационном районе (СФР) КМА на территории листа к первой группе относится усманская ассоциация гранитоидов с комплексами: стойло-николаевским, павловским в Лосевской шовной зоне и Эртиль-Калачском СФР и мамонская перидотит-габброноритовая ассоциация с комплексами: рождественским, мамонским, лискинским, шукавским и ольховским, еланским, бобровским, новогольским и артюшковским [59, 82, 117, 131].

### Ранний карелий (сумийское время)

Раннекарельский (сумийский) этап магматизма начинается с **рождественского комплекса** ( $\nu\text{KR}_{1r}$ ) габбро-норитов, габбро-амфиболитов и пироксенитов. Он развит только на севере Лосевской шовной зоны в виде небольших по ширине (до 200 м) и протяженности (до 2 км) линзообразных, продольной формы интрузивных тел (Рождественское, Краснологское и др.), сложенных амфиболизированными габброноритами, роговообманковыми пегматоидными габбро и габбро-амфиболитами, в различной степени мигматизированными инъецированными гранитами усманского комплекса. Рождественский комплекс завершает вертикальный возрастной интрузивный ряд ранних карелид.

Наиболее характерными особенностями минерального состава всей породной ассоциации рождественского комплекса являются: 1) исключительно широкое развитие роговой обманки, во многом однотипной по общей железистости, содержанию титана и других ведущих петрокомпонентов с амфиболами из основных метаэффузивов лосевской серии; 2) несколько повышенная железистость реликтовых зерен моноклинных (диопсид-салит –  $\text{En}_{40}\text{W}_{46}\text{Fs}_{14}$ , **реже геденберgit**) и **ромбических (гиперстен – Fe40) пироксенитов**; 3) наличие двух генераций плагиоклаза – основного магматического (лабрадор-битовнит) и более кислого метаморфического (олигоклаз-андезит), акцессорного, иногда с кварцем, биотитом, калиевым полевым шпатом; 4) широкое развитие среди акцессорных и рудных минералов оксидов Fe и Ti, обогащенность амфиболизированных и мигматизированных разновидностей пород сульфидами (пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит и др.).

По химическому составу мафиты рождественского комплекса близки к комагматичным им основным вулканитам лосевской серии. Это сходство проявляется в однотипном характере распределения петрогенных элементов и близостью петрохимических параметров (недонасыщенность кремнеземом, повышенные содержания  $\Sigma\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , отчасти щелочей, преобладанием  $\text{Na}_2\text{O}$  над  $\text{K}_2\text{O}$  и др.). Особенно отчетливо петрохимическое единство породных ассоциаций прослеживается на классификационных и специальных петрохимических диаграммах, на которых интрузивные мафиты располагаются в пределах полей составов основных вулканитов лосевской серии. Подобно основным эффузивам, мафиты характеризуются принадлежностью к нормальной (по соотношению  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ ) низко-умеренно-глиноземистой породной группе натриевой и калиевой серий, кристаллизующихся в условиях, близких к толеитовому пути.

Пегматоидные разности габброноритов характеризуются крупнозернистой габбро-офитовой структурой. Породы отличаются насыщенностью кремнеземом, высокой железистостью ( $\text{FeO} = 12\text{--}13\%$ ), повышенным содержанием двуокиси титана ( $1,2\text{--}1,9\%$ ) и пониженным количеством магнезия ( $\text{MgO} < 8\%$ ) и щелочей. В легенде к картам масштаба 1:1 000 000 третьего поколения кристаллических образований докембрия КМА пегматоидные габброиды не выделены в самостоятельный комплекс, а включены в состав мамонского комплекса пород. Надежных определений возраста габброноритов рождественского комплекса не имеется, однако U-Pb определение возраста по отдельным зернам циркона показали значения, близкие к  $2180 \pm 65$  млн лет.

**Усманский мигматит-плагиигранитный комплекс** ( $\text{mrgKR}_1\text{u}$ ) широко распространена в Лосевской шовной зоне. Интрузии ассоциируют с вулканитами лосевской серии, интенсивно их мигматизируя. Массивы комплекса, вытянутые в северо-западном и субмеридиональном направлении, размером до  $10 \times 5$  км и более, тяготеют к ядрам антиклинальных структур. Определения изотопного возраста пород комплекса уран-свинцовым методом по циркону дало изохрону  $2112 \pm 32$  млн лет (табл. 6). Преобладают плагииграниты серовато-розоватые, биотитовые, роговообманково-биотитовые, среднезернистые, массивные, в приконтактных частях трахитоидные. Характерна сильная сосюритизация плагииоклазов. Структура пород гранитовая, гипидиоморфнозернистая, реже гранобластовая. По химическому составу эти породы относятся к натриевому ряду. В центральных частях некоторых массивов развиты граниты биотитовые порфиroidного облика, обусловленного крупными выделениями кварца и плагииоклаза, замещенного серицитом, эпидотом, реже карбонатом, с гипидиоморфнозернистой структурой. Мигматиты, развитые по вулканитам лосевской серии, представляют собой полосчатые породы с послойными и секущими прожилками плагиигранитов, мощностью от 1–3 см до 1 м и более. Они образуют широкие поля и связаны постепенными переходами с вмещающими вулканитами. В процессе мигматизации и гранитизации в породах появляется кварц, калиевый полевой шпат, происходит раскисление плагииоклаза, уменьшается количество биотита и амфибола. Геолого-петрографические особенности гранитоидов усманского комплекса указывают на их вероятное анатектическое и метасоматическое происхождение [4, 77, 145, 152].



Автохтонные анатектит-граниты характеризуются согласным залеганием и постепенными переходами во вмещающие породы через мигматит-граниты и разнообразные мигматиты. Относительно мощные тела (первые десятки метров) имеют зональное строение: со слабовыраженным кварцевым ядром; пегматоидной зоной с блоковыми выделениями микроклина. Среди них доминируют крупнозернистые, среднезернистые кварц-микроклин-плагиоклазовые граниты, которые отличаются невысоким содержанием микроклина и часто имеют мелкозернистую аплитовидную оторочку кварц-плагиоклазового состава. Аллохтонные анатектит-граниты образуют жилы и дайки с резкими секущими контактами.

По химическому составу мигматит и анатектит-граниты относятся к калиевому типу с повышенной общей щелочностью. Вторая фаза комплекса представлена дайками плагиогранитов, плагиопегматитов, гранит-порфиров, а также субвулканическими телами метариолитов.

### Поздний карелий

Отдельную возрастную последовательность в СФР КМА образуют интрузивные комплексы позднего карелия (снизу): золотухинский габбро-перидотитовый, стойло-николаевский диоритовый, павловский гранит-граносиенитовый, смородинский габбро-долеритовый, а также три субщелочных комплекса: малиновский, шебекинский и дубравинский.

**Золотухинский габбро-перидотитовый комплекс** ( $\gamma\delta KR_2Z$ ) включает интрузии ультрамафитов бывшего троснянского (троснянско-мамонского) комплекса, которые по составу и возрасту параллелизуются с первой фазой мамонского комплекса. Он имеет двухфазовое строение, при котором первая – ультрамафитовая – фаза представлена перидотитами, большей частью превращенными в серпентиниты и пироксениты. Интрузивы приурочены к магмоподводящим зонам разломов. Вторую – **мафитовую – фазу составляю**т габброидные породы, образующие массивы на севере мегаблока КМА, силло- и дайкообразные тела на юго-востоке мегаблока (волотовский тип). Представлены амфиболитизированными габбро, габброноритами, габбро-долеритами. Это мелко- и среднезернистые, массивные породы, преимущественно мезократовые, с включением мелано- и лейкократовых разностей. Они интенсивно актинолитизированы и хлоритизированы, хотя и сохранились реликты гранонематобластовой, габбровой или габбро-офитовой структур.

Надежные определения возраста интрузий золотухинского комплекса отсутствуют, однако если их параллелизовать с интрузиями первой фазы мамонского комплекса, которые хорошо датированы, то ориентировочно они должны иметь возраст 2100–2080 млн лет.

Среди ультрамафитов золотухинского комплекса развиты почти всегда серпентинизированные перидотиты с преобладанием серпентинитов и амфиболитизированные пироксениты, также с преобладанием амфиболитов. В ультрабазитах дунит-перидотитового ряда петрографические их особенности связаны с интенсивностью серпентинизации и частично с первичным составом (гарцбургиты, лерцолиты, верлиты).

**Стойло-николаевский диорит-гранодиоритовый комплекс** ( $\gamma\delta KR_2sn$ ) представляет собой габбродиорит-гранодиоритовую формацию. Распространен в пределах Тим-Ястребовской грабен-синклинали и приурочен к зонам разломов, образуя отдельные интрузивные поля и узлы в местах их пересечения. Комплекс имел двухфазное развитие. Интрузии первой фазы слагают близкие к изометричным эллипсоидальные тела размером 5–50 км<sup>2</sup>, резко дискордантные по отношению к складчатым структурам. В полях развития вулканитов тимской свиты они образуют центральные штоки, сформировавшиеся в заключительную стадию развития интрузивно-купольных структур или являющиеся корнями глубоко эродированных кальдер [117]. В строении массивов выделяются габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, связанные постепенными переходами. Преобладают диоритовые разности со среднезернистой структурой и массивной текстурой, редко со слабовыраженной трахитоидностью, с габбровой и габбро-офитовой структурами. Габбро-диориты и гранодиориты имеют подчиненное распространение. В петрохимическом отношении породы представляют собой единый генетический ряд с закономерно понижающейся основностью. Наиболее ранние члены ряда – габбро-диориты – характеризуются насыщенностью кремнеземом. В диоритах и кварцевых диоритах заметно возрастает роль щелочей и свободного кремнезема.

Вторая фаза комплекса представлена дайками, образующими пояса вдоль зон разломов, контролирующими размещение массивов. Обычная мощность даек составляет 1–6 м при протяженности до нескольких сот метров. В их составе присутствуют гранодиорит-порфиры, диоритовые, часто лампрофировые порфиры, лампрофиры, микродиориты и микрогаббро [117, 59].

Для всех пород комплекса характерна высокая щелочность при незначительном преобладании натрия над калием. Возраст пород, определенный уран-свинцовым методом по цирконам, варьирует в пределах 2070–2085 млн лет [129].

**Павловский гранит-граносиенитовый комплекс** ( $\gamma\xi KR_2p$ ) развит в пределах СФР КМА и Лосевской шовной зоны, связан с зонами сочленения синклинально-складчатых структур нижнего протерозоя, с архейскими структурами и с их активизированными окраинами. Наиболее обширной областью его развития является Павловско-Воронежское гранитоидное поле, расположенное в пределах Лосевской шовной зоны. Здесь выделяется ряд крупных (100–120 км<sup>2</sup>) мигматит-гранитных и более мелких (10–50 км<sup>2</sup>) интрузивных тел, размещенных среди сильно мигматизированных пород обоянского ПМК и Михайловского метаморфического комплекса. Отдельные интрузивы известны в Старооскольском и Курском районах мегаблока КМА.

Первая, главная, фаза представлена биотит-роговообманковыми, биотитовыми, известково-щелочными, реже сиенитами роговообманковыми, гранитами и граносиенитами, связанными постепенными переходами. Породы средне- и крупнозернистые серовато-розоватого цвета, с массивной и линейно ориентированной текстурами, часто порфиробластические за счет выделений микроклина (10–15 % от объема породы). Структура пород гранитная и гипидиоморфнозернистая. В эндоконтактных зонах развиты граниты (мигматиты) биотитовые, биотит-амфиболовые гнейсовидные, порфиробластические. Все

породы павловской ассоциации характеризуются повышенной щелочностью с примерно равным соотношением натрия и калия и пониженным содержанием кремнезема.

Жильная фаза представлена пластообразными телами, жилами и дайками гранитов мелко- и среднезернистых, лейкократовых, биотитовых, аплитовидных и пегматоидных, более богатых кремнеземом [4, 59, 117, 152]. Возраст пород, определенный уран-свинцовым методом по циркону, составляет  $2078 \pm 4$  млн лет (табл. 6).

К пироксенсодержащим граносиенитам павловской ассоциации близки сиениты Игуменского массива, прорывающие отложения яковлевской свиты оскольской серии в центральной части Белгородской структуры, которые некоторыми авторами выделяются в самостоятельный игуменский комплекс [4, 59]. Это средне- и крупнозернистые кварцсодержащие сиениты, включающие биотит-роговообманковые, роговообманковые и пироксен-роговообманковые разности. Они относятся к калиевому типу и характеризуются очень высокой общей щелочностью.

**Смординский габбро-долеритовый комплекс** ( $vKR_2sm$ ) представлен дифференцированными телами величиной от нескольких десятков до нескольких сот квадратных километров, а также sillами и дайками. Ассоциирует с эффузивами глазуновской свиты и совместно с ними контролируется системой разломов западного и субмеридионального направления. В дифференцированных интрузивных массивах нижняя (большая) часть обогащена оливином (до 15–20 %) и сложена оливинсодержащими и оливиновыми габбро-долеритами и троктолитами. Структура пойкилоофитовая и офитовая. Верхние части интрузий сложены безоливиновыми породами (снизу вверх): безоливиновые габбро-долериты, габбро-пегматиты и пегматоидные габбро; к приповерхностным частям приурочены лейкократовые долериты и долерит-пегматиты. Дифференцированные sillы сложены в основном трахитоидными кварцсодержащими среднезернистыми габбро и габбро-долеритами, состоящими на 60–70 % из плагиоклаза. К нижним частям интрузивных тел приурочены оливинсодержащие разности габбро-долеритов с пониженным количеством плагиоклаза (до 40–50 %). В верхах, где развиты безоливиновые долериты и пегматоидные кварцевые габбро, появляются калиевые полевые шпаты (1–3 %) и растет количество кварца (до 10–15 %). Структура габбровая и габбро-офитовая. Дайки сложены микродолеритами. Для габбро-долеритов характерно повышенное содержание  $TiO_2$  (1,5–3 %) [59, 82, 117, 152 и др.]. Возраст габбро-долеритов, по данным уран-свинцовых определений в цирконах,  $2060 \pm 10$  млн лет (табл. 6).

**Малиновский комплекс** ( $\xi, \gamma KR_2ml$ ) представлен субщелочными гранитами, обычно пегматоидными, пегматитами, аплитами и граносиенитами, слагающими небольшие массивы площадью 4–10 км, а чаще дайки мощностью 1–30, редко 80–90 м при протяженности первые сотни метров. Приурочены они к зонам глубинных разломов и оперяющим их нарушениям. Граниты – массивные лейкократовые, средне- и крупнозернистые субщелочные калиевые, с гипидиоморфнозернистой, чаще пегматоидной, иногда порфиroidной структурами. В пегматитах выделяются кварц-микроклиновые, альбит-микроклиновые и альбит-сподуменовые разности с типичными аксессуориями:

гранатом, турмалином, монацитом, сподуменом. Гранитоиды характеризуются высокой общей щелочностью. Граносиениты средне-крупнозернистые, с такситовой текстурой, по составу они приближаются к кварцевым сиенитам. Структура гипидиоморфнозернистая, аллотриоморфнозернистая, иногда пойкилитовая. По химическому составу они относятся к ряду щелочных пород.

Апикальные части гранитных массивов и пегматиты в различной степени альбитизированы, но наиболее интенсивно изменены в пределах тектонических нарушений. Для пород комплекса уран-свинцовым методом по циркону получены датировки  $1874 \pm 13$  и  $2040 \pm 30$  млн лет [129].

**Шебекинский комплекс** ( $\xi\text{KR}_{2\delta}$ ) относится к сиенитовой формации. В пределах листа (СФР КМА) слагает небольшие массивы, которые представлены двуполевошпатовыми, биотит-рогообманковыми, кварцевыми сиенитами и граносиенитами, иногда эгиринизированными сиенитами. Местами развиты щелочные габбро и габбро-пироксениты. Возраст пород, по данным уран-свинцовых определений по циркону, 2060–2080 млн лет [59, 82, 117].

Завершает эволюционный ряд магматических комплексов в СФР КМА **дубравинский комплекс** ( $\text{Ev}\xi\text{KR}_{2d}$ ) щелочно-ультраосновных пород с карбонатами, который установлен в Старо- и Новооскольском районах КМА. Вмещающими породами являются плагиогнейсы обоянского ПМК. В составе комплекса преобладают щелочные пироксениты, слагающие краевые части кольцевых интрузий. В ядрах локализуются породы более поздней интрузивной фазы: щелочные кварцевые сиениты и карбонатиты с апатит-магнетитовыми и апатит-силикатными рудами. Типичным представителем этого комплекса является Дубравинский массив, который имеет серповидную форму и протяженность 6 км при максимальной ширине 100 м. Щелочные пироксениты, слагающие лежачий и висячий бока массива, характеризуются крупнокристаллическим, иногда пегматоидным строением и гип-панидиоморфнозернистой структурой. Участками щелочные пироксениты в результате метасоматоза переходят в сфен-apatит-пироксеновые, амфибол-биотит-пироксеновые и пироксеновые породы. Пироксениты и метасоматиты по ним секутся дайками щелочных сиенитов мощностью 0,2–1,5 м. В приконтактных зонах с карбонатитами щелочные пироксениты сильно карбонатизированы и превращены в гибридные кальцит-пироксеновые породы. Центральная часть массива сложена щелочными сиенитами и щелочными гранитами (нордмаркитами), образующими в центральной части массива тела мощностью до 60 м. Это в основном крупнозернистые породы гип- и панидиоморфнозернистой структуры различного состава, от почти мономинеральных микроклинитов (микроклина до 90 %) до меланократовых разностей (до 60 % темноцветных минералов). Карбонатиты секут породы силикатного состава серией параллельных даек мощностью 1,5–12 м. В центральных частях наиболее мощных тел отмечаются кальцит-доломитовые карбонатиты (доломита 50–80 %). К контактам карбонатитов с пироксенитами приурочены апатит-магнетитовые (камафориты) и апатит-силикатные руды. Мощность рудных тел 10–120 м, протяженность 0,5–4 км, форма тел сложная. Содержание магнетита 10–50 %, апатита – 10–48 % [59, 145, 152].

Изотопный возраст пород дубравинского комплекса составляет 1915 ± 50 млн лет (определения калий-аргоновым методом по биотитам, флогопитам,

тетраферрибиотиту и амфиболам из всех магматических и метасоматических образований) (табл. 6).

Следующий возрастной ряд интрузивных формаций поздних карелид типичен в основном для Лосевского и Эртиль-Калачского структурно-формационных районов (СФР). Он начинается с мамонского перидотит-габброноритового комплекса и далее следуют еланский, бобровский, новогольский и артюшковский комплексы, которые кратко рассматриваются ниже.

**Мамонский перидотит-габбро-норитовый комплекс** ( $v\sigma KR_2m$ ) отвечает ультрамафит-габбровой формации и широко распространена среди пород воронцовской серии в пределах Эртиль-Калачского СФР и в меньшей степени в Лосевской шовной зоне. Никеленосные и потенциально никеленосные интрузии мамонского комплекса приурочены к разрывным нарушениям северо-западного простирания, развитым на крыльях синклинальных и антиклинальных складок. Представлены телами габброидов площадью 1–80 км<sup>2</sup> и ультраосновных пород (0,8–6 км<sup>2</sup>). Интрузии в плане имеют изометричную, овальную и линзовидную форму, а в разрезе представляют собой пласто- и штокообразные тела. По составу и возрастным характеристикам интрузии комплекса разделяются на две фазы.

Первая фаза внедрения представлена преимущественно ультраосновными дифференциатами, вторая – габброидами. Среди ультраосновных пород первой фазы выделяются дуниты, перидотиты и пироксениты, их плагиоклазовые и роговообманковые разности, а также серпентиниты, тальк-тремолитовые и тальк-карбонатные породы, имеющие возраст  $2080 \pm 45$  млн лет (табл. 6). Дуниты распространены крайне незначительно и известны в пределах Нижнемамонского и Подколодновского массивов. Наиболее распространены перидотиты, причем отмечаются постепенные переходы: дуниты–гарцбургиты–лерцолиты–верлиты. Структуры пород пан- и гипидиоморфнозернистые с элементами пойкилитовой. Среди серпентинитов различаются автотаморфические аподунитовые и апоперидотитовые разности, имеющие площадное распространение, и аллотаморфические серпентиниты, контролирующиеся линейными тектоническими зонами различной мощности и протяженности. Тальк-тремолитовые и тальк-карбонатные апогипербазитовые породы приурочены к серпентинитам и серпентинизированным перидотитам. Оливиновые пироксениты (бронзититы, вебстериты, диопсидиты) и их роговообманковые и плагиоклазовые разности (троктолиты) связаны постепенными переходами с соответствующими типами перидотитов. Основные породы первой фазы внедрения представлены оливиновыми габбро и габброноритами и их безоливиновыми аналогами. Они связаны постепенными переходами с плагиоклазосодержащими перидотитами и пироксенитами. Структуры гип- и панидиоморфнозернистые с элементами порфирированной текстуры [4, 59, 145].

Вторая фаза внедрения выделяется только в пределах Эртиль-Калачского макроблока. Представлена различными ассоциациями пород, включающими мафитовый (каменский) и ультрамафит-мафитовый (ширяевский, песковатский и еланско-вязовский) типы массивов. Это габбро-диориты, диориты, габбро, габбронориты, нориты, плагиопироксениты, плагиоперидотиты (оливиниты), троктолиты, возраст которых несколько моложе –  $2080 \pm 10$  млн лет. Некоторые интрузии (Елань-Коленовская, Липов-Куст



и др.), контролирующиеся зонами разломов, характеризуются ритмичнослоистым строением с переходом в ритмах от безоливиновых и оливинсодержащих габброноритов к плагиоперидотитам и перидотитам при резком преобладании в ритме оливиновых габброноритов. Оливиновые пироксениты и оливиновые плагиопироксениты залегают в виде прослоев среди перидотитов. Для них характерно содержание оливина от 0–5 до 30 % и плагиоклаза до 10 %. Участками они превращены в хлорит-тремолитовые, тремолит-таллькарбонатные породы. Перидотитовые и пироксенитовые разности обладают пан- и гипидиоморфнозернистой, псевдоморфной, реже сидеронитовой и пойкилитовой структурами, а оливиновые габбро, габбронориты, габбро-пироксениты – габбро-офитовой, порфиroidной структурой. В породах комплекса присутствуют сульфиды (пирротин, халькопирит, пентландит, пирит). Рудная минерализация составляет от 1–7 до 50 % и в основном приурочена к мелкозернистым ортопироксенитам и среднезернистым оливиновым пироксенитам, реже к перидотитам. Для ультраосновных пород комплекса характерны высокая магнезиальность ( $MgO = 25\text{--}30\%$ ), сочетающаяся с высокой общей железистостью ( $FeO = 10,5\text{--}12,5\%$ ), повышенное количество хрома, никеля, кобальта, меди, серы. Основные породы насыщены или слегка недо насыщены кремнеземом, при несколько повышенной магнезиальности, и бедны щелочами [4, 59].

**Шукавский перидотит-габбро-диабазовый комплекс** отвечает одноименному массиву, представляющему собой протрузию, расположенную на севере Лосевской шовной зоны. Шукавский комплекс интрузий включает сингенетические разновидности ультрамафитов: верлитов, реже лерцолитов, более позднюю ассоциацию габбро, габбро-пироксенитов, плагиопироксенитов и дайковую фацию диабазов и плагиопорфиритов. Минеральный состав ультраосновных пород: оливин (форстерит, хризолит), бронзит, диопсид и рудные минералы (халькопирит, пирротин, магнетит). Основные породы состоят из лабрадора, энстатита, диопсида, роговой обманки и рудных минералов (ильменита, магнетита, пирита). Для ультраосновных пород характерны стабильные значения общей железистости ( $FeO = 9,5\text{--}10,0\%$ ), высокая магнезиальность ( $M/F = 4,5\text{--}6,0$ ), крайне низкое содержание щелочей. Основные породы недосыщены кремнеземом ( $Q < 6$ ) и бедны щелочами при преобладании натрия [4, 59, 163].

**Ольховский монзонит-габбронорит-гранитный комплекс** ( $v, \gamma KR_2O$ ) развит на севере Лосевской зоны. Его наиболее распространенной разновидностью являются мезогаббро-нориты, которые относятся к первой фазе магматизма. Лейкогаббро-нориты залегают в мезократовых разностях в виде полос (1,5–3 м) с постепенным переходом между ними. В зонах тектонических нарушений широко развиты вторичные минералы по пироксенам: актинолит, хлорит, эпидот с катакlastическими структурами. Габбронорит-анортозиты тяготеют к периферийным частям массивов и чередуются с мезогабброноритами. Габброидные породы ольховского комплекса практически лишены сульфидной вкрапленности, что отличает их от основных никеленосных пород мамонской ассоциации. Ядерные части интрузий сложены гранодиоритами и биотит-амфиболовыми гранитами, которые рассматриваются как производные второй фазы. Это среднезернистые породы с гипидиоморфнозернистой



структурой. Для основных пород комплекса характерно относительно повышенное содержание кремнезема, алюминия, щелочей с постоянным преобладанием натрия. Гранитоиды отличаются высокой железистостью биотита и относительно повышенным содержанием рубидия и цезия. Возраст основных пород, определенный уран-свинцовым методом по циркону, составляет  $2050 \pm 23$  млн лет (табл. 6).

Кроме показанных в Лосевском СФР интрузивных комплексов, необходимо отметить развитие гранитов лискинского комплекса, развитого в Лосевском СФР и генетически связанного с Усманским гранитоидным комплексом.

**Лискинский комплекс** аллохтонных гранитов представлен массивами и дайками. Интрузии прорывают мигматизированные породы обоянского ПМК в Лосевской шовной зоне и контролируются зонами глубинных разломов. Площадь массивов обычно составляет  $10\text{--}20$  км<sup>2</sup>, реже больше, мощность даек  $2\text{--}20$  м, а протяженность – десятки и первые сотни метров. Наиболее типичным представителем комплекса является Лискинский массив площадью около  $130$  км<sup>2</sup>, располагается в центральной части Лосевской зоны. Граниты, слагающие массивы, представляют собой неравномернозернистые породы массивной, с элементами такситовой, текстуры, по составу – субщелочные лейкократовые, двуполевошпатовые, биотитовые, калиево-натриевые до калиевых. Структура пород гипидиоморфнозернистая, гранитовая, участками пойкилопегматитовая, часто порфириовидная. Пространство между крупными ( $2\text{--}10$  мм) выделениями минералов заполнено мелкозернистой аплитовой массой. Дайки представлены лейкократовыми и аляскитовыми гранитами обычно мелко- и среднезернистыми, нередко пегматоидными. Акцессорная минерализация комплекса отличается заметным количеством флюорита, киновари, молибденита, циртолита, пирита. Все рудогенные акцессории обладают тенденцией к накоплению в поздне- и постмагматических продуктах. Для пород комплекса характерна повышенная щелочность с преобладанием калия. Возраст по циркону, по данным уран-свинцового метода,  $2039 \pm 158$  млн лет [129].

Вертикальный эволюционный ряд интрузивных комплексов поздних карелид в Эртиль-Калачском СФР начинается с мамонского комплекса перидотит-габбро-норитов.

**Еланский норит-диоритовый комплекс** ( $v, \delta KR_{2e}$ ) развит в Эртиль-Калачском макроблоке. Комплекс двухфазовый. Первая фаза представлена лейкократовыми норитами, содержащими ксенолиты ультрамафитов, габброноритами, роговообманковыми габбро, ортопироксенитами, норит-порфиритами. Для пород характерно сульфидное никель-кобальтовое оруденение прожилково-вкрапленного типа. В составе пород второй фазы наблюдаются кварцевые диориты, микроклинсодержащие диориты, габбро-диориты, иногда с ксенолитами норитов. Жильная фация представлена дайками диоритовых порфиритов. Возраст пород, полученный уран-свинцовым методом по циркону,  $2020\text{--}2065 \pm 15$  млн лет (табл. 6).

**Бобровский комплекс** ( $\gamma, \rho \gamma KR_{2b}$ ) аллохтонных гранитов развит в пределах Эртиль-Калачского и отчасти Камышинского макроблоков. Гранитоиды комплекса слагают массивы до  $200$  км<sup>2</sup>, приуроченные к узлам пересечения зон разломов различных направлений. Гранитоиды с резкими контактами секут отложения воронцовской серии и интрузивы мамонского комплекса.

Комплекс двухфазовый. В составе первой фазы преобладают двуполевошпатовые, биотитовые и двуслюдяные граниты, иногда переходящие в плагиограниты. Породы среднезернистые, с массивной текстурой и с гранитной, гипидиоморфнозернистой структурами. Для некоторых интрузий характерны грейзенизация и альбитизация, развитые в апикальных частях и вдоль зон трещиноватости, сопровождающиеся редкометалльной минерализацией. Вторая, жильная, фаза представлена гранит-порфирами, аплитами, крупнозернистыми пегматоидными гранитами и пегматитами. Граниты микроклин-плагиоклазовые, биотитовые. Мощность жил от 2–3 до 25–30 м и более. Возраст гранитов, определенный уран-свинцовым методом по циркону,  $2022 \pm 3$  млн лет (табл. 6).

К поздней группе раннепротерозойских интрузий относятся малиновский и артюшковский субщелочные (щелочно-сиенитовые) комплексы гранитов, которые завершают раннепротерозойский интрузивный магматизм.

**Новогольский габбро-долеритовый комплекс** ( $vKR_2n$ ) распространен в Эртиль-Калачском макроблоке. По составу и характеру залегания пород близок к смородинскому комплексу мегаблока КМА. Образует небольшие массивы, силлы и дайки, сложенные габбро-долеритами, оливиновыми и безоливиновыми и долерит-пегматитами. По минеральному составу породы аналогичны образованиям смородинского комплекса. Изотопный возраст пород составляет  $1980 \pm 15$  млн лет (табл. 6)

В Лосевском и частично, Эртиль-Калачском СФР, помимо главной мамонской ассоциации перидотит-габброноритов и связанных с ней комплексов, развиты комплексы аллохтонных гранитоидов и их производных, объединяющихся под названием бобровского комплекса. В бобровский комплекс включают лискинский и ольховский комплексы гранитоидов.

**Артюшковский комплекс** ( $\zeta KR_2ar$ ) принадлежит к щелочно-сиенитовой формации. Образует дайки, секущие песчаниково-сланцевые породы воронцовской серии в центральной части Эртиль-Калачского блока. Дайки ориентированы в северо-западном направлении и контролируются разрывными нарушениями. Мощность их 0,2–34,4 м. Контакты с вмещающими породами секущие, с брекчированием вмещающих пород, ороговикованием и сульфидизацией. В приконтактных зонах (мощностью от 10 см до 3 м) отмечается фенитизация и биотитизация. С удалением от контакта в породах появляются тремолит, эпидот, клиноцоизит, диопсид, апатит, сфен. По составу дайки относятся к среднекислым (сиенит-порфиры и пироксен-рибекитовые сиениты) и умеренно кислым (кварцевые сиениты) породам щелочного ряда, причем первые составляют до 97 %, преобладая таким образом над остальными породами. Все породы имеют лейкократовый, мезократовый характер, альбитизированы, гематитизированы и карбонатизированы. Структура сиенитов гипидиоморфнозернистая и порфиرويدная, реже глазковая, симплектитовая, призматически-зернистая, в сиенит-порфирах – местами порфировая, в кварцевых сиенитах – микропойкилитовая. Текстуры: трахитоидная и массивная. Для пород даек характерно почти полное отсутствие метаморфизма. Изохронный возраст, полученный по двум точкам циркона (U-Pb метод) показал значение  $1801 \pm 27$  млн лет.

Кроме кристаллического фундамента магматизм проявился и в период формирования осадочного чехла. В осадочных разрезах юго-восточной части Воронежской антеклизы отмечено проявление вулканизма в девонское время в зоне Шумилинско-Новохоперского (рис. 5) и Лосевско-Мамонского (рис. 6) разломов, показанных на картах фундамента [145]. Вулканические постройки различаются глубиной заложения, типом и размерами, сохраняя при этом однотипность строения: они сложены глыбовыми, агломератовыми, крупно-обломочными туфами, потоками базальтов, долерито-базальтов, туффитами, вулканокластоосадочными породами. Туфы и потоки базальтов залегают на размытой поверхности среднего и верхнего девона. Перекрыты они различными по времени отложениями – от ардаатовского до евлановско-ливенского времени. Отмечается непосредственное залегание туфов под четвертичными осадками, перекрывающими размытые верхнедевонские отложения.

В структуре вулканических построек с различной степенью достоверности выделяют [169, 176] жерловую, околожерловую и промежуточную зоны с различными автохтонными фациями и зону подножий с аллохтонными фациями. Своеобразие вулканической деятельности района проявилось в существовании наряду с туфовыми трубками взрыва базальтового состава, длительно действовавших полигенных вулканов центрального типа. Вулканические постройки в плане имеют неправильную удлинённую форму с запылами и выступами тел вулкаников и размерами по простиранию 2–8 км при ширине 1–5 км. Эффузивная фация траппового вулканизма в пределах зоны Шумилинско-Новохоперского разлома образует крупные разобщенные поля, сложенные потоками базальтов мощностью до 45 м по отдельным потокам. Наиболее полно они представлены в пределах Хоперской вулканической структуры [176]. Здесь на туфопесчаниках и туффитах, подстилаемых аргиллитами черной свиты среднего девона, залегает не менее пяти потоков базальтов с характерными признаками зонального строения. Средняя часть сложена в значительной мере раскристаллизованными долеритоподобными базальтами. В нижней части присутствуют донные лавобрекчии с расплывчатыми обломками миндалекаменных стекловатых базальтов, иногда с трубчатим развитием миндалин. Верхняя часть сложена классическими миндалекаменными гиалобазальтами.

Базальты имеют гломеропорфировую, микродолеритовую, интерсертальную, порфировую структуру, темно-серую и серую окраску, массивную, миндалекаменную текстуру. Порфировая структура обусловлена присутствием в виде вкрапленников (до 1,2 мм) отдельных зерен плагиоклаза, пироксена, анальцима, реже – оливина; гломеропорфировая соответственно – сростками каждого из перечисленных минералов на фоне тонкозернистой (размер зерен не более 0,05 мм) массы. Последняя представлена беспорядочно ориентированными лейстами плагиоклаза, в интерстициях которых располагаются изометричные зерна пироксена, кристаллы анальцима, участки бурого стекла, сыпь рудных минералов. Миндалекаменные базальты содержат миндалины размером до 15 мм, выполненные хлоритом, палагонитом, различными модификациями кремнезема, цеолитами, карбонатами.

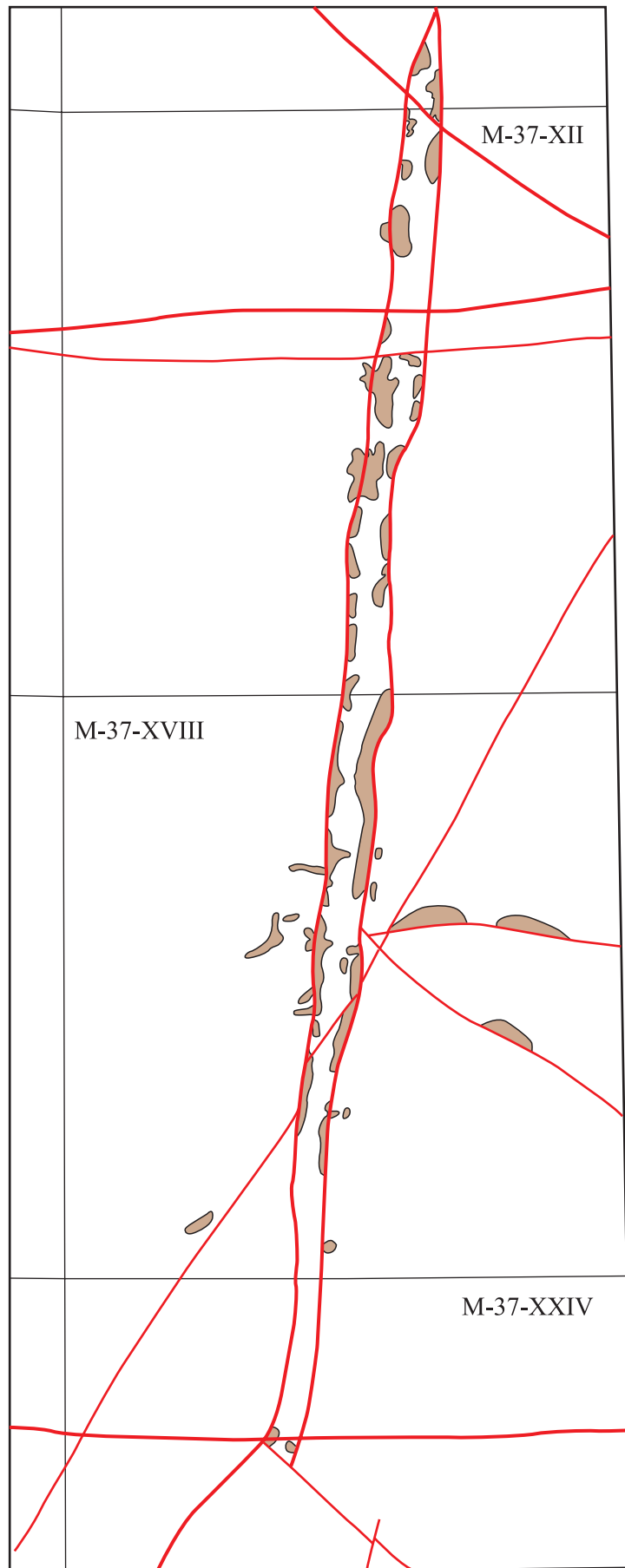
Туфы – от пепловых до агломератовых разностей, голубовато-зеленовато-серые, с содержанием пирокластического материала от 45 до 80 % и размером

обломков от долей миллиметра до 0,5 м. Последние имеют угловато-округлую неправильную форму и представлены пузырьстыми виторфировыми базальтами с хлоритизированной и палагонитизированной основной массой, с гиалопилитовой, пилотакситовой структурой. В виде ксенолитов присутствуют породы чехла (известняки, доломиты, оолитовые песчаники, аргиллиты), значительно реже – породы фундамента: роговики, метапесчаники. Размер ксенолитов – до 15 см, преобладают – 2–4 см. Цементом чаще является карбонатно-глинистый или слюдисто-глинистый материал, образовавшийся за счет продуктов вулканической деятельности.

Туффиты от крупнообломочных до алевритовых зеленовато-, коричневатого-серые, нередко пятнистые. Форма обломков неправильная, иногда овальная, округлая, при этом преобладают обломки со сглаженными контурами. Обломки представлены миндалекаменными гиалобазальтами, аргиллитами, алевролитами, реже песчаниками, известняками. Отмечаются осколки кристаллов плагиоклаза, циркона, сфена, турмалина. В туффитах, наряду с карбонатно-глинистым, отмечается хлоритовый, карбонатный и цеолитовый цемент.

В геофизических полях хорошо фиксируются главным образом близжерловые участки вулканических построек с наиболее значительными по мощности отложениями вулканов. Достаточно удовлетворительно они проявляются в магнитном поле. При этом вулканические постройки, в совокупности с породами фундамента, создают сложное магнитное поле, состоящее из цепочек максимумов интенсивностью до 200 гамм, трассирующих проявление Шумилинско-Новохоперской зоны, их размер по простирацию до 5 км.

---

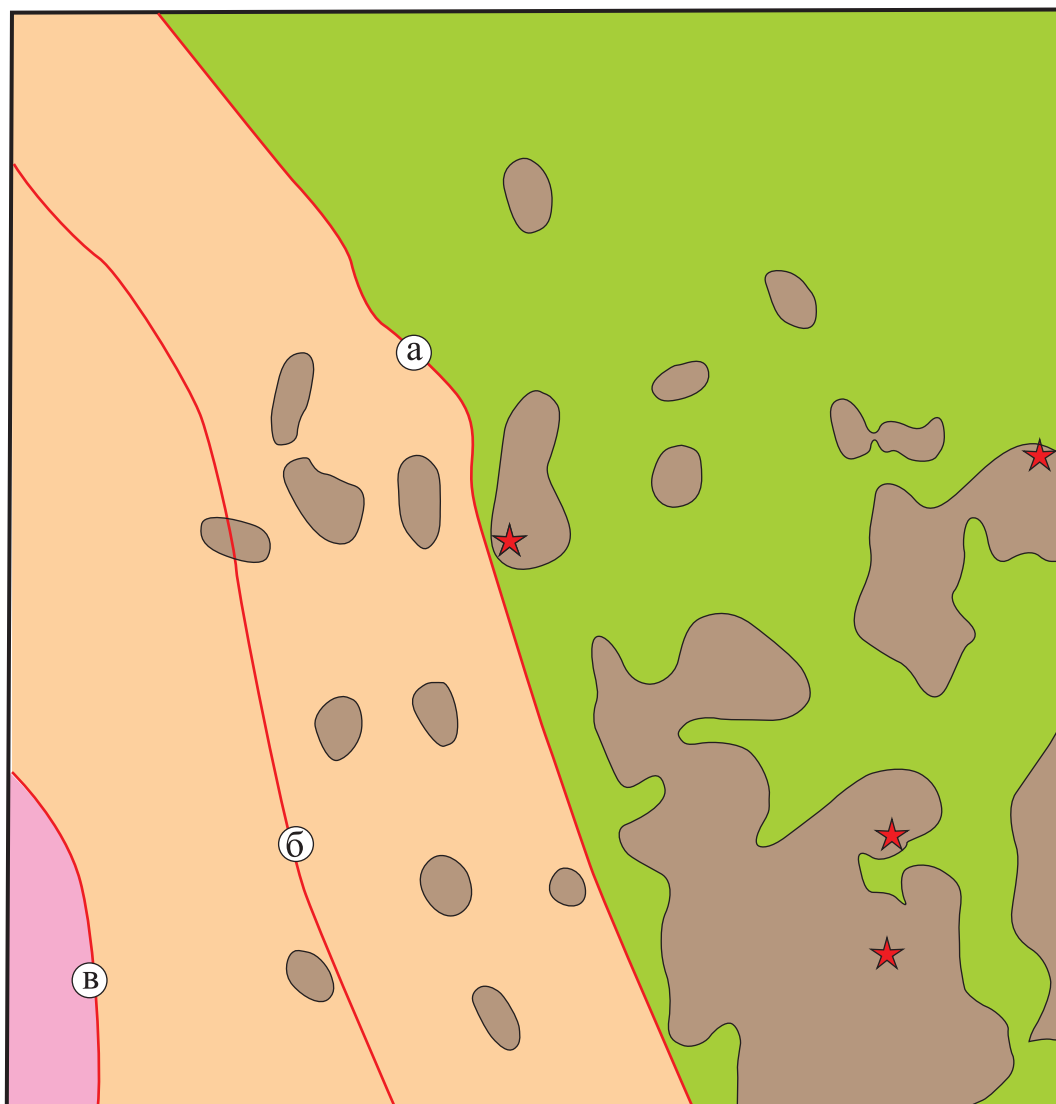








Условные обозначения

— разломы

— площади распространения девонских эффузивов

Рис. 5. Схема проявления девонского вулканизма в пределах Шумилинско-Новохоперского разлома (по материалам Лосицкого, 1999; Рыборак, 1999).



- 
Росошанский блок (СФР КМА)
- 
Лосевский СФР
- 
Калач-Эртильский СФР
- 
разломы: *a* – Лосевско-Мамонский, *б* – Лискинско-Богучарский, *в* – Рязско-Кантемировский
- 
площади распространения пород трапповой формации девона
- 
предполагаемые жерла вулканических аппаратов

**Рис. 6.** Схема расположения девонских вулканитов (лист М-37-ХVII).



---

---

## МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Среди кристаллических образований Воронежского массива особое место занимают глубоко метаморфизованные не стратифицированные породы, подвергшиеся региональному метаморфизму, метасоматозу и другим полифациальным процессам.

Региональный метаморфизм является одним из важнейших геологических процессов докембрийской истории региона. К метаморфическим образованиям отнесены породы, лишенные первичных текстурных признаков вследствие чего их природа дискуссионна. Наблюдаемая отчасти стратификация может быть вызвана прежде всего метаморфическими процессами и не является свидетельством их первичного осадочного или вулканогенного генезиса. Разрезы, построенные по ним, нельзя рассматривать как нормальную стратиграфическую последовательность. Поэтому на территории листа они выделяются как самостоятельные метаморфические комплексы. Их возраст принимается как время проявления метаморфизма, а для полиметаморфических образований – время раннего метаморфизма. На территории листа широко распространены метаморфические комплексы саамско-раннелопийского, средне-верхнелопийского и нижекарельского этапов развития. Состав выделенных метаморфических комплексов отражает возраст, ведущую ассоциацию пород и степень их метаморфизма. В соответствии с инструкцией нерасчлененные метаморфические комплексы помещены в легенде к карте в верхнюю часть разреза.

### Саамско-раннелопийское время (SM–LP<sub>1</sub>)

К саамско-раннелопийскому времени отнесен нерасчлененный комплекс метаморфических гнейсов и амфиболитов, которые вскрыты глубокими скважинами в фундаменте Днепровско-Донецкого авлакогена, а также метаморфический комплекс Обоянской плутонометаморфической ассоциации. Реальные возрасты, полученные единичными определениями по породам этих комплексов, близки к рубежу 3200 млн лет. Возраст метаморфизма этих пород колеблется от 3000 до 2920 млн лет. В составе этих комплексов в основном выделяются биотит-амфиболовые, серые биотитовые гнейсы, амфиболовые гнейсы и ортоамфиболиты. Мигматизация и гранитизация, проявленная не в одной возрастной генерации, привели к образованию гранито-гнейсов. Амфиболиты в комплексах занимают подчиненное положение и обычно наблюдаются среди амфиболовых и биотитовых гнейсов в виде будин, линз, прерывистых прослоев и иногда выдержанных по простиранию горизонтов.

Среди них преобладают мезократовые разности до меланократовых и анхи-мономинеральных типов пород. Весьма распространенными являются гранатовые амфиболиты, иногда содержащие клинопироксен, эпидот и скаполит. По вещественному составу пород и степени метаморфизма гнейсовые комплексы саамия–раннего лопия близки к гнейсам Водлозерского блока Карело-Кольского региона.

### **Средне-верхнелопийское время**

Этому этапу отвечает Михайловский метаморфический комплекс, мощность разрезов которого достигает несколько тысяч метров. Он развит в основном в структурно-формационном районе КМА и сложен амфиболитами, амфиболовыми гнейсами и кристаллосланцами, содержащими горизонты биотитовых и гранат-биотитовых гнейсов, в значительной степени мигматизированных. Метаморфические события средне-верхнеархейского цикла, проявленные в породах Михайловского комплекса, реконструируются наиболее трудно, поскольку на них накладывается грандиозная по масштабу эпоха гранитизации. Данные абсолютного возраста, полученные по U-Pb изохроне из цирконов гранитизированных метадацитов, близки к рубежу 3100 млн лет. Вполне вероятно, что среди пород Михайловского комплекса могут присутствовать более древние образования, поскольку такого же типа гранитизированные металептиты имеют возраст 3230 млн лет (Pb/Pb метод по циркону). Реликтовые парагенезисы минералов, установленные в субстрате мигматитов свидетельствуют о повсеместном метаморфизме, проявленном в условиях амфиболитовой фации, в умеренных давлениях. В породах Михайловского комплекса обычен парагенезис роговой обманки с гранатом-альмандином и биотитом.

### **Ранне-позднекарельское время (KR<sub>1-2</sub>)**

**Воронцовский метаморфический комплекс** располагается в восточной части территории листа, в Эртиль-Калачской СФР и занимает значительные площади развития, являясь вмещающими породами для интрузий Мамонского, Еланского, Новогольского, Бобровского перидотитовых, габброидных и гранит-плагиигранитного комплексов. Нижнепротерозойский метаморфический цикл, полностью проявленный в породах Воронцовского комплекса, отчетливо разделяется на два этапа. На первом этапе проявился динамо-геотермический метаморфизм андалузит-силлиманитового типа. Для него характерен широкий диапазон температурных режимов, проявленных от фации зеленых сланцев до фации кордиеритовых гранулитов, определивший метаморфическую зональность. В целом степень метаморфизма пород Воронцовского комплекса на территории листа повышается с севера на юг. Второй этап выразился в гранитизации регионально-метаморфизованных пород. В составе этого метаморфического комплекса выделяются гранат-биотитовые, мусковит-кордиерит-силлиманит-амфиболовые гнейсы, которые переслаиваются с высокоглиноземистыми полосчатыми гранат-кордиеритовыми гнейсами и кристаллосланцами. Последовательности этих пород образуют

труднорасчленяющиеся полосчатые толщи гнейсов и кристаллосланцев, среди которых присутствуют горизонты графитовых гнейсов, составляющие свыше 30 % суммарного объема разреза. Термографическое изучение графитов из углеродистых сульфидных гнейсов показало, что в них фиксируются контрастные экзоэффекты с максимумами 600, 700, 750 °С, что соответствует амфиболитовой фации метаморфизма. Отличительной особенностью собственно графитовых гнейсов является присутствие графита (до 50 % и более) и высокое содержание сульфидов (до 15 %). Характерна тесная связь графита и рудных минералов, образующих графито-сульфидные сростания величиной до 6 мм. По преобладанию ведущих типов сульфидов, графитовые гнейсы разделяются на пиритовые и пирротинсодержащие, которые различаются по петрофизическим характеристикам [152]. Высокие магнитные свойства графитосодержащих сульфидных пород позволяют использовать их при картировании. По своим геохимическим особенностям полосчатые (ритмичнослоистые) гнейсы и кристаллосланцы Воронцовского метаморфического комплекса выделяются повышенными содержаниями меди, цинка и серы. При всей сложности разделения Воронцовского комплекса на отдельные части единой последовательности нами предлагается его разделение на три самостоятельные толщи (снизу вверх): терригенно-туфогенная, в которой предположительно доминируют метаалевролиты, метапесчаники и метатUFFы. Толща преимущественного развития полосчатых графитисто-сульфидных кристаллосланцев и толща флишеподобных высокоглиноземистых сланцев (биотит-гранатовых, ставролит-кордиерит-силлиманитовых). Особенностью углеродсодержащих пород Воронцовского комплекса является то, что с ними чаще всего ассоциируют никеленосные гипербазиты Мамоновского комплекса. Этот критерий является важным поисковым признаком для выявления эпигенетического медно-никелевого оруденения.

На всем протяжении эволюции континентальной земной коры территории листа М-37 характерно преобладание регионального метаморфизма, проявленного в условиях относительно высоких температур и умеренно низких давлений. Наиболее однородно термальное поле было проявлено на больших площадях в верхнем архее и приобрело значительную однородность в нижнем протерозое.

---

---

---

## ТЕКТОНИКА

Площадь листа М-37 располагается на юго-восточной периферии Восточно-Европейской платформы. Крупнейшими структурно-формационными комплексами, определяющими тектоническое строение территории, являются складчатые метаморфизованные образования архея и раннего протерозоя, слагающие фундамент платформы, а также вулканогенно-осадочные породы позднего протерозоя и фанерозоя, сформировавшие платформенный чехол [23].

### КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ

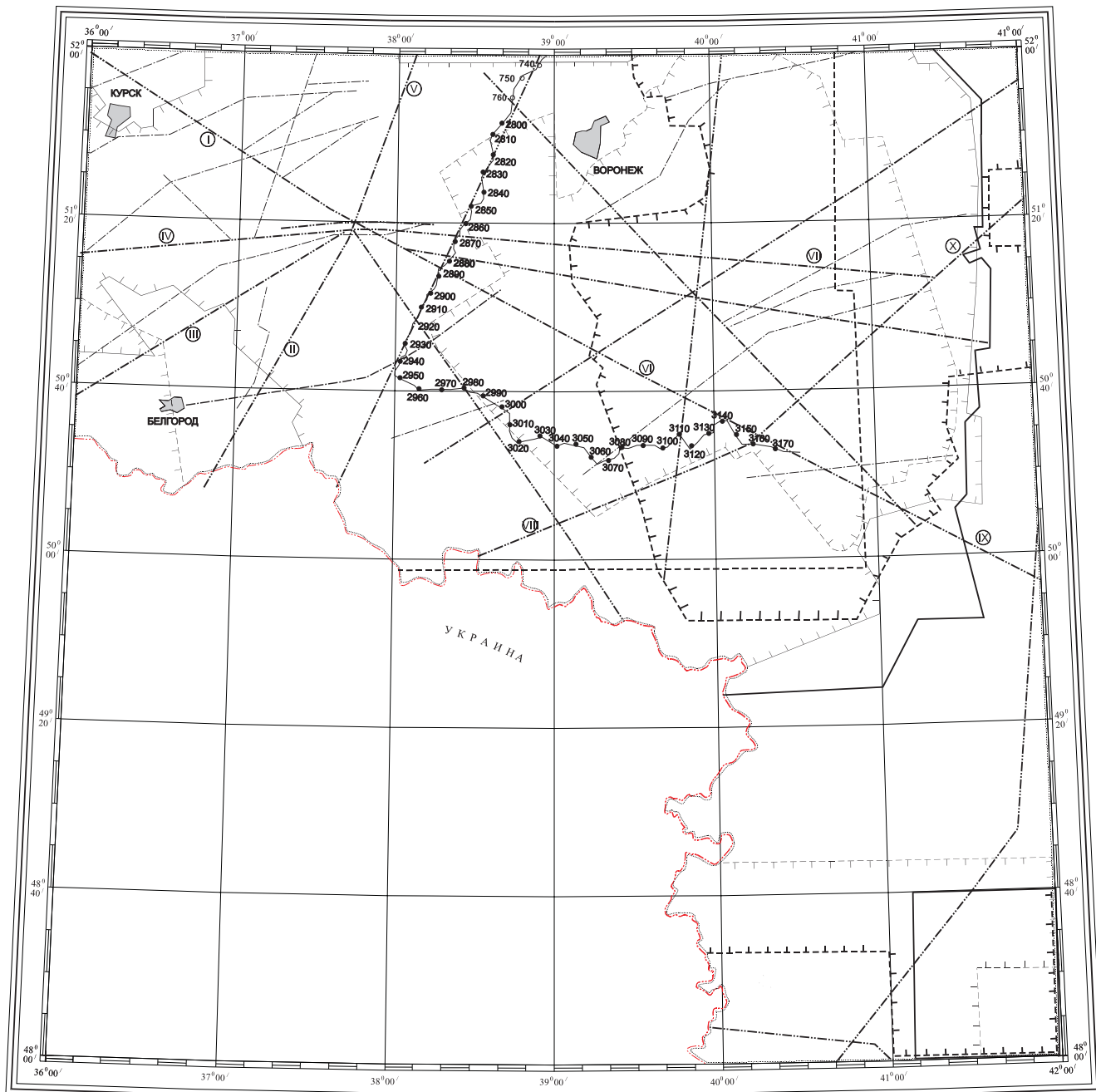
Анализ геологических и геофизических данных свидетельствует о том, что кристаллические образования фундамента характеризуются значительными изменениями глубин залегания, поверхность их имеет сложный расчлененный рельеф и четко выраженное блоковое строение, обусловленное широким развитием разломов, имеющих различные амплитуды и простираения. В связи с этим необходимо кратко остановиться на особенностях глубинного строения земной коры территории листа М-37, которые в значительной степени определяют принципы тектонического строения этой площади.

#### **Особенности глубинного строения кристаллического фундамента территории листа М-37**

Был проанализирован обширный комплексный геофизический материал (рис. 7), в котором были учтены предшествующие сводные работы [145, 152].

На основе сейсмических (ГСЗ и др.), а также гравитационных данных была принята следующая слоистая зональность (скоростная модель) земной коры (рис. 8). Верхней кристаллической части коры отвечает гранито-метаморфический слой. Средняя часть коры представлена «диоритовым» слоем, нижняя – «метабазитовым».

По результатам моделирования составлена схематическая карта глубинного строения земной коры (рис. 9), отражающая слоистую зональность всей колонны земной коры, нарушенную разноранговыми разломами от мантийных до внутрикоровых. Соотношение слоев с их скоростными и плотностными характеристиками, а также различия в мощностях легли в основу выделения областей, отражающих преимущественный состав и тип коры.



Масштаб: 1 : 2 500 000

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**

- |   |  |   |   |  |   |
|---|--|---|---|--|---|
| 1 |  | гравиметрическая съемка масштаба 1:200 000          | 6 |  | электроразведка методами ТТ, МТП масштаба 1:100 000–1:200 000 |
| 2 |  | комплексная гравимагнитная съемка масштаба 1:50 000 | 7 |  | сейсморазведка КМПВ, ТЗ КМПВ, МОВ ОГТ (профили)               |
| 3 |  | аэромагнитная съемка масштаба 1:50 000              | 8 |  | сейсморазведка ГСЗ (профили)                                  |
| 4 |  | аэромагнитная съемка масштаба 1:25 000              |   |  | Профиль I-EB  |
| 5 |  | электроразведка методом ВЭЗ масштаба 1:200 000      |   |  | Профили ГСЗ, использованные при построении скоростных моделей |

Рис. 7. Схема геофизической изученности территории листа М-37 (составил Н. К. Ключев, 2006).

Для наглядности на ряде профилей ГСЗ представлены колонки, подчеркивающие различия в глубинном строении земной коры каждого структурно-формационного района (СФР). КМА характеризуется фемическо-салической контрастной корой. Контрастность подчеркнута не только резким изменением рельефа поверхности М (перепад глубин границы М составляет 10 км и более, разнонаправленностью простираний поднятий и опусканий поверхности М), но и резкой структурной перестройкой верхней части земной коры, где фиксируются карельские грабенообразные структуры с мощностью осадочно-метаморфического слоя до 7 км. Для Эртиль-Калачского структурно-формационного района характерен салическо-фемический тип коры со спокойными формами рельефа как границы М, так и других внутрикоровых границ раздела земной коры. Лосевская шовная зона в целом отмечается фемической корой, с фиксированием в ее северной части фемическо-салического типа коры, в южной – салическо-фемического. Такая совокупность различных типов коры в Лосевской зоне, вероятно, связана с геодинамическими процессами переработки и становления как всей колонны земной коры в самой зоне, так и ее верхней части, где в северной и южной частях зоны широким развитием пользуются граниты усманского комплекса. Днепровско-Донецкий авлакоген характеризуется фемической корой (океаноидной, по Н. И. Павленковой).

По скоростным и плотностным параметрам в ряде мест ниже поверхности М выделяется «переходный» слой кора–мантия с обособлением, подстилающим кору верхней частью мантийных образований (до глубины 55 км).

По данным многих профилей ГСЗ, в основании метабазитового слоя выделяется сложнопостроенная и достаточно мощная переходная коро-мантийная зона (слой), по-разному проявленная в отдельных структурах. Как правило, слой отсутствует в раннеархейских структурах, но погружен и насыщен неоднородностями в постархейских комплексах, подвергшихся структурно-вещественным преобразованиям и мобилизации магмогенерирующих процессов. Максимальное погружение этого слоя отмечается в зоне сочленения КМА и Лосевского СФР (60–70 км). Смена геометрических и физических параметров переходного слоя происходит по глубинным мантийным разломам. Вариации сейсмической скорости в слое от 7,30 до 7,70 км/с зависят от степени анизотропии вещества данного уровня коры и периодизации вовлечения верхов мантии в преобразования, формирующие кору. По результатам моделирования, плотность в слое составляет 3,15–3,25 г/см<sup>3</sup>. Значения от 3,15 до 3,18 г/см<sup>3</sup> получены в пределах КМА, а плотность более 3,18 г/см<sup>3</sup> – в областях максимального погружения переходного слоя. Исключение составляет центральная часть Лосевского и северная часть Эртиль-Калачского СФР, где, по нашим данным, переходный слой отсутствует.

Как и в других регионах, нижняя кора ВКМ представлена базит-метабазитовыми ассоциациями, ее мощность составляет 10–18 км, а глубина погружения до раздела М увеличивается до 36–52 км. В метабазитовом слое наблюдается высокая дисперсия пластовой скорости – 6,60–7,80 км/с. Расчетные плотности составляют 2,92–2,97 г/см<sup>3</sup>. Плотности 2,95–2,97 г/см<sup>3</sup> наблюдаются в нижнеархейских структурах – Россосанской и др., а также в Эртиль-Калачской эпикратонной впадине. В раннекарельских протогеосинклиналях



КМА плотность близка к 2,93–2,94 г/см<sup>3</sup>, а в активизированных, преимущественно раннеархейских структурах она варьирует практически во всём диапазоне. Минимальные значения плотности в метабазитовом слое приурочены к сегментам неоднократно активизированной во времени мантии.

Мощность диоритового слоя колеблется от 7 до 14 км, а глубина погружения – от 25 до 33 км. В структурах с большей мощностью слоя (Эртиль-Калачский СФР) его глубины погружения минимальные, а в Михайловско-Белгородской и Алексеевско-Воронецкой СФЗ и др. – максимальные. Сейсмическая пластовая скорость в слое составляет 6,30–6,80 км/с.

В табл. 7 литологические и петрографические разности докембрийских пород охарактеризованы плотностью и суммарной скалярной намагниченностью, измеренными по образцам кернa. Предпочтение указанным параметрам основано на их контрастности для каждой группы пород, выделенных за последние два-три десятилетия, а также использовании их при составлении физико-геологической модели докембрийского фундамента по данным площадных гравиметровых и магнитных съёмок [145]. Было изучено около 5000 скважин, отобрано 150 000 образцов кернa, по которым измерено 700 000 параметров физических свойств: плотность  $\sigma$  (г/см<sup>3</sup>), магнитная восприимчивость  $\chi$  (10/Д СИ), остаточной намагниченность  $I_n$  (10<sup>3</sup> А/м), скорость распространения продольных и поперечных волн –  $V_p$ ,  $V_s$  (км/с), вызванная поляризация –  $\eta$  (%), общая пористость –  $n$  (%); изучено 24 300 шлифов и 2100 аншлифов; выполнено 1900 химических анализов.

Кроме выше учтенных петрофизических данных, в табл. 7 дана характеристика петроплотностных и петромагнитных групп докембрийских пород, отражённых в легенде Воронежской серии Госгеолкарты-200.

Представленный в таблице материал позволил уточнить существующую легенду Госгеолкарты-1000, а созданная физико-геологическая модель структурно-вещественных комплексов (СВК) явилась основой для составления Схематической геологической карты докембрийского фундамента Воронежского кристаллического массива территории листа М-37.

В пределах изученных площадей для гранитового слоя на общем фоне «бесконечно» высоких электросопротивлений выделяются зоны с более высокой электропроводимостью, которые достаточно чётко коррелируются с зонами лопийского (зеленокаменные пояса) и раннекарельского (рифтогенные структуры, грабен-синклинали и т. п.) рифтогенеза. Например, в обрамлении Россошанской гранито-гнейсовой куполовидной структуры фрагментарно выступает Волоконовская зона, Шаблыкинско-Косиновский зеленокаменный пояс и др.

Карельские структуры более чётко картируются зонами низких электросопротивлений. Это – Михайловская, Алексеевско-Воронецкая (с Тим-Ястребовской и Волоатовской грабен-синклиналями) в КМА, Эртиль-Калачский СФР. Локальными аномалиями проводимости выделяются объекты полиметаллической минерализации (Стрекаловское рудопроявление свинца), сульфидной минерализации (в черносланцевых образованиях Тим-Ястребовской структуры и Эртиль-Калачском СФР), минерализации графита (Сухоярское месторождение, Мандровское рудопроявление).

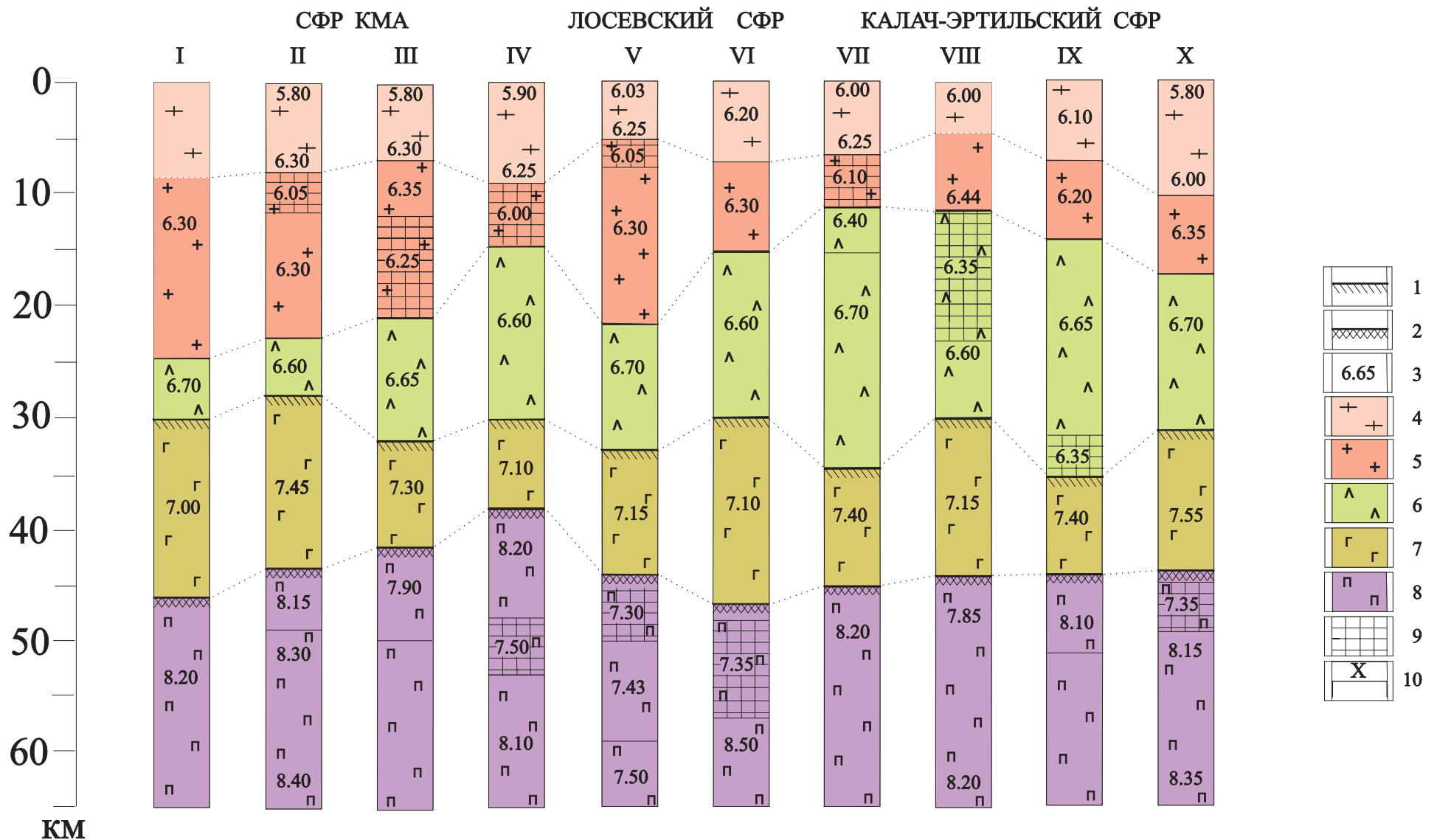
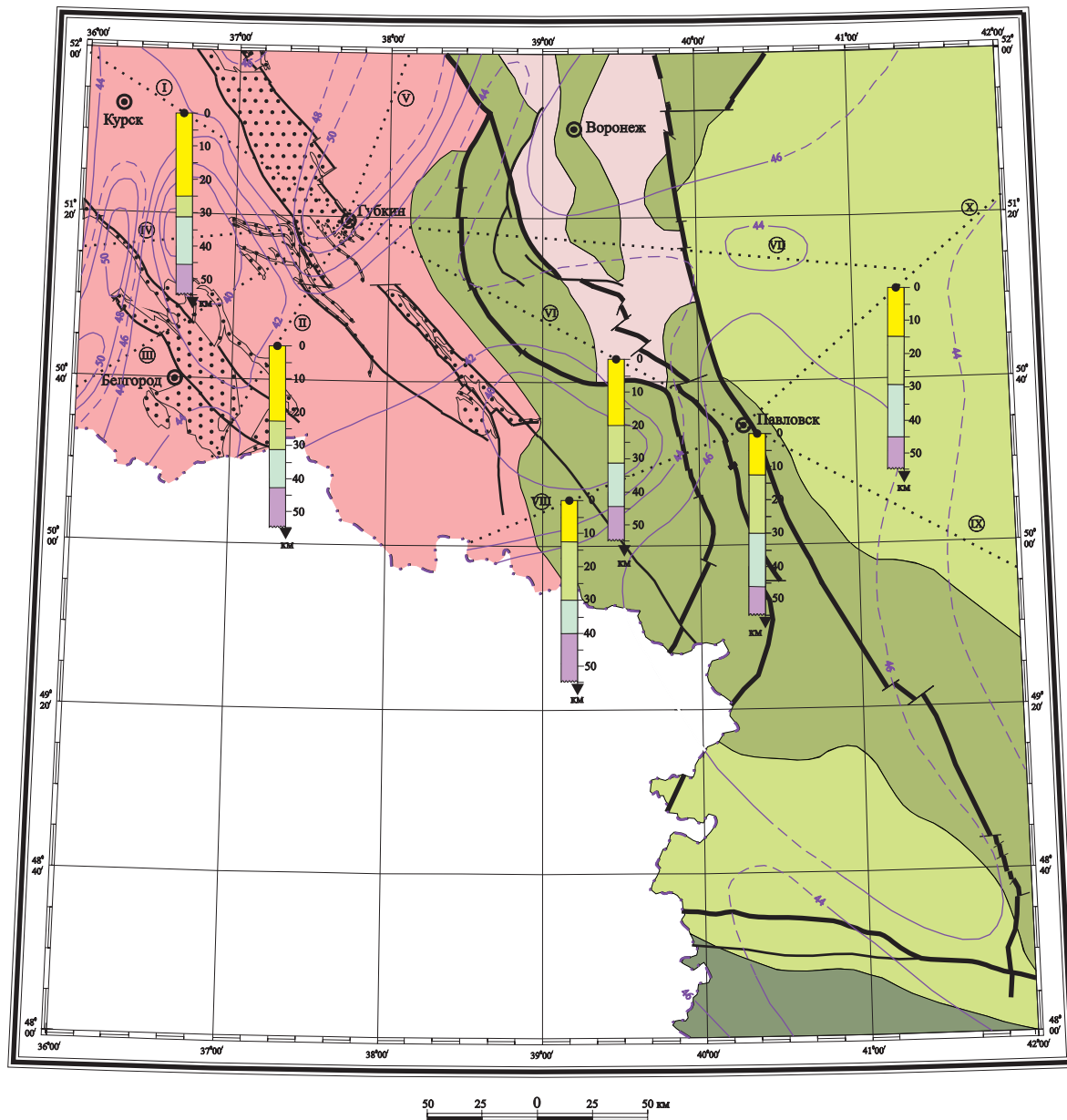


Рис. 8. Скоростные модели, составленные по профилям ГСЗ (по данным А. И. Дубянского и Л. И. Надежка (1999), с некоторыми уточнениями составил Н. К. Клюев, 2006):

1 – граница Конрада (К); 2 – граница Мохоровичича (М); 3 – скорости продольных волн (км/с) в слоях земной коры; 4 – условно стратифицированный гранито-гнейсовый слой; 5 – «гранитный» слой; 6 – «диоритовый» слой; 7 – «метабазитовый» слой; 8 – породы верхней мантии; 9 – слои с пониженной скоростью продольных волн; 10 – номера профилей ГСЗ: I – Губкин-Железногорск; II – Губкин-Шебекино; III – Губкин-Борисовка; IV – Губкин-Суджа; V – Губкин-Елец; VI – Губкин-Павловск; VII – Губкин-Новохоперск; VIII – Павловск-Айдар; IX – Павловск-Усть-Хоперск; X – Павловск-Новохоперск.



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**

**Преимущественный состав и тип коры:**

- | СОСТАВ КОРЫ        | ТИП КОРЫ   |
|--------------------|--|
| Гранитный слой     | фемическо-салическая контрастная   |
| Диоритовый слой    | фемическо-салическая   |
| Метабазитовый слой | салическо-фемическая   |
| Верхняя мантия     | фемическая   |
|                    | фемическая без верхнего гранитного слоя (океанодная, по Н. И. Павленковой) |
- 
- Карельские грабенообразные структуры с мощностью осадочно-метаморфического слоя до 7 км
  - Изолинии глубин залегания поверхности мохо (в км)
  - Трансрегиональные разломы мантийного заложения, разделяющие крупные сегменты земной коры
  - Региональные внутрикоровые разломы длительного развития, частью мантийного заложения
  - Прочие, преимущественно внутрикоровые разломы
  - Профили ГСЗ, использованные для построения скоростных моделей
  - Точка привязки колонки глубинного строения земной коры на профиле ГСЗ

Рис. 9. Схематическая карта глубинного строения кристаллической части земной коры территории листа М-37 (Составил Н. К. Ключев, 2006).

Выявлены глубинные (5–10 км) очаги высокопроводящих объектов. Особо стоит отметить Алексеевский и Орловский, располагающиеся на флангах Алексеевско-Воронежской СФЗ и Аннинский (Аннинский рудный район с минерализацией Ni, Cu, Cr, Mo) в Эртиль-Калачском СФР.

Повышенная электропроводность углеродисто-сульфидизированных терригенных образований, а также данные детальной высокоточной аэромагнитной съёмки позволили выделить геолого-геофизические маркёры, отвечающие горизонтам углерод- и сульфидсодержащих сланцев воронцовской свиты. В восточной части листа, восточнее г. Бобров и около г. Калач по ним фиксируется Панинско-Калачеевская синклиновая структура (35 × 140 км), которая с юго-востока и северо-запада сопряжена с антиклинорными структурами фундамента. Вторая синклиновая структура (Мордовско-Сурочинская) сохранилась в виде причудливой формы разобшённых фрагментов с параметрами 10 × 165 км. Она фиксируется по системе чётковидно ориентированных локальных положительных аномалий высокоточной аэромагниторазведки, которые срезаются северо-западными разломами. Эти пликативные структуры локализируются в пределах Мамонско-Шишовской и Новохопёрско-Архангельской СФЗ.

Разделительной полосой между СФР КМА и Эртиль-Калачским СФР выступает Лосевский СФР, отвечающий (по границам) Лосевской шовной зоне. Граница последней с западной стороны уверенно подчеркивается полосой высокомагнитных аномалий субмеридионального простирания шириной 20–40 км и длиной не менее 340 км. С востока она ограничивается Лосевско-Мамонским глубинным разломом, являющимся частью линеамента Шатского. С юга Лосевская шовная зона срезается субширотным Северо-Донецким глубинным разломом, входящим в линеамент Карпинского. В пределах зоны также широко распространены граниты усманского комплекса, фиксируемые интенсивными отрицательными локальными гравитационными аномалиями.

В Лосевской зоне, по данным послышной делимости земной коры, преобладают ассоциации диорит-метабазитового ряда. На это указывает наблюдаемый в пределах зоны повышенный региональный уровень гравитационного поля субмеридионального простирания, более высокий в её южной части и практически исчезающий на севере. Структурная позиция зоны усложняется наличием разных по размерам и мощности овальных и линейных (приразломных) мульд, выполненных породами воронежской свиты, а также покровами трахибазальтов и трахиандезитов Панинской толщи.

Пестрота и разнообразие интрузивных образований, как по составу, так и по занимаемому ими объёму внутри гранито-метаморфического слоя, позволяют рассматривать Лосевскую шовную зону как высоко проницаемую и геодинамически активную. В западной части положительными аномалиями  $\Delta T_a$  интенсивностью 600–800 нТл и более фиксируется пояс гранит-граносиенитов павловского комплекса шириной до 40 км и длиной не менее 340 км. Скорее всего он является осевой частью Лосевской шовной зоны, а сама зона выступает как асимметричный рифт, разделяющий такие крупные сегменты земной коры как мегаблок КМА и Воронежский мегаблок. На возможность такой трактовки указывают данные ГСЗ о наличии мощного переходного

коро-мантийного слоя по границе сочленения КМА и Лосевского СФР, где отмечается максимальное погружение переходного слоя до глубин 60–70 км.

В целом, по данным гравиметровой съёмки, для всей территории листа М-37 фиксируются аномалии разного знака и интенсивности от локальных (десятки–сотни) до региональных (многие сотни и десятки тысяч) квадратных километров. Природа их разнообразна. Региональные гравитационные минимумы вероятнее всего связаны с резко увеличенной мощностью гранитной составляющей гранито-метаморфического слоя, частично гранито-гнейсовыми куполами, в ряде случаев с явлением дилатансии и др. Локальные положительные аномалии  $\Delta g$  обусловлены базитовыми и гипербазитовыми интрузиями разных комплексов (сергиевский, мамонский, еланский, смординский и др.). В принятой слоисто-блоковой модели земной коры региональным гравитационным максимумам отвечает резкое увеличение мощности метабазитового слоя при резком сокращении гранито-метаморфического.

### **Особенности тектонического строения Воронежского кристаллического массива (ВКМ)**

С учетом всех данных, полученных ранее, а также новых комплексных геофизических материалов уточнены особенности тектонического строения ВКМ, главные из которых сводятся к следующему. Ведущими тектоническими элементами ВКМ являются крупные структуры, которые, как уже отмечалось выше, отражаются в гравитационном и магнитном полях по характерной морфологии, интенсивности региональных аномалий и имеют сложное внутреннее строение. ВКМ является крупным выступом кристаллического фундамента северо-западного простирания. Он представляет собой развитие гранит-зеленокаменной области, интенсивно переработанной в раннем протерозое. В пределах листа располагается южная половина ВКМ с отчетливо выраженной асимметричностью, при которой юго-западный, южный и восточный склоны выступа крутые, северо-восточный более пологий. Поверхность фундамента характеризуется сложной блоковой структурой. Непосредственно на территории находятся части крупных мегаблоков; на западе – КМА, на востоке – Хоперского, разделенных Лосевской шовной зоной. По своему масштабу и значению каждая из них отвечает структурно-формационной зоне (рис. 10) [23, 60, 117].

Наиболее гипсометрически высоким и сравнительно хорошо изученным является мегаблок КМА, представленный Курско-Белгородским макроблоком, который находится на западе и продолжается на северо-запад за пределы листа. Абсолютные отметки его поверхности изменяются с северо-востока на юго-запад от +0,1 до –0,7 км. Курско-Белгородский макроблок имеет сложное строение и включает следующие типы структурных форм: жесткие блоки ранне-позднеархейской консолидации, позднеархейские зеленокаменные пояса и рифтогенные пояса раннего протерозоя. Эти структуры ограничены региональными зонами глубинных разломов и различаются по тектоническому режиму, внутреннему строению, характеру метаморфизма и ассоциациям магматических, рудных формаций и соответственно по строению и интенсивности



Характеристика петроплотностных и петромагнитных параметров картируемых геологических образований

АКРОТЕМА	ЭОНОТЕМА	ЭРАТЕМА	Надгруппы КМА	ВОРОНЕЖСКАЯ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННАЯ ОБЛАСТЬ (СФО)											
				1. Структурно-формационный район (СФР) КМА		II. Лосевский СФР	III. Калачско-Эртильский СФР								
				Михайловско-Белгородская зона	Алексеевско-Воронецкая зона										
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ – PR	Нижнепротерозойская (карельская) – К	Верхнекарельская – K <sub>2</sub>	Тимский T <sub>1</sub>	1650	Нерасчлененный архей-протерозойский комплекс Днепровско-Донецкого авлакогена	S-K	Еvξ K <sub>2</sub> d	Дубравинский щелочно-ультраосновной комплекс [3,01/ 2,70–3,16; 30 / 4–50]	±β K <sub>2</sub> pn	Панинская толща: Трахибазальты, трахиандезиты (2,86; 8)	ξ K <sub>2</sub> ar	Артюшковский щелочно-сиенитовый комплекс (2,56–2,71; 0–3)			
						ξ K <sub>2</sub> ξ	Шебекинский габбро-пироксенит-сиенитовый комплекс (2,69; 3,5)								
						ξγ K <sub>2</sub> ml	Малиновский субщелочной гранитовый комплекс			γ K <sub>2</sub> ol <sub>2</sub>	Ольховский габбро-гранитный комплекс Вторая фаза: Бiotит-амфиболовые граниты [-2,66–2,90; -/0,03–11]				
						v K <sub>2</sub> sm	Сморodinский габбро-долеритовый комплекс (2,94; 12), кварцсодержащие [2,90/ 2,87–3,05; 5,0/0,5–10,0]			v K <sub>2</sub> ol <sub>1</sub>	Первая фаза: Габбро, габбро-нориты (2,90; 11), кварцевые монциты (2,66–0,03)			v K <sub>2</sub> n	Новогольский габбро-долеритовый комплекс (3,00; 2)
			Белгородская свита (до 1200 м) 4 – верхняя сланцевая (до 180 м) (2,71; 0,15); 3 – верхняя железорудная (до 160 м) (3,31; 145); 2 – нижняя сланцевая (до 300 м); 1 – нижняя железорудная (до 600 м) (2,73; 0,15)			γ-γξ K <sub>2</sub> p	Павловский мигматит-гранит-граносиенитовый комплекс (2,67; 1,2)	K <sub>2</sub> γr	Воронежская свита (более 1000 м) Метаэффузивы основного и среднего состава (2,83; 0,6), метариодапиты, метатуфы, метапесчаники, парасланцы, метатуфоконгломераты с гальками пород Воронежской серии, сланцы филлитовидные углеродистые (2,73; 0,035), [2,73 / 2,65–2,66; 0,2 / 0,05–1,2]	σv K <sub>2</sub> ξk	Шуковский габбро-верлитовый комплекс Перидотиты, верлиты (2,83; 18), серпентиниты (2,79; 19), пироксениты (3,03; 1,1)	γ-ργ K <sub>2</sub> b	Бобровский гранит-плагиигранитный комплекс (2,61–2,71; 0–3,0)		
			Тимская свита (до 800 м) Верхняя (более 600 м) [3,01–3,07/2,74–3,15; 1–14/0,1–20] Нижняя (до 170 м) [2,77/2,72–2,99; 0,04/0–5]			δ-γδ K <sub>2</sub> sn	Стойло-николаевский диорит-гранодиоритовый комплекс [2,75 / 2,72–2,80; 0,6 / 0,5–0,7]					v-δ K <sub>2</sub> e	Еланский норит-диоритовый комплекс [2,86/2,74–3,18; 0,08/0,015–19]		
			К <sub>2</sub> bl			vσ K <sub>2</sub> z	Золотухинский габбро-перидотитовый комплекс габбро (2,95; 2,5), перидотиты (3,14; 4,3)					vσ K <sub>2</sub> m	Мамонский перидотит-габброноритовый комплекс Вторая фаза: [2,88/2,75–3,12; 0,09–1,5/0,04–74] Первая фаза: [2,72/2,53–2,97; 0,5–3,0/0,09–7]		
			2100	Роговский Rg	Яковлевская свита (до 1200 м) Метапесчаники, метаалевролиты, конгломераты, парасланцы, филлиты, редкие прослой карбонатных пород и железистых кварцитов	K <sub>1</sub> ja	Роговская свита (до 900 м) Верхняя (до 400 м): известняки, доломиты мраморизованные (2,90; 0,03), сланцы (2,74; 0,015) Нижняя (до 500 м): метапесчаники с магнетитом (2,76; 18), метакогломераты с железистыми кварцитами (2,98; 5), сланцы (2,74; 0,015)		mpγ K <sub>1</sub> u	Усманский мигматит-плагиигранитный комплекс (2,66; 0,15)	K <sub>1</sub> vc <sub>2</sub>	Воронцовская серия (тысячи метров) Верхняя часть: Флишоподное переслаивание двуслодных, биотитовых, андалузитовых, углеродистых, сульфидсодержащих сланцев и метапесчаников (нередко углеродистых), метаалевролитов.			
				Курский Ks	Курская серия (до 3000 м) Коробковская свита: 4 – верхняя сланцевая (до 300 м) (2,76; 0,15) 3 – верхняя железорудная (до 500 м) (3,35–3,55; >50) 2 – нижняя сланцевая (до 240 м) (2,76; 0,0150) 1 – нижняя железорудная (до 500 м) (3,35–3,55; >50) Стойленская свита: верхняя (до 600 м) (2,73; 0,05) нижняя (до 800 м) [2,72/2,65–2,73; 0,01–0,05]	K <sub>1</sub> ks			v K <sub>1</sub> r	Рождественский габбровый комплекс [- / 2,85–2/91; - / 7–12]	K <sub>1</sub> vc <sub>1</sub>	На участках глубокого метаморфизма породы серии превращены в гнейсы графитовые, гранат-биотитовые (2,73; 0,06 и 0,8), гранат-кордиоритовые, амфиболиты (2,89; 0,06 и 1,5) Нижняя часть: терригенно-туфогенная толща [2,725/2,67–2,76; 0,03/0,015–0,40]			
			2500												
АРХЕЙСКАЯ – AR	Верхнеархейская (лопийская) – L	Верхне-лопийская – L <sub>3</sub>	Лебединский Lb		Лебединская свита (тысячи метров) [2,76/2,70–2,85; 0,02/0,01–0,5]	L <sub>2,3</sub> lb	γ L <sub>3</sub> a	Атаманский гранитный комплекс							
					Михайловский метаморфический комплекс нерасчлененный (сотни–тысячи м)	L <sub>1-2</sub> mh									
					Средне-лопийская – L <sub>2</sub>		mpγ L <sub>2</sub> sl	Салтыковский мигматит-плагиигранитный комплекс	L <sub>3</sub> K <sub>1</sub> ls <sub>2</sub>	Лосевская серия (сотни–тысячи м) Верхняя часть (до 2000 м) (2,76; 0,3 и 1,4)					
	Нижнеархейская – L <sub>1</sub>	Александровский Al	Александровская свита (сотни–тысячи метров) [2,89/2,69–2,96; 0,3/0,1–60]	L <sub>1</sub> al		vδ L <sub>1</sub> sr	Сергиевская габбро-дунит-перидотитовая ассоциация	L <sub>2-3</sub> K <sub>1</sub> ls <sub>2</sub>	Нижняя часть (до 1500 м) [- / 2,80–3,05; - / 0,006–12,5]						
	Нижнеархейская (самская) – S														
			3200		Обоянский плутоно-метаморфический комплекс нерасчлененный Плагиигнейсы биотитовые, амфиболовые (2,76; 0,1 и 2,0), с прослоями и линзами амфиболитов (2,95; 0,3), маломощные прослой железистых кварцитов силикатно-магнетитовых (3,41; 250), интенсивно мигматизированные [2,70/2,65–2,90; 0,005 и 2/0–10]	Sob									

Примечание. Цифры в скобках – плотность в г/см<sup>3</sup> (первая величина до точки с запятой) и суммарная скалярная (индуктивная и остаточная) намагничённость в А/м (вторая величина после точки с запятой) пород или групп пород по данным измерения образцов керна;

Примеры: (2,97; 0,4) – среднеарифметические значения для пород при достаточной представительности измерений; (2,56–2,71; 0–3) – диапазоны значений для пород при недостаточной представительности измерений; (2,72; 0,4 и 1,3) – среднеарифметические значения намагничённости при наличии двух петромагнитных групп; [2,70/2,66–2,72; 0,05/0,01–0,1] – в числителе – средневзвешенные значения (с учетом встречаемости пород), в знаменателе – диапазон среднеарифметических значений для пород геологического подразделения.



геофизических полей. Каждая из них фиксирует крупный тектоно-магматический цикл развития региона.

Блоки ранне-позднеархейской консолидации (Сумский, Двуреченский, Росошанский) характеризуются в целом спокойным мозаичным магнитным полем с пониженными значениями и аномальным гравитационным полем. В их пределах отмечаются минимальные мощности и повышенные плотности коры. На современную поверхность фундамента выходят интенсивно мигматизированные породы обоянского ПМК – плагигнейсы различного состава с прослоями и линзами амфиболитов. В пределах Росошанского блока комплекс сопровождается интрузиями атаманского, павловского и лискинского комплексов. Основными структурами являются достаточно крупные, простые по строению изометричные или овальные пологие гнейсовые и гранитогнейсовые купола (Двуреченский, Росошанский, Курско-Бесединский, Касторненский и др.) [177]. В результате позднеархейских и протерозойских дислокаций в ряде случаев устанавливаются лишь реликты подобных структур.

Позднеархейские зеленокаменные пояса контролируются зонами глубинных региональных разломов мантийного заложения. В физических полях они выражаются в виде четко ограниченных линейных зон с близким к нулевому магнитным и положительным гравиметрическим полями. Все они выполнены метавулканитами Михайловского комплекса, с которыми ассоциируют интрузивы салтыковского, атаманского, павловского и малиновского комплексов. На отдельных участках вулканиды полностью эродированы, и на поверхность фундамента выходят подстилающие их раннеархейские породы.

Внутреннее строение зеленокаменных поясов изучено недостаточно. Судя по симметричности обусловленных ими магнитных и гравитационных полей, они представляют собой грабен-синклинали с относительно пологим залеганием пород. Углы падения слоистости и сланцеватости пород не превышают  $40^\circ$ . В последующие этапы протерозойских деформаций отдельные участки этих структур претерпели интенсивные дислокации, выразившиеся в развитии вблизи зон разломов крутопадающих складок. Местами отдельные части поясов полностью срезаны разломами [145, 152].

Рифтогенные пояса раннего протерозоя (Михайловско-Белгородский синклинорий в составе Белгородской грабен-синклинали, Курский антиклинорий, Алексеевско-Воронецкий синклинорий в составе Волотовской и Тим-Ястребовской грабен-синклиналей, Лосевско-Ливенский антиклинорий) характеризуются линейной структурой магнитного и гравитационного полей, где выделяются интенсивные положительные линейные аномалии, обусловленные широким развитием железистых кварцитов курской серии. В пределах этих структур развиты преимущественно терригенные железисто-кремнистые, карбонатные и метаэффузивные породы курской и оскольской серий; незначительно распространены карбонатные и грубообломочные породы игнатьевской свиты (Алексеевско-Воронецкий синклинорий). Отмечаются различные по составу интрузии осколецкого, золотухинского, стойло-николаевского, павловского комплексов.

Каждая из этих зон имеет складчато-глыбовое строение, состоящее из сложных, часто асимметричных, сжатых межразломных протоавлакогенов,

цепочек вытянутых надразломных впадин, изолированных синклинальных структур, чешуйчатых надвигов, разделенных и ограниченных многочисленными субпараллельными и кулисообразными разломами.

Хоперский мегаблок, занимающий восточную половину листа, изучен недостаточно. По имеющимся геолого-геофизическим данным, он представляет собой крупный структурный элемент кристаллического фундамента, продолжающийся на север и восток, за пределы территории листа. На территории листа мегаблок представлен Эртиль-Калачским макроблоком и Варваринским мезоблоком [81, 82]. Варваринский мезоблок, находящийся на юге, характеризуется в целом положительной структурой магнитного и гравитационного полей, осложненных отдельными локальными изометричными аномалиями северо-западного простирания. Поверхность его погружается на юг-юго-восток с абс. отм. от  $-0,2$  до  $-5,5$  км. Сложен блок донской ассоциацией пород обоянского ПМК (плагинейсы, гранодиорито-граносиенитогнейсы).

В центральной части Варваринского мезоблока прослеживается субмеридионально ориентированная зона развития пород, относимых к Михайловскому комплексу, с чертами, характерными для зеленокаменных поясов. На севере мезоблока находится Варваринский купол – архейская кольцевая структура, ограниченная разломами от окружающих пород воронцовской серии нижнего протерозоя.

**Эртиль-Калачский** макроблок, находящийся в центральной части территории листа (продолжается на север, за пределы листа), имеет изометричные очертания, вытянут в северо-западном направлении и ограничен глубинными разломами. Он характеризуется слабонапряженным отрицательным магнитным и положительным гравитационным полями, с развитием преимущественно линейных аномалий северо-западного простирания [131].

В пределах макроблока отмечается постепенное увеличение мощности коры в северо-восточном направлении. Абсолютные отметки поверхности фундамента изменяются с запада на восток от  $-0,1$  до  $-1,5-2,0$  км. По меридионально ориентированному Шумилинско-Новохоперскому глубинному разлому макроблок делится на два блока: западный (Эртильский), относительно приподнятый, с погружением поверхности фундамента не более чем на 400 м ниже уровня моря, и восточный (Калачский), опущенный до абс. выс. от  $-0,3$  до  $-2,0$  км.

Эртиль-Калачский блок сложен в основном метаморфизованной флишеидной толщей (сланцы, терригенные породы, метаэффузивы) и высокометаморфизованными породами (гнейсы, амфиболиты) воронцовской серии раннего протерозоя, а также многочисленными по составу интрузивами мамонского, еланского, бобровского и других комплексов. На севере листа развиты вулканогенно-обломочные породы воронежской свиты. По данным бурения, для всех этих пород характерна относительно слабая дислоцированность и простая открытая складчатость. Большинство исследователей Эртиль-Калачский макроблок рассматривается как раннепротерозойская эпикратонная впадина [117].

Лосевская шовная зона прослеживается между Курско-Белгородским и Эртиль-Калачским макроблоками и продолжается на север за пределы площади листа. Зона ограничена глубинными разломами-надвигами: с запада –



### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Структурно-формационный район КМА</b> |  |  |
|  | Белгородско-михайловская структурно-формационная зона                                    |  |
|  | Алексеевско-воронежская структурно-формационная зона                                     |  |
|  | Карельские рифтогенные структуры   |  |
|  | Трансрегиональные разломы мантийного заложения, разделяющие крупные сегменты земной коры |  |
|  | Региональные внутрикоровые разломы длительного развития, частью мантийного заложения     |  |
|  | Прочие, преимущественно внутрикоровые разломы  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Рис. 10. Схема расположения структурно-формационных районов и зон докембрийского фундамента территории листа М-37 (составил Н. К. Клюев, 2006).

Рязско-Кантемировским, с востока – Лосевско-Мамонским. Разломы уверенно выделяются на сейсмоплотностной глубинной модели ВКМ [145, 152]. Сейсмическими данными фиксируется пологое (не круче 40°) залегание плоскостей сместителя с наклоном на восток. Поверхность фундамента погружается с севера па юг (к Донбассу) от 0 до –0,1 км очень полого и далее, от –0,2 до –3,0 км, значительно круче.

Лосевская зона является активной в тектоническом отношении. Она сложена полным комплексом образований докембрия от архея до нижнего протерозоя включительно. На поверхность фундамента здесь выходят амфиболиты Михайловского комплекса, метавулканиты, амфиболиты, терригенно-сланцевые породы лосевской серии и метавулканиты воронежской свиты. Позднеархейские и раннепротерозойские процессы активизации привели к образованию здесь многочисленных и разнообразных по составу интрузий. Наибольшее развитие имеет павловский интрузивный комплекс, меньшее – усманский, мамонский, осколецкий, лискинский и др.

На территории листа М-37 широко проявлены различные типы тектонических нарушений, которые во многом определяют особенности тектонического развития отдельных блоков ВКМ и их металлогеническую специализацию. Они различаются между собой временем и глубиной заложения, амплитудами, масштабами проявления и т. д. Критерии выделения и ранговость разрывных нарушений в кристаллическом фундаменте обсуждались в ряде работ [23, 117 и др.].

В соответствии со структурообразующим значением среди разрывных нарушений ВКМ выделяются главные и второстепенные. К главным отнесены глубинные нарушения межрегионального значения, которые разделяют крупные геоблоки кристаллического фундамента (Воронежский, Прикаспийский и др.). Такие нарушения имеют сбросовый или взбросово-надвиговый механизм развития (Северо-Донецкий, Лосевско-Мамонский и др.). Их заложение имело место в архее–раннем протерозое, и потому амплитуда этих образований может достигать нескольких километров. Кроме них к этому же рангу разрывных нарушений относятся и глубинные разломы, разделяющие блоки различных порядков, значительно отличающиеся по вещественному составу и характеру развития. В основном они имеют надвиговую, а также раздвиго-взбросово-сдвиговую природу (Рязско-Кантемировский, Новооскольский, Воронежский и др.). Анализ имеющегося геолого-геофизического материала свидетельствует об унаследованности развития глубинных разломов во времени от раннего докембрия до позднего кайнозоя. Крупные протяженные зоны глубинных разломов являлись основными каналами для поступления вещества коровых и подкоровых магмо-рудогенерирующих процессов.

## ПЛАТФОРМЕННЫЙ ЧЕХОЛ

Позднепротерозойско-фанерозойские образования платформенного чехла на основании возрастных, динамических, формационных и структурных особенностей разреза и анализа несогласий подразделяются на два крупных структурных яруса (СЯ): нижний – раннедевонский–раннетриасовый и верхний – среднеюрский–неогеновый [117].

В составе нижнего СЯ выделяются два структурных подъяруса (СПЯ): раннедевонский–раннекаменноугольный и раннекаменноугольный–раннетриасовый, характерные для Восточно-Европейской платформы. Но, учитывая, что девон представлен сильно редуцированным набором формаций, а пермские и триасовые образования присутствуют только на очень ограниченной площади Преддонецкого прогиба, то СПЯ приобретают здесь следующий вид: девонский (эмсский–фаменский) подъярус и каменноугольный–среднетриасовый подъярус.

Среди форм нижнего структурного яруса выделяются части крупных надпорядковых структур – Воронежской антеклизы и Донецкого складчатого сооружения (Донбасс). В их строении обособляются структурные элементы первого порядка (крупные) – своды, моноклинали, прогибы.

Девонский СПЯ отвечает раннегерцинской тектонической эпохе и повсеместно ложится на породы фундамента. Он представлен морскими осадочными, вулканогенно-осадочными и континентальными фациями мощностью до 400 м на Воронежской антеклизе.

Донецкий авлакоген (на юге) попадает на территорию лишь частью своего северо-восточного борта. Доплитный мегакомплекс не вскрыт. По мнению авторов работы [190], данные глубинного сейсмического зондирования позволяют выделить в основании авлакогена рифейскую толщу, под которой на профилях ГСЗ фиксируются, вероятно, базальтовый или редуцированный гранитовый слой.

Каменноугольный–среднетриасовый СПЯ отвечает позднегерцинской тектонической эпохе. Он распространен по южному борту Воронежской антеклизы, залегая как на различных горизонтах девона, так и на кристаллическом фундаменте. Мощность его в пределах Первомайско-Чирской моноклинали, по геофизическим данным, превышает 3500 м у южной границы с Донбассом, а в Донбассе – до 10 км.

Юрский–неогеновый структурный СЯ, представленный терригенно-карбонатными породами, распространен практически повсеместно (кроме открытого Донбасса). Залегает с резким несогласием на различных горизонтах подстилающих образований чехла, а местами – на кристаллических породах фундамента, достигая мощности до 370 м.

Все структурные элементы, образованные в герцинскую тектоническую эпоху, в киммерийско-альпийскую значительно выполаживаются и несколько меняют свою морфологию и размеры. Почти вся исследованная площадь, за исключением северо-восточного участка, начинает входить в состав обширной Украинской синеклизы, северное крыло которой наложено как на сводовую часть Воронежской антеклизы, так и на ее южные ограничения [117].

Рассматриваемая часть Воронежской антеклизы пространственно соответствует южной половине одноименного массива кристаллического фундамента. Ограничениями являются на северо-востоке Рязано-Саратовская седловина [18], южная граница проводится по региональным разломам Донецкого складчатого сооружения. Платформенная структура, как и кристаллический массив, имеет асимметричное строение: северо-восточный склон пологий, а южный и юго-западный – крутые. В строении участвуют отложения девона, залегающие на кристаллическом фундаменте, и перекрывающие их породы

мезо-кайнозой. К северу и северо-востоку от свода происходит увеличение мощности этих образований от 150–200 до 700 м. В наиболее приподнятой части антеклизы отложения мезозоя залегают непосредственно на кристаллическом основании. От свода в направлении Донбасса, в пределах южного крыла, по мере погружения разрез чехла наращивается отложениями карбона, перекрывающими фундамент.

В строении Воронежской антеклизы выделяются крупные структурные элементы первого порядка: Щигровский и Павловский своды, Тамбовская, Белгородская, Хоперская, Приволжская и Первомайско-Чирская моноклинали, образующие его склоны, и Преддонецкий прогиб.

Павловский свод, проявляющийся в рельефе кристаллического фундамента и структуре девонских отложений, прослеживается в северо-западном направлении на расстояние порядка 200 км при ширине от 50 до 80 км. По поверхности фундамента ему соответствует плоское поднятие с абс. отм. от –10 до +70 м и резкими уступами на юго-западном, восточном и северо-восточном склонах. Амплитуда поднятия около 40 м. Центральная и восточная части структуры осложнены локальными поднятиями изометричной формы с амплитудой, не превышающей 10–15 м. В пределах структуры установлено присутствие эффузивов в живетско-франских отложениях (см. рис. 6).

Щигровское сводовое поднятие находится на крайнем северо-западе территории, от Павловского поднятия отделяется седловиной. Размеры его в пределах территории листа порядка 100 × 50 км. Структура асимметричная: юго-западный склон крутой, северо-восточный – пологий, наклон слоев девона на отдельных участках 2–3 м/км. В кристаллическом фундаменте ему соответствуют резко дислоцированные складчато-глыбовые зоны раннего докембрия. Наиболее высокое гипсометрическое положение фундамента наблюдается в центральной части поднятия (от +40 до +50 м) и на отдельных горстообразных вершинах (до +90 м). В грабенообразных понижениях абсолютные отметки резко снижаются до –90 м. Структурные элементы имеют линейные очертания, но наблюдаются и изометричные формы, происхождение которых связано с локальными тектоническими подвижками разного знака. Осложняющие поднятия, как правило, погребенные, частично проявляются в доверхнедевонских отложениях, некоторые – в современной поверхности палеозоя, имеющей эрозионно-тектоническое происхождение.

Белгородская моноклинали образует юго-западный склон Воронежской антеклизы. Ограничением ее на северо-востоке является наиболее приподнятая часть свода с погребенными Павловским и Щигровским поднятиями; на юго-западе она продолжается за пределы рассматриваемой территории. В строении моноклинали принимают участие отложения нижнего карбона и мезо-кайнозой, наклоненные на юго-запад не более 10 м/км. В этом же направлении возрастают мощности пород, достигая 1–1,5 км. Погружение слоев, особенно каменноугольных, происходит неравномерно, т. к. кристаллический фундамент расчленен продольными нарушениями на блоки, ступенчато погружающиеся в юго-западном направлении. Уступы в виде сбросов и флексур установлены по линиям городов Обоянь–Богучар, Белгород–Валуйки и г. Новый Оскол–с. Талды. Амплитуда их 20–50 м, средний наклон отложений от 5–6 до 10–12 м/км. Отмечаются и другие протяженные уступы, но



меньшей амплитуды. Структура проявляется и в мезозойских отложениях, но имеет несколько сглаженный характер.

Тамбовская моноклираль, образующая северо-восточный склон Воронежской антеклизы, расположена на территории работ своей наиболее приподнятой частью. В ее пределах девонские отложения и перекрывающие их породы мезо-кайнозой погружаются на северо-восток, наклон слоев 2–3 м/км.

Все эти структурные элементы в верхнем структурном ярусе значительно выглаживаются и несколько меняют свою морфологию и размеры.

Первомайско-Чирская моноклираль характеризуется пологим (3–5°) погружением палеозойского и мезозойско-кайнозойского комплексов к югу, в сторону Донбасса. Пликативная тектоника здесь выражена слабо, дизъюнктивные нарушения многочисленны и отличаются небольшими амплитудами. На участках распространения девонских отложений развиты процессы основного вулканизма. Активные центры фиксируются в зонах пересечения разломов меридионального и северо-западного простираний.

Преддонецкий прогиб приурочен к зоне сочленения Воронежской антеклизы и Донецкого складчатого сооружения. С севера он ограничен Глубокинским разломом, с юга – Северо-Донецким надвигом. Протягивается узкой (10–20 км) полосой вдоль Донбасса на расстояние 225 км. Типичными структурами в осадочном комплексе являются моноклинали и синклинали, осложненные мелкими складками и серией разломов широтного простирания. Наиболее крупная Глубокинская синклираль, примыкающая к Северо-Донецкому разлому, имеет амплитуду прогибания по средне- и верхнекаменноугольным отложениям порядка 500 м, приосевая часть ее выполнена пермскими и нижнетриасовыми породами. В мезозойско-кайнозойском комплексе структуры в пределах прогиба проявляются фрагментарно.

Донбасс представляет собой палеозойское складчатое сооружение, пространственно соответствующее Донецкому рифейскому авлакогену, продолжающемуся на юг и запад, за пределы листа. На севере он граничит с Преддонецким прогибом по Северо-Донецкому надвигу. Последний имеет амплитуду до 4 км, падение сместителя южное, углы падения до 40–70° во фронтальных вздернутых зонах и до 18–20° в нижних горизонтах. В структуре осадочного чехла здесь выделяются две зоны.

Первая – между Северо-Донецким надвигом и трассируемым южнее Главным (Каменским, Алмазным) надвигом – протягивается на расстояние 150 км при ширине 15–20 км. Главный надвиг характеризуется южным падением сместителя, амплитуда по среднекаменноугольным отложениям от 1,5–2,5 до 3,0–4,0 км (в долине р. Калитва). Здесь прослеживается крупная Северо-Каменская синклираль с амплитудой по каменноугольным отложениям 0,7–1,0 км. Строение ее асимметричное: южное крыло крутое (50–60°), северное – пологое (5–10°); осевая часть выполнена породами пермо-триаса и верхнего карбона. Рассматриваемая межнадвиговая зона характеризуется многочисленными дизъюнктивными дислокациями надвигового типа, углы падения которых с глубиной выглаживаются до субгоризонтальных.

Южнее Главного надвига находится вторая зона, характеризующаяся развитием складчатости. В структуре палеозойского комплекса здесь преобладают протяженные и широкие синклинали (Жирновская, Белокалитвенская,

Фоминская, Краснодонская) с амплитудами прогибания поверхности среднекаменноугольных отложений от 1,5 до 2,0 км; узкие антиклиналы (Исаевская, Северная) имеют подчиненное значение. Все эти структуры осложнены разломами, мелкими локальными структурами типа брахиантиклиналей, мелких складок, грабенов. В этой зоне широтная структурная зональность отчетливо фиксируется в западной части (открытый Донбасс или Донецкий выступ) и значительно слабее в восточной (погруженный Донбасс).

Неотектонический план территории, сформировавшийся в течение неогена и четвертичного времени, отражается в рельефе современной поверхности как чередование обширных асимметричных поднятий (Среднерусская, Донецкая возвышенности) и понижений (Окско-Донская равнина), отличающихся малыми (десять метров) амплитудами и пологими (несколько градусов) углами наклона крыльев. Внутреннее строение этих крупных неотектонических областей характеризуется обилием перерывов, несогласий и выраженной зависимостью типа формаций и мощности неоген-четвертичных отложений от типа тектонической структуры. Наименьшие мощности (5–10 м) приурочены к поднятиям, наибольшие (до 120 м) – к понижениям. На поднятиях господствуют формации склонового ряда и покровные образования, в понижениях – флювиального, ледникового, аллювиального ряда.

В пределах неотектонических областей обособляются положительные и отрицательные структуры: крупные (поднятия, мегавалы, своды), средние (поднятия, валы, прогибы), мелкие – локальные. Подробное описание неотектонической структуры территории приводится в работе [18]. При сравнении современного тектонического плана осадочной толщи со структурой поверхности фундамента отмечаются как сходные черты строения, так и существенные различия. Одним из главных отличий является значительное выполаживание структур, связанное в первую очередь с компенсацией прогибов (грабенов) мощными осадочными толщами нижнепалеозойского–каменноугольного и, возможно, рифейского возраста. Эти породы выполняют Донецкий авлакоген, нивелируют восточный склон Воронежского массива. Вместе с общим выполаживанием структурного плана в осадочном чехле снизу вверх постепенно затухают дизъюнктивные дислокации основания платформы.

Наряду с различиями повсеместно проявляются и признаки унаследованного развития. Воронежская антеклиза в более мягких очертаниях соответствует одноименному кристаллическому массиву. В ее своде выделяются обособленные поднятия, часть которых соответствует выступам поверхности фундамента, на склонах – обширные моноклиналы. Следы блоковых подвижек повсеместно закреплены в преимущественно пликативной структуре чехла в форме развития линейно-вытянутых структур, а также в резких и устойчивых по вертикали изменениях фациального состава разреза.

В системе дислокаций осадочного чехла на большей части территории сохраняются доминирующие структурные направления, обычно не изменяется и местоположение структур. В то же время, в структурном плане палеозоя появляется ряд структур наложенного типа, не имеющих прямых аналогов в рельефе поверхности фундамента.

## Разломы

Особенности геологического строения территории во многом предопределены тектоническими нарушениями, различающимися между собой временем заложения, амплитудами, историей развития и т. д. Критерии выделения и классификации разрывных нарушений в кристаллическом фундаменте и осадочном чехле изложены в ряде работ [18, 20, 70 и др.]

Выделенные на территории разломы или зоны разломов подразделяются на основные и второстепенные в зависимости от их структурообразующей роли. К основным в первую очередь отнесены глубинные региональные нарушения, разделяющие надпорядковые структуры докембрийского фундамента (Воронежский геоблок и Днепровско-Донецкую мобильную зону). Это разломы в основном сбросового и взбросово-надвигового (Северо-Донецкий, Главный Каменский, Лосевско-Мамонский) типов. Все они протяженные, с амплитудой от сотен метров до нескольких километров. Заложение их, по-видимому, происходило на ранней стадии развития – в архее–раннем протерозое.

Кроме региональных нарушений к основным относятся и глубинные разломы, разделяющие блоки различных порядков, принципиально отличающиеся по вещественному составу и характеру развития. Это надвиги: Лосевско-Мамонский, Рязско-Кантемировский, Каменский, Глубокинский; а также сдвиги, раздвиги, взбросо-сбросо-сдвиги: Волчанско-Шаблыкский, Новооскольско-Воронежский и др. По заложению они, по-видимому, дорифейские, однако точно установить возрастной рубеж, в связи с последующими протерозойскими и палеозойскими дислокациями, в настоящее время не представляется возможным.

Морфология разломов устанавливалась в основном по гравимагнитным и сейсмическим данным. Некоторые из разломов получили дополнительное отражение на глубинной модели ВКМ [133].

Анализ всего имеющегося геолого-геофизического материала свидетельствует об унаследованности развития глубинных разломов от раннего докембрия до настоящего времени. В структуре осадочного чехла глубинные разломы находят отражение в виде закономерно ориентированных пликтивных дислокаций (валов, прогибов), систем разрывных нарушений. Разрывные нарушения в осадочном чехле связаны с разломами фундамента, активизировавшимися на определенных этапах. Они установлены по гипсометрии согласно залегающих свит, характеру изопахит, резкой смене литофаций, формировавшихся в период тектонической активизации. Наиболее характерным из них является Шумилинско-Новохоперский разлом, проявленный в девоне активной вулканической деятельностью (рис. 5) и как структурообразующий элемент восточного склона антеклизы [166]. Он представляет собой субмеридиональную зону и выражен двойной линейной региональной магнитной аномалией с более интенсивной западной полосой, где трассируется цепочка удлиненных положительных аномалий интенсивностью до 200 нТл, обусловленных скрытыми вулканическими постройками девона. Крупные протяженные зоны глубинных разломов являлись основными каналами для

поступления вещества из коровых и подкоровых магмо-рудогенерирующих очагов. Именно с ними связаны рудные месторождения КМА, нефтегазовые месторождения Преддонбассья.

Второстепенные разломы не являются структурообразующими, они лишь осложняют морфологию структур фундамента и часто не отражены в осадочном чехле.

---

---

---

## ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В истории геологического развития территории листа М-37 выделяются шесть самостоятельных по длительности эпох. Они различаются особенностями процессов, имевших место в верхней части коры. Среди них выделяются саамско-раннелопийская эпоха становления ранней гранитоидной коры и формирования метаморфических поясов; средне-позднелопийская эпоха формирования гранит-зеленокаменных областей; карельская эпоха формирования кратона, подвижных поясов, рифтогенных прогибов и палеозойская эпоха формирования осадочного чехла. Нельзя не учитывать кайнозойскую эпоху развития региона.

### Саамско-раннелопийская эпоха

В раннеархейское время (3,2–3,1 млрд лет) началось становление современной континентальной коры, выразившееся в образовании базит-(эндербит)-гранулитового основания. С этой эпохой связано формирование и разделение тоналитовой коры на крупные блоки: КМА, Лосевский и Эртиль-Калачский. Наиболее ранние породы земной коры сохранились в виде реликтов в Лосевском и КМА блоках и представлены тоналито-гнейсами и плагиогнейсами. На западной половине территории формировались магматогенные породы обоянского плутоно-метаморфического комплекса (ПМК), на восточной – отрадненского. Основные структурные формы этого времени – крупные пологие гнейсовые и гранитогнейсовые куполовидные структуры (Двуреченский, Россошанский и др.).

### Средне-позднелопийская эпоха

Отделена от предшествующей перерывом в 50–60 млн лет. С ее началом связано формирование зон разломов, блоков первого порядка и куполовидных структур. В истории этой эпохи можно выделить три главных этапа. Первый из них связан с начальным заложением разломов и формированием в непосредственной близости с ними наиболее ранних зеленокаменных поясов (метатолеиты, метакоматииты и метаграувакки александровской серии). Этот этап завершается на рубеже 2900 млн лет. Следующий этап связан с возникновением вторых более развитых зеленокаменных поясов (метадациты, метариолиты Лебединской серии), трансгрессивно с перерывом перекрывающие породы первых зеленокаменных поясов, а также возникновение гранитов и габбро-

дунитов нижнего лопия. Третий этап развития территории существенно отличается от двух предшествующих тем, что в интервале 2800–2500 млн лет мы почти не имеем накопления терригенных и вулканогенных образований, характерных для Карело-Кольского региона, а отмечаем лишь возникновение мощных гранитных ассоциаций (атаманский гранитный комплекс), которые развиты только в структурно-формационном районе КМА. К концу этого этапа территория листа представляла собой кратонизированную область, в которой процессы регионального гранитообразования складчатости и метаморфизма завершились приблизительно на рубеже 2600–2550 млн лет.

### **Карельская эпоха**

Она отделена от предшествующей перерывом длительностью около 100 млн лет. С начала этой эпохи в карельских палеобассейнах намечается латеральная зональность, которая быстро эволюционирует, и к концу раннепротерозойского времени появляются палеобассейны рифтогенного типа, в которых помимо крупномасштабного железнакопления формируются высокоуглеродистые турбидитовые комплексы с подчиненным синхронным вулканизмом. Особенностью палеобассейнов карельской эпохи является широко выраженная латеральная зональность, которая отчетливо проявлена в разных структурно-формационных зонах региона. В СФР КМА формировался раннекарельский компенсированный прогиб, отличавшийся значительными глубинами, в котором накапливались высококодифференцированные терригенные и терригенно-хемогенные высокожелезистые осадки (отложения курской серии). На этом возрастном уровне процессы седиментации проявились только в Эртиль-Калачский СФР, где имел место палеобассейн, по типу близкий к океаническому, с накоплением мощных флишоидных терригенно-туфогенных толщ. В возрастной эволюции карельского палеобассейна СФР КМА наблюдалось постепенное изменение фациальных режимов седиментации, которое проявилось в постепенной смене режимов седиментации с окислительного на восстановительный. По латерали в роговское время началось формирование углеродсодержащих отложений, которые максимально нашли развитие в Эртиль-Калачском океаническом палеобассейне с формированием турбидитовых осадков, обогащенных органикой.

В верхнекарельское (тимское) время начинают формироваться локальные узкие палеобассейны со стабильными восстановительными режимами седиментации и синхронным с осадконакоплением вулканизмом (белгородская, тимская структуры). Формирование карельских палеобассейнов во всех трех блоках региона заканчивается позднекарельским этапом внедрения габбро-перидотитовых, норитовых и гранит-долеритовых интрузий. Карельский этап завершается вепсийским этапом складчатости, развитием зон разломов и завершающим проявлением регионального метаморфизма. В это же время формируются многочисленные субщелочные интрузии и вулканы щелочной серии вепсия (свекофенния). В рифейский этап Воронежский кристаллический массив (свод и прилегающие мегаблоки) оставался приподнятой денудационной равниной, где отсутствовали отложения рифея, нижнего палеозоя, силура и нижнего девона. В юго-восточной части территории листа,



на границе с Украинским щитом проявился Байкальский этап, охватывающий конец позднего протерозоя и начало кембрия (не менее 1050 млн лет), который объединял несколько тектонических циклов. Здесь самой ранней стадии становления платформенного чехла отвечает время образования нового класса структур – авлакогенов, закладывавшихся, как правило, в зонах тектонически ослабленных, нарушенных разломами. В юго-восточной части территории таковым явился Донецкий авлакоген, сформировавшийся на месте Днепровско-Донецкой мобильной зоны. Возникший в рифейское время, он являлся границей структур между Украинским и Воронежским геоблоками. В связи с недостаточной изученностью рифейских отложений и трудностями в расчленении и стратификации разрезов достоверные данные об особенностях развития авлакогенов на этом этапе отсутствуют. Одновременно с процессами рифтогенеза шло разрушение и денепленизация поверхности Воронежского кристаллического массива, занимавшего достаточно высокое положение и являвшегося источником сноса. Отсутствие образований верхнего протерозоя–нижнего девона, сохранившиеся фрагменты кор выветривания на докембрийских породах свидетельствуют о длительном континентальном этапе развития территории. К началу среднего девона сформировалась денеплененная поверхность выравнивания.

Принципиально новая тектоническая обстановка возникла в герцинский этап, охватывающий период от среднего девона до раннего мезозоя (около 200 млн лет). В рязско-дорогобужское время северные и крайние северо-западные районы, тяготеющие к северному склону Воронежского массива, испытали значительное прогибание. Они были покрыты морем, распространявшимся с запада. В прибрежных условиях здесь отлагались карбонатно-терригенные породы, выполнявшие неровности подстилающего рельефа. После длительного перерыва в позднеэйфельский (мосоловское время) и живетский века (воробьевское, ардаатовское, муллинское время) начинается прогибание территории одновременно с трансгрессией моря с востока и юго-востока вследствие эвстатического подъема уровня океана. Здесь также продолжали отлагаться мелководные песчано-карбонатные породы. Тектоническая активизация региона в конце эйфельского и начале живетского времени произошла по зонам северо-западного, северо-восточного и субмеридионального направлений с подъемом суши и кратким перерывом в осадконакоплении. В пределах Эртиль-Калачской СФЗ по Шумилинско-Новохоперскому разлому началось излияние траппового вулканизма, подстилаемого аргиллитами черной свиты [176], а восточнее Лосевско-Мамоновского разлома показаны интрузии гранитоидного и гипербазит-базитового состава [169] как результат палеозойской активизации. Формирование ястребовской и чаплыгинской свит соответствует следующему этапу осадконакопления. Для него характерны очень мелководные условия и интенсивная вулканическая деятельность в Эртиль-Калачском СФР, распространяясь и западнее Лосевско-Мамоновского разлома в пределы Лосевского СФР (рис. 6). Излияния сопровождалось накоплением туфов, туффинов, туфопесчаников, реже лав основного состава. Максимум трансгрессии пришелся на саргаевско-семилукское время, она охватила значительную сводовую часть Воронежской антеклизы, незатопленными оказались лишь наиболее приподнятые участки на северо-западе территории. В морском

бассейне с нормальной соленостью вод накапливался органично-детритовый и глинистый материал. Юго-западная и южная части территории в это время находились в области устойчивой денудации.

Донецкий прогиб в эйфельское и живетское время продолжал периодически заливаться с запада мелким морем, оставлявшим после себя засоленные лагуны. Накапливались терригенные и терригенно-карбонатные породы мощностью до 60 м.

В начале франского времени здесь значительно возросла тектоническая активность: наметилось сложное ступенеобразное строение бортов прогиба, начали обособляться протяженные продольные блоки, обозначились разнообразными поперечными понижения и поднятия, проявилась вулканическая деятельность.

Обширная средне-позднефранская трансгрессия охватила большую часть территории. Лишь наиболее приподнятые участки свода Воронежской антеклизы не были затоплены морем и явились областями сноса. В условиях открытого и мелководного бассейна на восточном и южном склонах Воронежской антеклизы шло накопление карбонатных и карбонатно-терригенных осадков. В начале позднефранского времени в зоне Шумилинско-Новохоперского и Лосевско-Мамоновского разломов возобновилась вулканическая деятельность, о чем свидетельствует присутствие эффузивов основного состава (диабазы, базальты). В конце позднефранского времени морская трансгрессия наиболее резко проявилась на северо-восточной окраине Воронежского свода, где карбонатно-терригенные слои воронежского горизонта несогласно перекрывают все более древние образования до пашийских включительно.

В средне-позднефранское время возросла интенсивность тектонического развития Донецкого прогиба, оформились осложняющие структурные элементы, усилились вулканическая деятельность и тектонические подвижки по разломам. В прогибе накапливались вулканогенные и мелководные терригенные породы (до 300 м). В фаменском веке осадконакопление на Воронежской антеклизе происходило в тех же геотектонических условиях, что и во франском веке. Разрушавшаяся Воронежская суша поставляла обильный терригенный материал и была окружена мелким морем. Тектоническое опускание происходило с умеренными скоростями и полностью компенсировалось терригенно-карбонатным осадконакоплением.

В позднем фамене (заволжское время) море распространялось гораздо шире, чем в раннем и среднем фамене и перекрывало франские континентальные (песчано-каолиновые) образования мамонской толщи. К концу века усилились дифференцированные тектонические подвижки отдельных блоков, ограниченных разломами. В результате на южной окраине Воронежской антеклизы, прилегающей с севера к Донецкому прогибу, активизировался Тормосинский выступ допалеозойского фундамента, лишенный девонских образований.

В Донецком прогибе в фамене практически в тех же геотектонических условиях, что существовали и во франском веке, продолжали накапливаться преимущественно терригенные осадки.

Большинство основных тектонических элементов, обособившихся в нижней и средней частях палеозойского осадочного разреза, сохранились и в

плане дислокаций фаменского яруса. Также выделяется Воронежская антеклиза с вершинами и региональными моноклинальными склонами. Донецкий прогиб продолжает оставаться крупнейшей отрицательной структурой.

Таким образом, средний и поздний девон были на большей части территории эпохами морского осадконакопления. Интенсивность этого процесса возрастала в соответствии с увеличением скорости погружения Прикаспийской и Московской синеклиз, откуда распространялись трансгрессии моря. Эпохи размыва и осушения территории, когда преобладали обломочные накопления, отвечали регрессиям.

Этап тектономагматической активизации в среднем–верхнем девоне в условиях платформенной стадии развития региона фиксируется щелочно-базальтоидной формацией. Последняя проявлена цепочкой субвулканических тел, выполняющих подводящие каналы предположительно базальтами, долеритами в зоне Шумилинско-Новохоперского и Лосевско-Мамоновского разломов.

В каменноугольное время направленность геологических процессов получила дальнейшее развитие. Первая раннетурнейская (малевское время) трансгрессия, распространившаяся с северо-востока и почти без перерыва продолжавшая позднефаменскую, затопила местами свод антеклизы и полностью ее северо-восточный, восточный и южный склоны. Позднее эта суша была также затоплена неглубоким морем, вторгшимся со стороны Донбасса. Почти до конца турнейского века на большей части Воронежской антеклизы сохранялся морской режим. В преимущественно мелководных условиях формировались терригенные, терригенно-карбонатные и органические осадки.

В самом конце турнейского века (кизеловское время) произошло повсеместное поднятие территории, море отступило. В начале визе (косьвинское, радаевское и бобриковское время) в результате наступившего континентального перерыва значительно расширилась древняя суша Воронежской антеклизы. В середине века (конец бобриковского времени) регрессивная обстановка сменилась обширной трансгрессией, охватившей большую часть антеклизы, за исключением наиболее приподнятых участков свода. Этот бассейн существовал в течение всего поздневизейского и серпуховского времени. Общая мощность нижнекаменноугольных отложений на склонах Воронежской антеклизы составляет 500–700 м, по мере воздымания к северу она уменьшается, вплоть до полного выклинивания этих отложений.

В Донбассе в турнейском веке накапливались преимущественно карбонатные и в меньшей степени песчано-глинистые осадки. Подобные условия сохранились и в течение большей части визейского времени. В конце визейского века в Донбассе установился режим интенсивного континентального терригенного осадконакопления, периодически прерываемый мощным торфообразованием и морскими трансгрессиями. В результате образовалась угленосная формация, представляющая собой чередование отложений прибрежных равнин и мелкого моря. В серпуховском веке скорость погружения Донецкого бассейна увеличилась, а степень компенсации прогибания терригенными осадками уменьшилась. Общая амплитуда опускания в раннекаменноугольную эпоху в рассматриваемой северной прибортовой зоне достигла 1–2 км.

С наступлением среднекаменноугольной эпохи геотектоническая и палеогеографическая обстановки на территории значительно изменились. В первой половине башкирского века тектонические опускания на Воронежской синеклизе усилились, особенно в полосе, примыкающей к Донецкому прогибу (от г. Миллерово до г. Морозовск). Это привело к значительному продвижению мелкого моря в сторону свода антеклизы. Во второй половине века темп прогибания замедлился, началось отступление моря. Большую площадь заняли прибрежные равнины, где шло терригенное континентальное осадконакопление.

В течение верейского времени на восточном и южном склонах Воронежской антеклизы установились прибрежно-морские условия и накапливались терригенные осадки. На протяжении остальной части московского века (каширское, подольское и мячковское время) прибрежно-морские условия сохранились только в придонецкой полосе, где периодически шло торфообразование.

В Донбассе в среднекаменноугольную эпоху по-прежнему ритмично чередовались континентально-прибрежная и мелководная морская обстановки, что приводило к накоплению мощных терригенных толщ, к интенсивному торфообразованию (башкирское, московское время) и отложению карбонатов. Суммарное прогибание в башкирском веке в рассматриваемой прибортовой зоне достигло 2 км, в московском – до 1 км.

В позднекаменноугольную эпоху геотектонические условия и характер осадконакопления на Воронежской антеклизе оставались почти прежними. Открытое мелкое море продолжало покрывать восточный и южный склоны. Прибрежная часть бассейна, где отлагались карбонатные и терригенные осадки, соответствовала на юге современной Первомайско-Чирской моноклинали и Тормосинской депрессии. Западнее располагалась прибрежная равнина, затоплявшаяся морем. Торфонакопление на этом этапе сократилось, увеличилась площадь суши. Мощность верхнекаменноугольного комплекса не превышала 350 м.

В Донбассе позднекаменноугольная эпоха мало отличалась от предыдущей. Однако торфонакопление не имело прежних масштабов. Карбонатные осадки, формировавшиеся в это время, отражают ограниченную связь осолонявшегося седиментационного бассейна с открытым морем. В позднем карбоне скорость погружения Донецкого прогиба стала значительно замедляться, и к концу века движения приобрели противоположный знак.

Таким образом, в каменноугольное время Воронежская антеклиза продолжала развиваться в целом как крупная положительная структура. Основные тектонические элементы, намеченные в девоне, сохранились и в плане каменноугольных дислокаций. Изменение структурного плана происходило в основном в сторону его осложнения.

Донецкий прогиб в целом формировался в карбоне как крупная конседиментационная структура (в раннем карбоне максимальное погружение). В ранне-среднекаменноугольное время в его пределах получила широкое развитие формация щелочных габброидов и нефелиновых сиенитов, представленная авгитами и альбититами в виде небольших штоков и даек с редкометалльной рудной ассоциацией. Присутствие вулканического стекла в угленосных свитах

свидетельствует о проявлении вулканизма. Сложившиеся в прогибе в этот период гумидные условия оказались оптимальными для торфонакопления.

Наметившаяся в конце карбона регрессия морского бассейна продолжалась и в конце пермского периода, большая часть территории была выведена на поверхность.

В среднеасельское время фиксируется непродолжительная трансгрессия, во время которой на некоторых участках Приволжской моноклинали накапливались сероцветные карбонатные породы, глины (до 20 м). Довольно значительное опускание в это время отмечалось в Донцком прогибе и в прилегающих районах Первомайско-Чирской моноклинали, где накапливались морские терригенно-карбонатные отложения, а также континентальные терригенные пестроцветы.

В позднеасельское время началось воздымание территории, приведшее к регрессии моря. Расширилась Воронежская суша, которая на юге сомкнулась с сушей, возникшей на площади современного Донбасса. В сакмарский и артинский века поднятия и регрессия моря охватили еще большую площадь. Суша расширилась и объединила равнины востока Воронежской антеклизы и заливавшиеся морем прибрежные равнины Первомайско-Чирской моноклинали и низкие горы Донбасса.

Воронежская антеклиза в сакмарском и артинском веках почти не размывалась, не давала обломочного материала и являлась малоактивным тектоническим участком. В это же время за счет процессов сжатия отмечалось существенное воздымание всего Донбасса и отдельных его складок. В результате на месте прогиба сформировалась Донецкая складчатая система – Донбасс, который, начиная с артинского века, представлял собой всхолмленную, но в общем равнинную сушу.

Особенности геологического развития территории в раннем мезозое определялись влиянием заключительных процессов герцинского тектогенеза, которые выразились в продолжении общего подъема территории. Области максимального поднятия и размыва по-прежнему оставались свод Воронежской антеклизы и невысокая суша Донбасса.

Раннетриасовая эпоха началась усилением поднятий в условиях континентального режима. В отдельных впадинах и прогибах накапливались красноцветные породы яренского надгоризонта, максимальные мощности которого (до 300 м и более) соответствуют осевой части Тормосинской депрессии. В пределах последней яренские красноцветы содержат непостоянные прослой гравелитов и следы местных размывов. Воронежская суша, восточнее и южнее которой накапливались преимущественно пески и глины, представляла собой возвышенную равнину. Зоны осадконакоплений в яренское время имели характер внутриконтинентальных, низменных равнин, перекрытых сложнопереключающимися элювиальными, делювиально-пролювиальными и озерными отложениями. Красноцветность осадков свидетельствует о преобладании во время седиментации жаркого и засушливого климата.

В среднем триасе (акмайское и забурунское время) геотектонические условия изменились, хотя области поднятий и сноса в целом сохранили свое местоположение. Опускание в южных районах привело к развитию трансгрессий Тетиса. В результате в районах Донбасса сложились относительно стабильные

условия морского мелководья. Временами море распространялось на запад, оставляя после себя следы в виде морских сероцветных карбонатно-глинистых пород в толще континентальных пестроцветов. Максимальные мощности отложений – до 200–300 м – фиксируются в Тормосинской депрессии, в остальных разрезах не превышают 100–150 м. В среднем триасе произошло значительное сокращение морского бассейна, о чем свидетельствует ограниченное распространение осадков этого возраста.

Континентальные условия сохранились на большей части территории и в позднем триасе.

Тектонические движения, завершившие герцинский этап развития территории, носили в целом унаследованный характер и привели к более четкому оформлению ранее сформировавшихся структур. К концу триаса практически в современных границах существовала Воронежская антеклиза и большинство осложняющих ее структур. В Донцеком прогибе начавшиеся в позднем карбоне процессы сжатия завершились в перми складчатостью и метаморфизмом, которые сопровождались вулканической деятельностью. К концу сакмарского и началу артинского времени была сформирована складчатая структура Донбасса.

В раннеюрскую эпоху, знаменующую начало альпийского этапа развития, на всей территории господствовал континентальный режим, который сохранялся до конца раннего байоса. Начавшаяся в позднем байосе морская трансгрессия из Тетиса охватила значительную часть Воронежской антеклизы. Накапливались преимущественно терригенные породы. Общая мощность байосских отложений составляет свыше 200 м, возрастая по направлению к Прикаспийской синеклизе.

Конец среднеюрской эпохи ознаменовался новой крупной келловейской трансгрессией с юго-востока. Мелководные песчано-глинистые и карбонатные морские осадки общей мощностью до нескольких сот метров отлагались в районах Прикаспийской синеклизы и примыкающих к ним участках Воронежской антеклизы. Следы келловейской трансгрессии, распространявшейся с севера, фиксируются на северо-западе, у северной границы листа. Здесь в прибрежно-морских условиях накапливались глины с конкрециями сидерита.

Новое прогибание и связанное с ним наступание моря относится к позднеюрской эпохе, когда накапливались значительные толщи терригенных и реже карбонатных пород. В конце кимериджского века произошел региональный подъем, в результате которого подверглись значительному размыву кимериджские и оксфордские отложения, сохранившиеся фрагментарно только на Белгородской моноклинали. Подавляющая часть территории стала равнинной сушей, где длительное время господствовал континентальный режим.

В волжский век территория вновь испытала погружение. В мелководном теплом морском бассейне формировались преимущественно глинистые и карбонатные породы. В конце юрского периода здесь произошло значительное поднятие, вызвавшее обмеление бассейна и приведшее к перерыву в осадконакоплении. На западе, в районе г. Белгород, титонские отложения (глины, карбонаты) фиксируются в виде останцов.



В юрскую эпоху структурный план территории по сравнению с пермотриасовым не претерпел существенных изменений. Практически в тех же границах остались Воронежская антеклиза и Складчатый Донбасс.

В начале раннемеловой эпохи при общей тенденции к воздыманию отдельные районы территории испытали погружение и были затоплены морем, в котором в условиях мелководья накапливались терригенные, преимущественно песчаные и глинистые породы берриаса и валанжина (самарский надгоризонт). О границах его распространения судить трудно, так как осадки этого возраста сильно размыты последующей готеривской трансгрессией и сохранились лишь в отдельных депрессионных участках на северном и восточном склонах Воронежской антеклизы.

В готеривское и барремское время (владимирский горизонт) территория вновь испытала погружение, сопровождавшееся развитием широкой морской трансгрессии, охватившей большую часть Воронежской антеклизы. Глубина бассейна закономерно возрастала с запада на восток, что отражается в смене в этом же направлении песчаных пород алевритовыми и глинистыми. Наличие значительной примеси глауконита в осадках свидетельствует о мелководных условиях формирования последних. В барремский век площадь морского бассейна значительно сократилась.

В аптском веке после кратковременной регрессии вновь возобновилось медленное погружение территории и расширение границ раннемелового бассейна. Однако по-прежнему оставались сушей наиболее приподнятые участки Воронежского свода, Первомайско-Чирской моноклинали и Донбасса. На восточном склоне Воронежской антеклизы, на правом берегу Хопра, в периферийной части аптского бассейна, распространявшегося с востока, существовали условия очень мелководного моря, где накапливались преимущественно прибрежные песчаные осадки.

В конце апта и начале альба море расширило свои границы за счет погружения восточной и южной оконечностей прежде существовавшей Воронежской суши. Море было весьма мелководным, о чем свидетельствует характер альбских отложений (пески, алевриты, глины).

Позднемеловая эпоха началась общим погружением территории и крупной трансгрессией в сеномане (брянский надгоризонт). Как показывает анализ распределения фаций и мощностей сеноманских отложений, основные тенденции раннемелового тектогенеза оказались унаследованными. Палеотектонический план в рассматриваемую эпоху несколько усложнился по сравнению с ранним мелом. Воронежский свод, Донбасс и прилегающая к нему часть южного склона Воронежской антеклизы в начале позднего мела представляли собой изолированные участки равнинной суши, поставлявшие терригенный материал. Суша обрамлялась мелководным морем, где накапливались песчаные и глинистые осадки.

В туронском и коньякском веках (губкинский надгоризонт) после перерыва в осадконакоплении, имевшего место в конце сеномана, поздне меловая трансгрессия достигала максимума. Увеличение глубины и расширение морского бассейна определило почти повсеместное накопление карбонатных (меловых, мелоподобных) осадков. Донецкая суша, возвышающаяся над уровнем моря, значительно уменьшилась по сравнению с сеноманским временем.

В сантонском веке (шиловский надгоризонт) интенсивность нисходящих движений значительно снизилась. На водоразделе Дона и Волги сформировалась субмеридиональная область замедленного прогибания, охватившая район Доно-Медведицких дислокаций и примыкающие к нему участки восточного склона Воронежской антеклизы. Она отчетливо фиксируется зоной развития мелководных терригенных отложений среди карбонатных сантонских осадков [21].

В кампанском веке и маастрихте на востоке и юге территории в связи с усилением погружения Прикаспийской синеклизы проявилась наибольшая расчлененность поздне мелового структурного плана. Севернее Донбасса образовался глубоководный бассейн. Наиболее интенсивное прогибание дна этого водоема фиксируется в пределах узкой полосы, непосредственно примыкающей к Донбассу с севера. Здесь отлагались мергели, глины, опоки, в восточных районах – преимущественно пески. На северо-западе территории (на склоне Щигровского поднятия) накапливались алевриты, тонкозернистые пески, песчаники, сменяющиеся южнее карбонатными породами – мергелями, мелом.

Поздне меловой этап геологического развития завершился значительными поднятиями в конце маастрихтского времени, приведшего к установлению континентального режима.

Структурный план мелового времени по сравнению с юрским не испытал принципиальной перестройки. Воронежская антеклиза медленно погружалась.

На протяжении мелового периода в регионе сохранялись относительно стабильные климатические условия. В раннем мелу преобладал жаркий засушливый климат, о чем свидетельствует наличие пыльцы растений, сходных с современной тропической и субтропической флорой. Похолодание наступило в альбе. В поздне меловую эпоху вновь наступило потепление, продолжавшееся до палеогена.

В конце мелового и начале палеогенового времени отмечается кратковременный перерыв в осадконакоплении. Характер и палеогеографические условия наступившего затем раннепалеоценового времени для большей части территории остаются невыясненными. Рассматриваемые отложения установлены лишь на северо-восточной окраине Донбасса, в районе Каменской и Гусевской астроблем, возникших на рубеже позднего маастрихта–раннего палеоцена. Согласно реконструкции С. А. Мороза [21], в раннем палеоцене (датское время) в районе Донбасса преобладала прибрежно-морская и мелководная седиментация в условиях субтропического климата. Накапливались детритовые песчаные известняки и известковистые песчаники глубокинской свиты и нижнетацинских слоев.

Последовавшее в зеландское время расширение палеоценовой трансгрессии моря затопило большую часть территории, за исключением складчатого Донбасса и наиболее приподнятых участков Воронежской антеклизы на северо-западе территории. Режим морского бассейна и условия осадконакопления в нем периодически менялись. На большей части Воронежской антеклизы в мелководных морских условиях шло накопление песков, алевритов,

с прослоями песчаников, алевроитов, глин. В восточном направлении в разрезе появляются опоковидные песчаники, опоки.

В раннем и среднем эоцене структурный план территории претерпел некоторые изменения в связи с усилением нисходящих движений в южных районах (от Складчатого Донбасса до Цимлянского водохранилища). Сводовая часть Воронежской антеклизы сместилась к юго-востоку, где фиксируется значительное сокращение мощностей осадков раннего и среднего эоцена. Интенсивное погружение в южном направлении привело к сокращению суши в пределах Донецкого складчатого сооружения. В позднем эоцене соотношения между областями поднятий и погружений мало изменились по сравнению с началом и серединой эоценовой эпохи.

Общие закономерности осадконакопления в эоценовую эпоху позволяют выявить региональную зональность распределения литофаций эоценовых отложений с переходом от более тонкозернистых терригенных осадков, преимущественно развитых на восточном склоне Воронежской антеклизы, к грубозернистым песчаным отложениям, окаймляющим области поднятий (на северо-западе и юге территории).

В конце эоцена–начале олигоцена произошли новые, весьма значительные поднятия, повлекшие за собой начало обмеления бассейна – в разрезе увеличилась роль терригенных, преимущественно песчаных, осадков.

В палеогене продолжались формироваться многие локальные структуры. Расшифровка истории их развития значительно затруднена из-за последующих неогеновых размывов.

В раннем миоцене большая часть территории (кроме Донецкого кряжа) представляла низменные аккумулятивные и денудационно-аккумулятивные равнины. Осадки этого времени в дальнейшем подверглись значительному разрушению. В современном рельефе они в составе полтавского надгоризонта сохранились на многих водоразделах, их присутствие отмечается также в пределах Окско-Донской равнины (байчуровский горизонт) и на Волго-Хоперском междуречье (варежниковская свита). Это пески, глины, алевроиты, песчаники, иногда с прослоями бурых углей. В среднем миоцене палеогеографическая обстановка была близкой к раннему миоцену. Возникла долина пра-Дона (область чередования субаквальных и субаэральных обстановок), окруженная областями развития низменных аккумулятивных и денудационно-аккумулятивных равнин с густой сетью рек, озер и болот. На Окско-Донской равнине и Волго-Хоперском междуречье отлагались глины, пески, алевроиты, песчаники гуровского, каменнобродского, уваровского и тамбовского горизонтов.

В позднем миоцене юго-восточная часть территории была затоплена водами опресненного сарматского бассейна, распространявшегося с юга. Отлагались известняки, пески. Остальная часть территории продолжала оставаться областью низменных равнин с густой сетью рек, озер и болот, где накапливались лагунно-морские, аллювиальные, озерные и другие типы континентальных песчано-глинистых осадков горелкинского горизонта. В это море покинуло южные районы. В пределах возникшей суши, как и на остальной части территории, широко проявились процессы наземного осадконакопления. Сформировались песчано-глинистые толщи ергенинского надгоризонта.

В раннем и среднем плиоцене обстановка оставалась прежней.

Условия осадконакопления существенно изменились в позднем плиоцене, когда началось интенсивное погружение Прикаспийской синеклизы и непосредственно примыкающих к ней районов, сопровождавшееся широкой трансгрессией акчагыльского моря. На остальной, большей, части территории, вследствие относительного поднятия в ергенинских песках и в подстилающих их породах образовались русловые врезы, заполнявшиеся нагавскими, кривскими, хоперскими и другими аллювиальными отложениями. Осадкообразование на протяжении всего неогена происходило в условиях постепенной смены гумидного климата аридным.

В четвертичный период характер и степень тектонической расчлененности территории мало отличались от позднего плиоцена. В эоплейстоцене (1,8–0,8 млн лет – апшеронское время) опускание, но с меньшей скоростью, продолжалось на севере территории, о чем свидетельствует широкая аккумуляция сложно построенного аллювия в бассейнах Дона и Хопра. На междуречных пространствах накапливались «скифские» глины, в последующем подвергшиеся денудации и разрушению. В современном рельефе следы их фиксируются в виде изолированных останцов.

В раннем неоплейстоцене осадконакопление происходило в условиях относительного поднятия суши. На водораздельных пространствах накапливались континентальные лессовидные суглинки с прослоями погребенных почв. Аллювиальные аналоги бакинских отложений формировались вдоль древних русел Дона и его притоков.

Геологическое развитие в раннем неоплейстоцене протекало под влиянием процессов оледенения. Донской ледник, охвативший значительную северную и северо-восточную части территории, на юге достиг Восточно-Донской гряды. Следы его фиксируются в виде морены на водоразделах рек Дона, Хопра и Медведицы. На возвышенных водораздельных пространствах влияние ледника проявилось в образовании перигляциальных отложений – континентальных лессовидных суглинков. В последовавшее затем мучкапское межледниковое время на площади развития донских ледниковых и перигляциальных отложений сформировалась система долинных врезов, заполненных речным аллювием, на водоразделах формировались погребенные почвы.

В средненеоплейстоценовое время на большей части территории в условиях медленного подъема шло формирование четвертой и третьей надпойменных террас рек, на водоразделах продолжалось накопление лессовидных суглинков и образование погребенных почв (лихвинское, одинцовское время).

Геологическая история в позднеоплейстоценовое время определилась продолжавшимся поднятием значительной части территории. Широко развитые на водораздельных пространствах отложения формировались под влиянием неоднократных климатических изменений. Калининскому и ошашковскому максимумам оледенения синхронны толщи лессовидных суглинков, а микулинскому и мончаловскому – погребенные почвы. В руслах рек, пересекавших позднеоплейстоценовые равнины, накапливались аллювиальные отложения, слагающие первую и вторую надпойменные террасы рек.

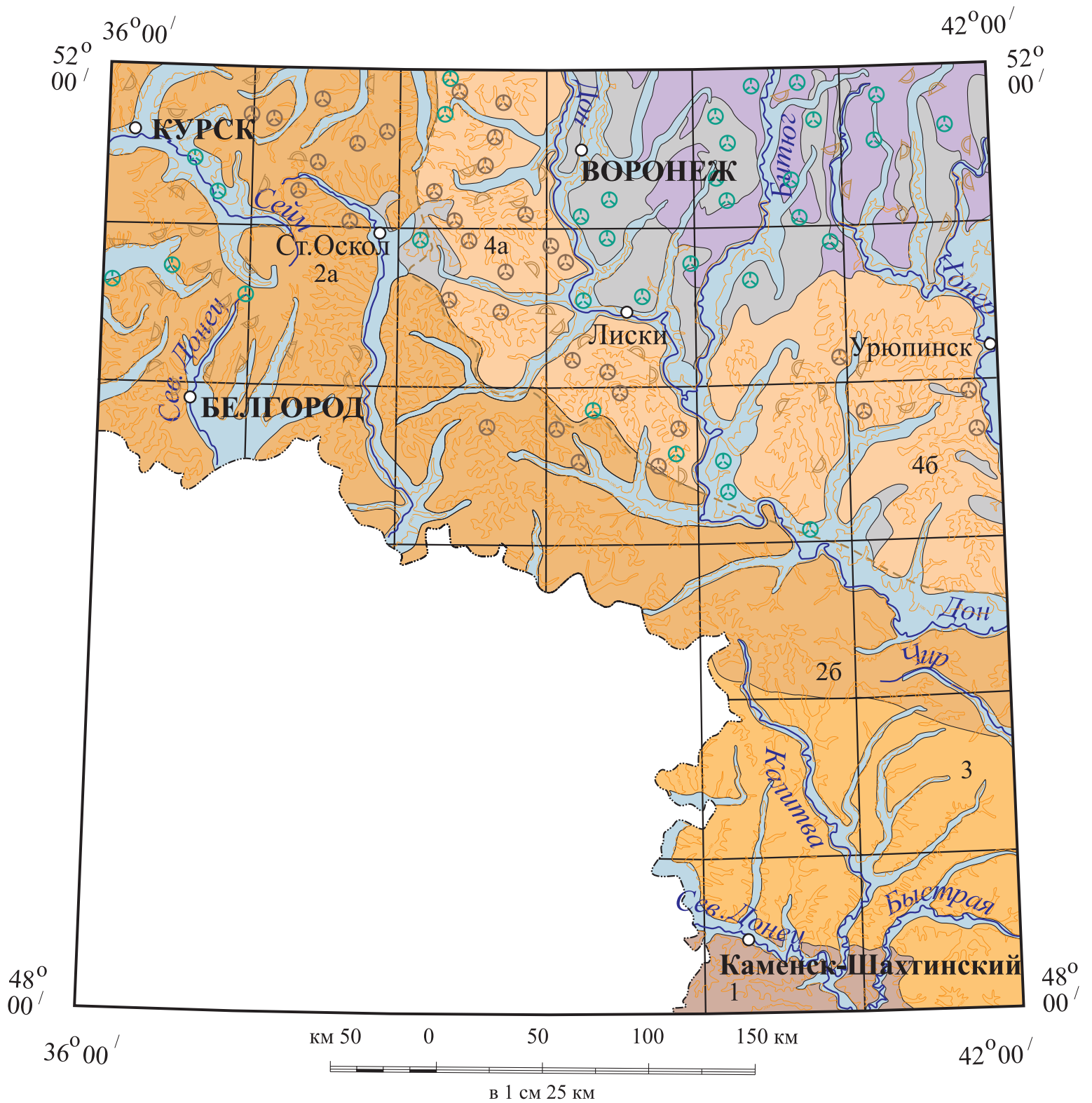
В голоцене на водораздельных пространствах продолжалось образование различных по генезису (озерных, болотных, эоловых) отложений, в том числе

современных почв. В бассейне Дона накапливались аллювиальные толщи, ныне слагающие высокую и низкую поймы речных долин.

На современном этапе отмечается общая тенденция к поднятию территории. Наиболее интенсивные движения положительного знака отмечаются в Донбассе. Продолжающийся процесс формирования структур отражается в морфоструктуре современного рельефа [21].


---






**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**


**ДЕНУДАЦИОННЫЙ РЕЛЬЕФ**

 Денудационная равнина на складчатом основании (1 – Донецкий кряж; ранний мел-квартер)


**ЭРОЗИОННО-ДЕНУДАЦИОННЫЙ РЕЛЬЕФ**

**Внеледниковая область**

 Эрозионно-денудационная пластовая пологоволнистая, полого-холмистая, холмисто-грядовая равнина (2а – Среднерусская возвышенность, 2б – Восточно-Донская гряда; неоген-квартер)


 Эрозионно-денудационная пластовая пологоувалистая, полого-холмистая равнина (3 – Доно-Донецкая возвышенная равнина; квартер)

**Ледниковая область**


 Эрозионно-денудационная пластовая пологоволнистая, полого-холмистая, холмисто-увалистая, местами грядовая равнина, перекрытая маломощными ледниковыми образованиями (4а – юго-восточный склон Среднерусской возвышенности, 4б – Калачская возвышенность; неоген-квартер)

**АККУМУЛЯТИВНЫЙ РЕЛЬЕФ**

**Ледниковый**


 Моренная низменная плоская и пологоволнистая равнина донского возраста (ранний неоплейстоцен)

**Водно-ледниковый**




 Флювиогляциальная низменная пологоволнистая, местами возвышенная полого-холмистая равнина позднедонского возраста (ранний неоплейстоцен)

**ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫЙ РЕЛЬЕФ**

**Аллювиальный**

 Террасированные равнины (неоплейстоцен-голоцен)

**ФОРМЫ РЕЛЬЕФА**

-  оползни
-  карст
-  суффозионно-просадочные западины

**ПРОЧИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**



-  граница типов рельефа
-  предполагаемая граница донского оледенения

Рис. 11. Геоморфологическая схема.



---

---

## ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Площадь работ расположена в области развития пластово-моноклинальных цокольных эрозионно-денудационных, а также аккумулятивных равнин. Крупные формы рельефа представлены увалисто-холмистыми возвышенностями и разделяющими их низменностями (рис. 11). Выделяются следующие генетические типы рельефа: денудационный, эрозионно-денудационный, аккумулятивный и эрозионно-аккумулятивный. При этом наибольшие площади на территории листа занимает эрозионно-денудационный рельеф.

*Денудационный рельеф* представлен Донецкой возвышенностью (Донецкий кряж). Здесь водораздельные пространства заняты древней поверхностью выравнивания, выработанной на складчатых породах карбона. Более молодые отложения, за исключением четвертичных, почти нацело эродированы. Чехол четвертичных отложений в свою очередь либо также отсутствует, либо настолько маломощный, что не может замаскировать особенностей мезорельефа этой ПВ. Последний же характеризуется широким развитием гряд и грив различных размеров, обусловленных наличием в составе субстрата устойчивых к выветриванию пластов известняков и песчаников. Относительная высота гряд от нескольких метров на междуречьях до 20–30 м на склонах, длина – от нескольких сот метров до десятков километров. Направление гряд совпадает с направлением складчатости. Максимальные отметки высот этой поверхности выравнивания достигают от +320 до +350 м вблизи г. Гуково. В восточном и северном направлениях они снижаются до +180–200 м и +120–140 м соответственно. Возраст поверхности выравнивания определяется как раннемеловой (возможно, позднеюрский–раннемеловой) на основании наличия в ряде районов (в частности, в Тацинском и Белокалитвенском) сохранившихся фрагментов раннемеловой коры выветривания, сложенной гидрагиллит-гидрослюдистыми глинами с содержанием  $Al_2O_3$  до 25–27 % [25, 38, 46].

Основные речные долины в этом районе заложены в позднем плиocene. Глубина вреза крупных долин достигает 180–200 м. Густота долинно-балочной сети – 2,4 км/км<sup>2</sup>. Овражно-балочное расчленение также весьма интенсивно – до 0,4–0,7 км/км<sup>2</sup> с глубиной вреза до 100 м. Балки имеют V-образное строение. На местах выходов песчаников и известняков наблюдаются скальные обрывы высотой до 30 м.

*Эрозионно-денудационный рельеф во внеледниковой области* представлен пологоволнистой, местами полого-холмистой равниной неоген-четвертичного возраста, развитой на Среднерусской возвышенности и в западной части Восточно-Донецкой гряды. Максимальные высотные отметки водоразделов

достигают +235–275 м. Рельеф выработан в верхнемеловых и палеогеновых породах. По степени эрозионной переработки на Среднерусской возвышенности в пределах рассматриваемого листа выделяются три района [18].

Первый район охватывает междуречья Оскола, Северного Донца, Псела, Сейма, Тима, а также бассейны р. Воскла и нижнего течения р. Оскол. Он характеризуется сильным эрозионным расчленением (1,2–1,6 км/км<sup>2</sup>) и преобладанием молодых эрозионных форм. Вертикальное расчленение поверхности – от 50–70 до 100–110 м. Рельеф отличается узкими (0,5–2 км) извилистыми водоразделами, часто расчлененными верховьями балок до отдельных уплощенных возвышенностей. Характерно широкое развитие овражно-балочной сети. Наибольшая эрозионная деятельность проявилась в области развития песчаных отложений – растущие овраги здесь быстро ветвятся, образуя веерообразные системы.

Второй район занимает бассейны рек Олым, Северный Донец, Оскол, междуречье верховьев Тихой Сосны и Черной Калитвы. Здесь эрозионное расчленение в среднем составляет 0,6–0,8 км/км<sup>2</sup>. Глубина вреза речных долин 50–70 м, балок – 30–40 м. Водораздельные пространства пологоволнистые, плоские, сложены с поверхности опоками и песчано-глинистыми отложениями. Склоны водоразделов густо расчленены активно развивающимися промоинами, оврагами, балками. Долины рек узкие, спрямленные, сопровождающиеся полным комплексом террас.

Третий район охватывает главный водораздел бассейнов рек Днепр и Дон, бассейны рек Сейм, Ворскла, Тим, Кшень, Донская Сеймица, нижнего течения Олыма. Эрозионное расчленение слабое 0,2–0,7 км/км<sup>2</sup>. Глубина вреза долин 30–35 м, балок – 10–15 м. Район отличается пологоволнистыми, почти плоскими водоразделами, сложенными песками плиоцена и олигоцена. Небольшая амплитуда колебаний высот обусловила слабую расчлененность. Реки имеют небольшой уклон, хорошо разработанные долины с ясно выраженной поперечной асимметрией. Балки протяженные, в их устьях часто отмечаются надпойменные террасы. Молодые овраги встречаются редко.

Восточно-Донская гряда выделяется на юго-востоке Среднерусской возвышенности. Эта гряда в пределах листа протягивается субшироко. С севера она ограничена долиной р. Дон, а с юга – долиной р. Чир. Гряда четко асимметрична в поперечном профиле – гребень водораздела между Доном и Чиром резко смещен в сторону Дона. Северный склон ее уступом в 70–100 м круто обрывается к долине Дона, а южный – слабо наклонен в сторону Чира. Поверхность гряды в целом представляет собой возвышенную полого-холмистую равнину, наклоненную к югу и юго-востоку с преобладанием абсолютных отметок высот плюс 150–200 м. Наибольшую площадь в пределах гряды занимают плоско-волнистые водораздельные пространства, вытянутые субмеридионально. Относительное превышение гребня гряды над урезом Дона достигает 200 м.

Между Восточно-Донской грядой на севере и Донецкой денудационной возвышенностью на юге расположена полого-холмистая и увалистая Доно-Донецкая возвышенная равнина четвертичного возраста, слабо наклоненная к югу и имеющая абс. выс. плюс 200–230 м на севере и плюс 148–187 м на юге. Минимальные высотные отметки приурочены к долинам рек Северный

Донец (плюс 15–25) и Быстрая (+21). Перепады высот составляют 150–200 м. С поверхности равнина сложена песчано-глинистыми отложениями палеогена. Большую часть площади здесь занимают плоские, иногда полого-выпуклые водоразделы, глубоко расчлененные балками. Наибольшее расчленение отмечается на юге в нижнем течении р. Быстрая. Склоны водоразделов выпуклые. Склоны рассматриваемой равнины изрезаны относительно густой сетью балок с корытообразным поперечным профилем в области развития неогеновых и четвертичных отложений, реже встречаются V- и каньонообразные долины балок с крутыми склонами. Глубина вреза балок местами достигает 25–30 м.

*Эрозионно-денудационный рельеф в области донского оледенения* распространен на юго-восточном склоне Среднерусской возвышенности и на Калачской возвышенности, которая оформилась в послеледниковое время, когда она была отрезана Доном от основного массива Среднерусской возвышенности. Здесь развита возвышенная неоген-четвертичная (доледниковая) равнина, перекрытая маломощными, фрагментарно распространёнными отложениями донского оледенения. Поверхность равнины пологоволнистая, полого-холмистая, холмисто-увалистая, местами грядовая, с абс. выс. плюс 180–268 м. Минимальные отметки приурочены к долинам Дона (+72 м) и Хопра (+63 м). Перепад высот достигает 150–190 м. Основным фактор, определивший развитие равнины – это близкое к поверхности залегание коренных пород: субгоризонтальное на Среднерусской возвышенности и полого наклоненное к юго-востоку на Калачской возвышенности. В неоплейстоцене эта территория была перекрыта ледником, оставившим после себя маломощную морену, в последующем почти целиком уничтоженную.

Водоразделы в плане имеют вид узких полос шириной 1–5 км, часто расчлененных эрозионной сетью. Преобладают склоны прямые и выпуклые. Густота эрозионной сети достигает 1,5–2 км/км<sup>2</sup>. Глубины вреза балок 40–60 м, рек 90–170 м. Балки осложнены большим количеством активно растущих оврагов, типичны глубокие донные врезы. Овраги короткие и глубокие, вскрывающие коренные породы и, в зависимости от литологии последних, имеют в продольном профиле уступы, а в поперечнике V-образный профиль и крутые обрывистые склоны. Особенно интенсивно расчленены правые берега рек Дон, Хопер, Девица. Долины рек в основном сравнительно узкие, со слабовыраженной асимметрией, глубоко врезаны в дочетвертичные породы, мощность аллювия не велика [18].

*Аккумулятивный рельеф* представлен моренной и флювиогляциальной равнинами. Первая из них располагается на севере и северо-востоке листа и сформировалась на периферии донского ледникового языка. Здесь преобладают широкие (7–8 км) субгоризонтальные плоские и пологоволнистые низменные водораздельные поверхности с абс. отм. плюс 150–170 м. Сравнительно небольшое превышение водоразделов над уровнем рек (50–60 м) не способствует интенсивному развитию эрозионной сети, и поэтому ее густота здесь составляет 0,2–0,8 км/км<sup>2</sup>. Редкие балки отличаются большой протяженностью, выположенными формами, незначительной глубиной вреза – не выше 25 м. Моренная равнина осложнена мореной напора, выделяемой по правобережью р. Токай и являющейся южным продолжением меридиональной Суrensкой гряды, находящейся к северу от рассматриваемого листа.

Область распространения донской морены – это зона плохо выраженного ледникового рельефа, переработанного делювиально-солифлюкционными и эрозионными процессами и превращенного во вторичную моренную равнину. Ледник был удален от центра оледенения, имел малою мощность и поэтому оказал слабое воздействие на субстрат, а переработка созданного им рельефа экзогенными процессами была продолжительной.

Флювиогляциальный рельеф представлен низменной пологоволнистой равниной позднедонского возраста, в создании которой главную роль играли потоки талых ледниковых вод во время отступления ледника, а также озами и камами времени его максимального развития. Равнина занимает водоразделы второго порядка с абс. выс. плюс 150–175 м на севере и северо-востоке территории листа. Распространена спорадически. Сложена надморенными флювиогляциальными песками, перекрытыми маломощными покровными суглинками. Равнина отличается мягкими формами рельефа, расчленена неглубокими лощинами с заболоченными днищами и задернованными склонами.

На междуречье Дона и Воронежа и дальше к югу до долины р. Дон в районе г. Лиски прослеживается сравнительно узкий (8–10 км), но протяженный вал озав относительной высотой 25–30 м. Характерная особенность вала – слабая расчлененность поверхности и почти полное отсутствие покровных суглинков.

*Эрозионно-аккумулятивный рельеф* имеет аллювиальный генезис и приурочен к долинам рек. На рассматриваемой территории большинство рек имеет субмеридиально ориентированные долины с крутыми излучинами и асимметрией поперечного профиля: правый склон долины крутой, местами с входами коренных пород, а левый – пологий, с полным спектром террас и относительно мощным чехлом делювия. Речные долины формировались в течение плиоцена и квартера и имеют богатую историю, выраженную лестницей террас.

Наиболее древние – **IV надпойменные террасы**, датируемые средним плейстоценом, отмечены по левобережью рек Дон, Хопер, Битюг, Воронеж и некоторых других. В рельефе выражены очень плохо, уступ над III террасой сглажен, бровка размыта. Для них характерно наличие мощного чехла делювиальных образований, маскирующих тыловой шов. Относительная высота колеблется от 40 до 80 м, а ширина достигает 20–23 км. Эта терраса является цокольной либо эрозионной. Ее поверхность сравнительно ровная, пологоволнистая, плавно сливающаяся с водораздельными равнинами. Терраса сложена перигляциальным аллювием, что позволяет связывать ее образование со временем максимального распространения московского оледенения. Относительно уверенно она выделяется по Дону на севере территории, где ее бровка прослеживается на абс. отм. 150–155 м.

Третья надпойменная терраса, также относимая к среднему неоплейстоцену (позднемосковское время), выделяется в долинах рек Дон, Северный Донец, Хопер, Битюг и др. Морфологически выражена слабо, часто плавно сливается с четвертой террасой либо незаметно переходит в водораздельные равнины. По Дону терраса относительно хорошо выражена в районе г. Воронеж, где является цокольной. Здесь абсолютная высота террасы составляет плюс 130–135 м с превышением над урезом воды до 55–60 м, а ширина

достигает 2,5–3 км. Вниз по течению реки ее абсолютная высота опускается до +100 м, при этом терраса становится аккумулятивной. По рекам Савала, Хопер, Елань абсолютные отметки поверхности террасы достигают +123 м, ширина выходов варьирует от 0,6 м до 1,0 км, а превышение над урезом воды составляет для р. Елань 45 м, для р. Савала – до 30 м, для р. Хопер – до 60 м. На юге территории работ по р. Северный Донец третья надпойменная терраса сохранилась только на левом берегу вблизи пос. Коксовый. Это эрозионная терраса практически без аллювиального чехла, выработанная в коренных породах. Абсолютная отметка бровки террасы составляет плюс 70–72 м, а превышение над урезом воды достигает 53–55 м. При этом в верхнем течении Северного Донца эта терраса является аккумулятивной.

Вторая надпойменная терраса развита на всех крупных реках территории работ и в большинстве их притоков, ее возраст принят как поздненеоплейстоценовый. Ее ширина обычно не превышает 8–10 км, за исключением места впадения р. Хопер в Дон – здесь она достигает 20–25 км. В рельефе вторая терраса выражена значительно лучше, чем третья и тем более четвертая террасы, хотя тыловой шов может быть прослежен далеко не всегда. В долине Дона на севере площади работ (лист М-37-IV) выделяют три уровня второй террасы с относительными превышениями 25–30, 20–25 и 15–20 м, а абсолютные отметки бровки составляют плюс 107–125 м. Вниз по течению абсолютные высоты бровки второй террасы Дона снижаются до плюс 80–88 м. В долинах рек Битюг, Савала, Хопер, Ворона абсолютные отметки второй террасы вниз по течению в пределах площади работ снижаются с плюс 110–115 до плюс 100–105 м. На этих реках отмечается наличие двух уровней второй террасы с относительными высотами 25–40 и 14–27 м. При этом высокий уровень – обычно цокольный, а низкий либо цокольный, либо аккумулятивный. Цоколь сложен меловыми и палеогеновыми отложениями. На юге площади листа вторая надпойменная терраса повсеместно является аккумулятивной. В долине р. Северный Донец абсолютные отметки ее бровки составляют плюс 37–45 м, а в долине р. Калитва плюс 52–55 м. Абсолютные отметки бровки террасы в долине р. Глубокая сверху вниз по течению снижаются с плюс 40–42 до плюс 25–28 м. В среднем течении р. Быстрая терраса непрерывной полосой протягивается по левому берегу практически на всем протяжении реки, при этом абсолютные отметки бровки террасы сверху вниз по течению реки снижаются с плюс 73–75 до плюс 42–45 м.

Первая надпойменная терраса развита почти на всех реках на всем их протяжении и выделяется наиболее уверенно. Она датируется также поздним неоплейстоценом. От поймы первая надпойменная терраса обычно отделена четко выраженным уступом высотой 4–10 м. Относительное превышение над урезом воды в среднем составляет 7–15 м, достигая 20–25 м в долине р. Хопер. Очень часто эта терраса сохраняет черты мезорельефа первичной поймы: фрагменты отмерших стариц, остатки прирусловых валов, реликтовые русла и др. Ширина ее колеблется от нескольких сот метров до 4–6 км, а местами (р. Дон) и до 20 км. В подавляющем большинстве случаев эта терраса аккумулятивная, хотя местами встречаются цокольные или эрозионные участки. В долине р. Дон первая терраса на севере территории (М-37-IV) имеет абс. отм. плюс 100–110 м, снижаясь до плюс 70–75 м у восточной границы

(М-37-XXIV). В ряде мест по Дону выделяют два уровня террасы с относительными высотами 10–15 и 5–7 м. Абсолютные отметки бровки первой террасы на реках Савала, Хопер, Елань достигают плюс 100–105 м. На юге площади работ абсолютные отметки бровки первой надпойменной террасы в долинах таких рек как Северный Донец составляют плюс 23–33 м. Глубокая – плюс 28–45 м, Калитва – плюс 26–28 м. На р. Быстрая они снижаются вниз по течению с +82 до +22 м.

Пойма широко развита по всем рекам территории и обычно характеризуется хорошей выраженностью тылового шва и бровки. Ее ширина на основных реках составляет в среднем 2–4 км, достигая 15 км в долине среднего течения Дона и нижнего течения Хопра, а превышение над урезом воды достигает 7–8 м. Обычно выделяют два уровня поймы: низкий и высокий с отн. выс. 0,5–4 и 5–8 м соответственно. Поверхность поймы в основном почти горизонтальная, неровная, с многочисленными старицами, протоками, озерами, ериками, часто заболоченная. Пойма практически повсеместно аккумулятивная, датируется голоценом.

Хозяйственная деятельность человека становится все более существенным фактором в создании современного облика рельефа. Здесь следует отметить такие направления этой деятельности как добыча полезных ископаемых, особенно открытым способом, занятие обширных площадей под отвалы и терриконы, распашка земель, прокладка дорог и водных каналов и т. д. Зачастую эта деятельность обуславливает появление и (или) активизацию геологических процессов, неблагоприятно влияющих на окружающую среду. Так, например, сплошная распашка земель, проводимая обычно с нарушением технологии землепользования и несоблюдением мер землезащиты, способствует оврагообразованию, деградации почв, развитию ветровой эрозии и появлению пыльных бурь. К серьезным изменениям в режиме подземных вод в верхних горизонтах осадочного чехла и соответственно в структуре и качестве растительности приводят создание крупных карьеров, отсыпка обширных отвалов и т. д. Такая деятельность человека активно способствует уничтожению мезо- и микроформ естественного рельефа и затрудняет изучение и восстановление его первичного облика.

---



---

---

## ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

На рассматриваемой территории полезные ископаемые установлены как в породах кристаллического фундамента, так и в образованиях осадочного чехла. За исключением района КМА фундамент в пределах площади листа изучен слабо, но не смотря на это в нем открыты месторождения железных и медно-никелевых руд, бокситов, апатита, графита, выявлены проявления молибдена, свинца, цинка, хрома, золота, урана и др. В свою очередь в осадочном чехле выявлены месторождения и проявления нефти и газа, бокситов и железных руд, марганца, фосфоритов, золота и титана, а также многочисленные месторождения строительных материалов и другого нерудного сырья.

## ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Эта группа представлена месторождениями горючего газа и каменного угля, а также нефтяными и нефтегазовыми проявлениями.

**Газ горючий.** Южная часть территории работ располагается в Северо-Донбасском газоносном районе Днепрово-Донецкой газонефтеносной области Днепрово-Припятской нефтегазоносной провинции. Здесь выявлено 12 месторождений природного газа, в их числе Терновское (V-5-20), Глубокинское (VI-5-12), Астаховское (VI-5-21), Скосырское (VI-6-20), Северо-Белянское (VI-6-25), Морозовское (VI-6-51) и газоконденсатное – Патроновское (V-4-4). Газоносность связана с продуктивными пластами среднего карбона, за исключением Скосырского месторождения, чья газоносность связана с верхним карбоном. Тип залежей пластовый сводовый, реже пластовый. Состав свободного газа всех месторождений метановый. Содержание метана от 71 % (Скосырское) до 93,8 % (Морозовское). Газ содержит попутные компоненты: этан – от сотых долей процента до 7,68%; пропан – от 0,08 до 2,16%; изобутан – от 0,02 до 0,74%; пентан – до 0,06%; гелий – до 0,66%; азот – от 4 до 19,8%; CO<sub>2</sub> – от сотых долей процента до 1,6%. Месторождения мелкие, совокупные запасы по состоянию на 1.01.2004 г. оцениваются по категории С<sub>1</sub> в 1268 млн м<sup>3</sup>, по С<sub>2</sub> в 1439 млн м<sup>3</sup>. Все месторождения находятся в резерве [18, 157]. Более подробная характеристика месторождений приведена в табл. 8.

## Характеристика газовых месторождений

Месторождения, региональные горизонты и подгоризонты	Тип залежи*	Литология коллектора**	Общая мощность, м	Глубина кровли, м	Абсолютная отметка ВНК	Пористость открытая, %	Начальные	
							Т °С	Давление, МПа
<b>Скосырское:</b>								
Дорогомиловский	ПСЛЭ	К	0–8,4	570	–440	5	22	5,2
Хамовнический	ПСЛЭ	П	10,0	855	–750	12,6	25	6,5
Кревякинский-1	ПС	К	22–28	1103	–1160	6,0	37	10,8
Кревякинский-2	ПС	К	34,8	1204	–1117	9,0	37	10,8
<b>Морозовское:</b>								
Мячковский-1	ПСТЭ	К	12,8	760	–669,7	2,5	27	–
Мячковский-2	ПСТЭ	К	26,8	710	–664,7	2,4	27	–
<b>Северо-Белянское:</b>								
Мячковский	ПСЛЭ	П	8–10,0	954	–842	15,0	28	90 атм
Каширский	ПСТЭ	АР	10–20	1676	–1602	8,2	–	–

\*Типы залежей: ПС – пластовые; ПСЛЭ – пластовые; литологически экранированные; ПСТЭ – пластовые, тектонически экранированные.

\*\*Литологические типы коллекторов: К – карбонатные, П – песчаники, АР – аргиллиты.

**Уголь каменный.** В границах листа в настоящее время установлено 111 угольных месторождений, входящих в состав семи углепромышленных районов Донецкого угольного бассейна. В настоящее время эксплуатируется только 37, а остальные находятся в резерве или были выведены из эксплуатации еще в начале 1990-х годов в связи с резким ухудшением экономической ситуации в стране. Способ отработки всех месторождений – подземный с глубиной отработки до 550 м. Петрографический состав углей отличается однородностью и представлен в основном клареновыми разностями, реже кларен-дюреновыми с преобладанием гелиофицированного вещества (до 70–90%).

По степени метаморфизма угли относятся к разным технологическим маркам – от антрацитов (А) до бурых и длиннопламенных (БД). Преобладают угли марок К, Ж, ОС, Т. Коксующиеся угли установлены в Каменско-Гундоровском, Белокалитвенском и Тацинском угленосных районах. Запасы приняты по категориям А+В+С<sub>1</sub> в объеме 3170 млн т и по категории С<sub>2</sub> – 1966 млн т [120, 154].

1. Миллеровский угленосный район приурочен к Миллеровскому выступу и Северо-Донецкой синклинали. Угленосность связана с отложениями смоляниновской, белокалитвенской и каменной свит, при этом основной является каменная свита. Средняя мощность большинства угольных пластов обычно не превышает 0,35 м, сернистость – от 2,6 до 5,4%, зольность – 5,3–40,0%, выход летучих 39,4–54,0%. Запасы по категории С<sub>2</sub> составляют 1130 млн т.

2. Каменский угленосный район находится в полосе мелкой складчатости (южная часть) и в Междувиговой зоне (северная часть). Промышленная угленосность приурочена к смоляниновской, белокалитвенской, каменной, алмазной и горловской свитам. Сернистость 1,5–3,5%, зольность 2,0–40,0%, выход летучих 1,5–46,2%. Запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> оценены соответственно в 832 и 482 млн т.

3. Белокалитвенский угленосный район расположен в северной полосе мелкой складчатости. В районе развиты крупные синклинали – Белокалитвенская, Жироновская и др., а также мелкие узкие антиклинали. Промышленная угленосность приурочена к белокалитвенской, каменной, алмазной и горловской свитам. Сернистость углей составляет 0,1–8,0%, зольность – 5,5–39,1%, выход летучих – 1,5–36,9%. Запасы, учтенные Госбалансом, по категориям А+В+С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>, составляют соответственно 165 и 20 млн т.

4. Тацинский угленосный район также находится частично в зоне мелкой складчатости, а частично на восточном продолжении погребенной под мезо-кайнозойем зоны обособленных брахисинклиналей. Основная угленосность связана со белокалитвенской и каменной свитами. Сернистость углей 2,0–3,7%, зольность 5,0–40,0%, выход летучих 11,0–36,9%. Запасы, учтенные по категориям А+В+С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>, оценены соответственно в 243 и 26 млн т.

5. Краснодонецкий угленосный район приурочен преимущественно к одноименной синклинали и сопредельным с ней структурам. Промышленная угленосность приурочена к белокалитвенской, каменной и горловской свитам. Содержание серы колеблется от 0,6 до 8,6%, зольность от 6,2 до 29,0%, выход летучих от 3,2 до 14,0%. Учтенные Госбалансом по категориям А+В+С<sub>1</sub> запасы составляют 320 млн т, а по С<sub>2</sub> – 7 млн т.

6. Гуково-Зверевский угленосный район расположен на северном крыле Сулино-Садкинской синклинали. Промышленная угленосность приурочена к каменной, алмазной и горловской свитам. Содержание серы 0,5–8,5%. Зольность 3,2–40,0%, выход летучих 2,8–6,8%. Запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> учтены Госбалансом в объеме 1610 млн т. и по категории С<sub>2</sub> – 301 млн т.

Цимлянский угленосный район приурочен к восточному продолжению Тацинской, Краснодонской и Сулино-Садкинской структур. Изучен слабо. Промышленно угленосными являются каменная, алмазная и горловская свиты. Месторождений в этом районе в настоящее время не выявлено.

**Уголь бурый.** На северо-западе листа выявлено одно проявление бурого угля (П–1-7), приуроченное к песчано-глинистым отложениям бобриковского горизонта нижнего карбона. Строение угольных пластов простое, выдержанное по залеганию и мощности, отмечается наличие пропластков углисто-глинистых пород мощностью от 0,2 до 1,5 м, мощность углей от 0,7 до 2,7 м, глубина залегания кровли варьирует от 312 до 536 м. Угли марки Б, гумусовые (содержание гумуса 30–80%) типа матовых кларено-дюреневых, часто с примесью сапропеля, использование – энергетическое. В связи с большой глубиной залегания и сложными горно-геологическими условиями эти угли в настоящее время не имеют практического значения [18].

## МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Металлические ископаемые на территории работ связаны преимущественно с нижнедевонскими образованиями и корой выветривания по ним. Они сосредоточены в основном в двух минерагенических провинциях: КМА и Эртиль-Калачской, которые разделены глубинным разломом и различны по истории геологического развития, набору метаморфических, интрузивных, вулканогенных и рудных формаций. Провинция КМА – преимущественно железорудная, тогда как Эртиль-Калачская – преимущественно никеленосная. Помимо ведущих металлов в этих провинциях имеется и ряд характерных для них сопутствующих.

Главнейшей закономерностью локализации оруденения, общей для всех полезных ископаемых нижнедевонских отложений ВКМ, является связь оруденения с длительно развивавшимися зонами глубинных разломов. В металлогеническом отношении наиболее интересны разломы, продольные к складчатым структурам, разновозрастные с данными системами, и узлы пересечения продольных разломов с крупными зонами разломов других направлений. Такие узлы являлись наиболее мобильными и благоприятными участками для проявления магматизма и гидротермальной деятельности.

## ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

**Железо.** Месторождения железных руд выявлены на западе территории. Здесь находится большая часть железорудного бассейна КМА. Промышленные железные руды представлены двумя генетическими типами:

метаморфогенными (железистыми кварцитами) и элювиальными (богатыми остаточными железными рудами). Они, несмотря на тесную генетическую и пространственную связь, различаются по форме рудных тел, минеральному составу, физическим, технологическим свойствам и генезису. На всех месторождениях железистых кварцитов в большей или меньшей мере имеются богатые железные руды. Месторождения с большими запасами элювиальных руд распространены главным образом на юго-западе территории – в Белгородском рудном районе.

В железорудном бассейне КМА распространены несколько железорудных формаций архея и протерозоя с различной продуктивностью. Верхнеархейский железорудный комплекс связан с образованиями михайловского комплекса, главным образом с его средней частью. Магнитные аномалии, фиксирующие залежи, прослеживаются в основном в периферических частях Михайловско-Белгородского и Алексеевско-Воронецкого синклиналиев и в центре Курского антиклинория. Железные руды представлены кварцитами, которые образуют пласты и линзы протяженностью 0,5–5 км, реже до 15 км при ширине до 700 м. Наименьшие глубины залегания – 130–210 м – отмечены в центральной части Курского антиклинория. Железистые кварциты переслаиваются со сланцами, амфиболитами, гнейсами, гранито-гнейсами, лептитами. Содержание железа общего – 20–45 %, магнетитового – 10–35 %. Железистые кварциты легкообогатимы; выход концентрата – 42,2 % с содержанием железа 66 %. Промышленное значение этих руд незначительно, но некоторые залежи, расположенные вблизи разрабатываемых месторождений курской серии, могут представлять практический интерес.

Нижнепротерозойские месторождения железистых руд являются основной сырьевой базой черной металлургии Европейской части России. Все крупные месторождения КМА связаны с курской серией (коробковская свита). Рудоносные горизонты представлены линейно-вытянутыми в северо-западном направлении крутопадающими пластообразными, сравнительно выдержанными по простиранию залежами железистых кварцитов. Они локализируются в основном в синклинальных структурах. Выходы железистых кварцитов на докембрийскую эрозионную поверхность показаны на карте полезных ископаемых. Железистые кварциты залегают согласно с вмещающими породами и простираются на десятки километров при мощности до 500 м. Глубина погружения их, по геофизическим данным, составляет 2–3 км. Выходя под осадочный чехол, они образуют рудные полосы шириной до 800 м (месторождения полосового типа). В пределах брахисинклиналей и периклинальных частей складок поля железистых кварцитов расширяются до 3 км и более (месторождения площадного типа).

Главные породообразующие минералы железистых кварцитов – кварц, магнетит, железная слюдка. По минеральному составу среди кварцитов различают: магнетитовые, железнослюдково-магнетитовые, магнетито-железнослюдковые, силикатно-магнетитовые и железистые алюмосиликатные сланцы. Для них характерна минералогическая зональность от периферии к центру продуктивной толщи: от безрудных и малорудных через силикатно-магнетитовые и магнетитовые к железнослюдково-магнетитовым и магнетит-железнослюд-

ковым разностям. Эта закономерность связана со сменой менее глубоководных окисно-закисных фаций на бортах синклиналиев (силикатно-магнетитовые и магнетитовые кварциты) более глубоководными окисными фациями в осевых зонах синклиналиев (железнослюдково-магнетитовые кварциты). В этом же направлении происходит и увеличение мощности железорудной толщи. Максимальное содержание магнетитового железа приурочено к промежуточным структурно-фаціальным зонам, где сохранены большие мощности рудоносной толщи и преобладает закисно-окисная фация с преимущественным развитием магнетитовых кварцитов. К этим зонам и приурочена группа очень крупных месторождений.

Железистые кварциты имеют слоистую текстуру, обусловленную переслаиванием рудных и безрудных прослоев различной мощностью. При этом тонкополосчатые текстуры (менее 5 мм) свойственны гематитсодержащим, среднеполосчатые (5–10 мм) – магнетитовым, грубополосчатые (более 10 мм) – силикатно-магнетитовым и малорудным разностям. Содержание железа в кварцитах изменяется от 15–25% в силикатно-магнетитовых до 32–50% в магнетитовых. В среднем по месторождениям содержание железа – 32–38% при  $\text{SiO}_2$  – 35–45%. Разные минеральные типы железистых кварцитов имеют разные технологические свойства. Наиболее легко обогащаются магнетитовые кварциты. Выход концентрата также зависит от минерального типа кварцитов и варьирует от 32–35% до 42–47%.

На большинстве месторождений железистые кварциты в верхней части подвергнуты выветриванию. Глубина зоны окисления даже на одном месторождении изменяется от нескольких метров до нескольких сот метров. В ней происходит замещение магнетита мартитом, накладывается карбонатизация. В зоне окисления содержание железа в кварцитах повышается на 1–2%, но при этом окисленные кварциты трудно поддаются обогащению. Вверх по разрезу окисленные кварциты переходят в рыхлые остаточные железные руды, еще выше сменяющиеся плотными за счет сидеритизации.

Кроме железистых кварцитов курской серии на юго-западе территории (Михайловско-Белгородская зона) железистые кварциты выявлены в оскольской серии. Рудные тела представлены пластами и линзами длиной до 14 км и мощностью до 150 м, залегающими на глубине 400 м и более. Железистые кварциты здесь магнетитовые, гематит-магнетитовые, карбонат-магнетитовые и карбонат-силикат-магнетитовые. Они труднообогатимы и самостоятельно-практического значения в настоящее время не имеют, но с ними бывают связаны богатые элювиальные залежи.

Элювиальные железные руды являются латеритной корой выветривания железистых кварцитов курской, реже оскольской серии. Они залегают плащеобразно на «головах» железистых кварцитов. Тела элювиальных руд в отличие от железистых кварцитов имеют неровные верхние и нижние границы. По минеральному составу среди них различают мартитовые и магнетитовые, железнослюдково-мартитовые, хлорито-мартитовые и гидрогоематито-мартитовые, гидрогоематито-гидрогоематитовые. Содержание железа в этих рудах составляет 50–64%. Наиболее высокие концентрации (59–64%) характерны для мартитовых и железнослюдково-мартитовых руд.



Как железистые кварциты, так и элювиальные руды содержат повышенные концентрации германия и золота (см. разделы «Германий» и «Золото» настоящей главы).

На площади листа выделено два железорудных района, соответствующих двум полосам магнитных аномалий северо-западного простирания, к которым приурочены все промышленные месторождения железных руд. Северо-восточной полосе отвечает Оскольский рудный район (Алексеевско-Воронецкая минерагеническая зона), юго-западной – Белгородский рудный район (Михайловско-Белгородская зона). Оскольскому рудному району отводится главенствующая роль в промышленном комплексе КМА. На его базе работает Оскольский металлургический комбинат. На месторождениях разведаны и эксплуатируются как железистые кварциты, так и элювиальные руды. При этом последние в значительной степени уже отработаны, и ближайшие перспективы КМА связаны с добычей железистых кварцитов, которые позволяют получить концентрат с содержанием железа до 70% и выявлением месторождений для открытой отработки. В этом рудном районе сосредоточена основная масса легкообогатимых железистых кварцитов.

Белгородский рудный район по интенсивности оруденения, степени сохранности руд от эрозии, морфологии залежей благоприятно отличается от других районов КМА. Он является уникальным по запасам и качеству железных руд. Для него характерно наличие мощной коры выветривания, развитой по породам нижнего докембрия и залегающей под каменноугольными отложениями. С этой корой выветривания связаны крупнейшие месторождения остаточных железных руд и бокситов, но залегают они на глубинах свыше 350 м. Большая часть разведанных в этом районе месторождений является боксито-железорудными. Все выявленные здесь месторождения пока не разрабатываются [81, 95, 96, 132, 134, 169].

**Марганец.** На территории работ установлены два проявления и несколько пунктов минерализации. На первом проявлении – Тимское (I-2-37) марганцевание связано с гондитоподобными породами. Мощность марганцевоносной толщи достигает 120 м, а среднее содержание  $MnO_2$  – до 24,2%. На втором проявлении – Сергеевское (III-4-8) минерализация приурочена к терригенным и вулканогенно-осадочным породам среднего и верхнего девона. Глубины залегания марганцевоносных толщ составляют 68–150 м, а содержания  $MnO_2$  – свыше 1%. Прогнозные ресурсы марганцевых руд территории оценены в 1651 млн т по категории  $P_3$  [95, 96, 133].

**Хром.** Хромитовое оруденение выявлено на двух проявлениях в образованиях нижнего докембрия ВКМ и связано с гипербазитами. Мантуровское проявление (I-2-60) расположено в Алексеевско-Воронецкой зоне КМА и приурочено к серпентинизированным перидотитам сергиевского комплекса. Содержания  $Cr_2O_3$  колеблются от 0,1 до 24,4%. Второе проявление – Восточно-Садовское (I-5-19) находится в Эртиль-Калачской провинции. Оруденение образует зоны, обогащенные хромшпинелидами в серпентинизированных гарцбургитах в лежащем боку интрузии мамонского комплекса. Содержание  $Cr_2O_3$  здесь составляет 0,1–2,5%. Кроме того, в ряде пунктов

минерализации повышенные содержания хрома (до 0,95%) сопутствуют никелевому оруденению [18].

**Титан.** Титановое оруденение на территории имеет эндогенное и экзогенное происхождение. Эндогенная минерализация выявлена в габброидах ВКМ. Экзогенное оруденение связано с прибрежно-морскими титано-циркониевыми россыпями древних бассейнов седиментации.

Эндогенное оруденение представлено единственным пунктом минерализации Моховское (I-5-30), расположенным в Эртиль-Калачской минерагенической провинции. Здесь вкрапленная ильменит-магнетитовая минерализация отмечена в амфиболизированных габбро мамонского комплекса. Содержание  $TiO_2$  составляет 1–1,5%.

**Россыпи.** Хотя повышенные содержания ильменита, рутила, циркона отмечены в песчаных отложениях почти всех стратиграфических подразделений геологического разреза площади работ, но перспективными на обнаружение титан-циркониевых россыпей являются только отложения верхнего девона (коми надгоризонт) и палеоцена–нижнего миоцена (полтавский надгоризонт). Они имеют сходное строение продуктивных толщ и рудных пластов, обусловленное особенностями их формирования в береговой зоне моря. Это мелко- и тонкозернистые пески, хорошо отсортированные, с высоким содержанием минералов тяжелой фракции (до нескольких сот  $кг/м^3$ ). Оруденение характеризуется неравномерным распределением минералов (содержание тяжелой фракции по рудному пласту колеблется от 0,05 до 1,87%, редко до 5%). При этом наиболее перспективны отложения полтавского надгоризонта, т. к. именно с ними связано единственное эксплуатируемое месторождение, расположенное на Украине в Днепропетровской области. К этим отложениям приурочена и Белгородская зона россыпей шириной 20–30 км и длиной до 120 км, для которой прогнозные ресурсы  $TiO_2$  по категории  $P_2$  оценены в размере 21,3 млн т, а  $ZrO_2$  – 6,1 млн т. Горнотехнические условия россыпей

Таблица 9

### Характеристика титановых рудных объектов

Наименование объекта	Индекс на карте	Категория прогноза	Рудо-вмещающие отложения	Глубина прогноза, м	Площадь, $км^2$	Прогнозные ресурсы, млн т	
						$TiO_2$	$ZrO_2$
Обоянский МР	3.1		Полтавский надгоризонт				
Высоконовский У	3.1.1	$P_2$		12	66	3	–
Истобнянский РУ	3.1.2	$P_1$		20	135,3	9,9	3,6
Бутовский РУ	3.1.3	$P_1$		20	172,8	6,4	2,5
Борисовский РУ	3.1.4	$P_2$		22	70,5	2	–
Павловский МР	3.2		Коми надгоризонт				
Лосевский РУ	3.2.1	$P_2$		50	30	3,6	–
Павловский РУ	3.2.2	$P_2$		30	60	13,2	–
Нижнемамонский РУ	3.2.3	$P_2$		50	80	20	–

благоприятны – они залегают неглубоко от поверхности, но поскольку площади их распространения приходится на водоразделы, которые заняты сельскохозяйственными угодьями, то их эксплуатация проблематична.

На юго-востоке Воронежской антеклизы в образованиях коми надгоризонта выделен Павловский титаноносный россыпной район. Здесь продуктивные отложения приурочены к береговой зоне моря ястребовского времени. При этом максимальные концентрации титановых минералов отмечаются в вулканогенно-осадочных и туфогенных отложениях. Глубина залегания продуктивных толщ изменяется от 12–25 м на склонах локальных поднятий до 70 м и даже до 200 м по мере погружения фундамента. Содержание тяжелой фракции очень неравномерно – от 0,7–1,0 до 60%. Прогнозные ресурсы района по категории  $P_2$  оценены в размере 35,8 млн т  $TiO_2$  (табл. 9) [18, 133, 168].

### ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

**Медь.** Медное оруденение встречено в породах нижнего докембрия ВКМ. Оно относится к медно-кварц-сульфидной формации и установлено на нескольких проявлениях и пунктах минерализации. Оруденение приурочено к системам трещиноватости и представлено вкрапленностью и, реже, мелкими гнездами и прожилками сульфидов. Мощность зон сульфидизации 0,2–1,0 м. Содержание меди от 0,2–0,4% в пунктах минерализации до 1,6% на проявлениях. Промышленного значения не имеет [95, 96 133, 134].

**Никель.** На территории Воронежского кристаллического массива (ВКМ) широко проявлен докембрийский мафит-ультрамафитовый магматизм, с которым генетически и пространственно связаны месторождения сульфидных платиносодержащих медно-никелевых руд.

В минерагенической провинции КМА мафит-ультрамафитовые образования представлены коматиитами александровской серии и интрузиями архейской сергиевской габбро-дунит-перидотитовой ассоциации, нижнепротерозойским золотухинским габбро-перидотитовым комплексом и габбро-долеритами смородинского комплекса, в которых отмечаются повышенные содержания никеля (I-1-50; II-1-8, 22, 26, 34, 42). Значимых проявлений медно-никелевых руд в КМА в настоящее время не выявлено, и вероятность обнаружения здесь промышленных объектов невелика.

Все известные в районе перспективные проявления сосредоточены в Эртиль-Калачской минерагенической провинции, где выявлено четыре месторождения, а также большое количество проявлений и пунктов минерализации.

Платиноносные медно-никелевые руды связаны с раннепротерозойскими мафит-ультрамафитовыми массивами, прорывающими отложения воронцовской серии. Выделяются два наиболее важных типа руд: мамонский медно-никелевый, ассоциирующий с дунит-перидотит-габброноритами мамонской ассоциации, и еланский, существенно никелевый, приуроченный к интрузиям пироксенит-норит-диоритов еланского комплекса. В пределах провинции намечается также медно-никелевый новогольский тип, связанный с крупными интрузивами габбро-долеритов.

Мамонский тип оруденения представлен мелкими месторождениями Нижнемамонское (Ш-5-44), Подколодновское (Ш-5-64), и 16 проявлениями, большая часть которых не оценена (Астаховское, Песковатское, Петровское и др.).

В составе рудоносной формации мамонского дунит-перидотит-габброноритового комплекса выделяется несколько типов, различающихся по составу породных групп и минеральных парагенезисов, полноте дифференциации, степени рудоносности и структурному положению. Нижнемамонский тип характеризуется бесполовошпатовыми, высоко ( $MgO > 30\%$ ) и умеренно ( $MgO - 20-30\%$ ) магнезиальными, в разной степени дифференцированными ультрамафитами. Ширяевский тип представлен умеренно магнезиальными ( $MgO - 8-30\%$ ) дифференцированными амфибол-плагиоклазсодержащими мафит-ультрамафитами. Елань-Вязовский тип представляет собой достаточно крупные (40–120 км<sup>2</sup>) расслоенные мафит-ультрамафитовые массивы. К мамонской ассоциации относятся также широко развитые безрудные слабо дифференцированные интрузии габброноритов, габбро, габбро-диоритов (каменский тип). Следует отметить, что интрузии комплекса на площади листа не разбракованы по выделенным типам, что связано со слабой изученностью массивов. Изотопные датировки U-Pb методом (по циркону) пород интрузий мамонского комплекса дают абсолютный возраст в 2100–2075 ± 15 млн лет. Интрузивы этого комплекса размещаются преимущественно в западной части Воронежского прогиба.

Руды мамонского типа локализуются в небольших крутозалегающих дифференцированных массивах, главным образом перидотитового состава (нижнемамонский тип), а также в ультраосновных частях существенно габброидных массивов (ширяевский тип). Рудные тела залегают согласно расслоенности интрузивов, имеют мощность 1–15 м при протяженности от первых сотен метров до 2,5 км и прослежены на 200–300 м по падению. Руды вкрапленные, реже брекчиевидные и массивные. Преобладающие вкрапленные руды содержат от 0,5 до 1,5% Ni и 0,2–0,4% Cu. Медно-никелевые руды мамонского типа платиноносны и содержат 0,2–0,5 г/т металлов платиновой группы. Разведанные по категории С<sub>2</sub> (Нижнемамонское и Подколодновское) относятся к мелким (< 50 тыс. т Ni). Оценка прогнозных ресурсов по категории Р<sub>2</sub> выявленных рудопроявлений также показывает небольшую их перспективность (50–130 тыс. т Ni) [145].

Типичным представителем месторождений мамонского типа является Подколодновское. Оно связано с крутопадающим дифференцированным массивом ультрабазитов площадью 3 км<sup>2</sup>. Сульфидное вкрапленное медно-никелевое оруденение приурочено к слоям дунитов и горизонтам их тонкого переслаивания с перидотитами и пироксенитами. Выделяются две согласные с внутренним строением массива рудные зоны. Западная зона имеет протяженность более 1 км при мощности от 15 до 50 м. В ее пределах оруденение концентрируется в двух горизонтах: нижнем в роговообманковых перидотитах (Ni – 0,96–1,16%; Cu – 0,16–0,30%; Co – 0,09–0,11%) и верхнем в аподунитовых и апоперидотитовых серпентинитах (Ni – 1,08–1,5%; Cu – 0,03–0,10%; Co – 0,03–0,10%). Центральная рудная зона протяженностью 250–300 м приурочена к аподунитам и участкам их переслаивания с перидо-

титами и пироксенитами. В пределах зоны выделяют до девяти рудных тел мощностью от 0,2 до 8 м и протяженностью до 150 м с содержанием: Ni – 0,5%; Cu – 0,04% и Co – 0,15–0,30%. Руды месторождения платиноносны, и среднее содержание МПГ в рудах составляет 0,54 г/т.

Известные в настоящее время объекты мамонского типа характеризуются бедными содержаниями рудных элементов, небольшими запасами, и в связи с этим их освоение нерентабельно. Вместе с тем, в Канаде известно крупное промышленное никелевое месторождение Линн-Лейк, являющееся аналогом мамонского типа месторождений, что позволяет достаточно высоко оценивать его перспективность.

В пределах территории листа известны также крупные существенно габброидные малоизученные массивы мамонской ассоциации (Елань-Коленовский площадью 120 км<sup>2</sup>; Вязовский площадью 70 км<sup>2</sup>), где возможно обнаружение промышленных концентраций платиноносных медно-никелевых руд в ультрабазитах, а также платинометалльного малосульфидного оруденения стиллуотерского типа. Исследования внутреннего строения, трендов дифференциации Елань-Коленовского массива позволили установить его сходство с типичными расчлененными массивами и обосновать его высокую перспективность на малосульфидный платинометалльный тип оруденения. Об этом свидетельствуют и единичные анализы, показавшие обогащение МПГ (Pd+Pt >0,9 г/т, Au до 0,6 г/т) ортопироксенитов промежуточной зоны массива, которую можно рассматривать как «критический» горизонт локализации благородных металлов [56, 58].

Еланский тип оруденения связан с массивами пироксенит-норит-диоритовой формации и в настоящее время представлен Еланским (II-6-17) и Елкинским (II-6-29) месторождениями, рядом проявлений (Южно-Уваровское (II-6-23), Западно-Уваровское (II-6-27) и др.) и пунктов минерализации. Многочисленные (свыше 40) небольшие по размерам (от 0,3 до 15 км<sup>2</sup>) интрузивы размещаются в центральной части Воронцовского прогиба и концентрируются на площади листа в полосе северо-западного простирания шириной 30–40 км и протяженностью около 70 км. Массивы имеют различную морфологию: кольцевые, дугообразные, подковообразные. Абсолютный возраст пород комплекса  $2020 \pm 10$  млн лет [57].

Наиболее значительные запасы богатых платиноидно-медно-никелевых руд сосредоточены в Еланском месторождении, расположенном в 240 км к востоку от г. Воронеж. Еланский рудоносный массив площадью 4 км<sup>2</sup> сложен норитами и диоритами. Его рудоносная зона характеризуется чередованием лейко-мезократовых мелкозернистых порфировидных биотитовых и кварц-биотитовых норитов и габбро, обогащенных ксенолитами ультрамафитов.

На месторождении выявлены две рудные зоны протяженностью 600–1300 м при мощности 40–60 м. Зоны характеризуются сложным строением и неравномерной перемежаемостью различных типов руд. Оруденение прослежено до глубины 1500 м. В зонах развито преимущественно вкрапленное оруденение, но также отмечаются маломощные залежи массивных (мощность 0,2–2,5 м) и брекчиевидных руд (0,2–1,0 м). Количественно преобладают вкрапленные руды (85%), прожилково-вкрапленные и массивные развиты ограничено. Руды представлены халькопиритом (15%), пентландитом (от 5–10

до 20–30%), пирротином (60–75%), арсенидами и сульфоарсенидами никеля (1–3%) и хромшпинелидами (2–3%). Руды еланского типа имеют существенно никелевый состав и значительно богаче мамонских (среднее содержание Ni – 1%, Cu – 0,15%, Pd – 0,52 г/т, Pt – 0,05 г/т и Au – 0,02 г/т). Запасы категории С<sub>2</sub> (тыс. т) составляют: Ni – 130, Cu – 15, Co – 5 [145].

Еланский тип оруденения представляет бóльший практический интерес, чем мамонский, но обнаруженные в настоящее время рудные объекты нерентабельны для эксплуатации. Перспективными на промышленное никелевое оруденение данного типа могут являться крупные малоизученные массивы Уваровский, Троицкий и др.

В оценке перспектив потенциальной продуктивности на медно-никелевое оруденение большой интерес представляют интрузии габбро-долеритов новогольского комплекса. Крупные (200–400 км<sup>2</sup>) кольцеобразные в плане массивы развиты на северо-востоке изучаемой территории. Массивы имеют лополитообразную форму с пологими (15–30°) углами падения и прорывают метаморфические породы (абсолютный возраст массивов 1805 ± 14 млн лет). По характеру расслоенности – от микродолеритов, долеритов к оливиновым габбро-долеритам и трактолитовым габбро-долеритам, петрохимическим особенностям и металлогенической специализации эти интрузии принадлежат к траптовой формации. В породах массивов, вскрытых единичными скважинами, отмечается бедная сульфидная минерализация (пирротин, пирит, халькопирит, реже пентландит) с повышенными содержаниями МПГ (до 0,16 г/т). Принадлежность интрузивов к магматической формации высокопродуктивного норильского типа, имеющиеся, несмотря на слабую изученность, признаки рудоносности пород (I-6-18; I-6-20), а также наличие на Украине значимых рудопроявлений в аналогичных породах (Прутовский массив) свидетельствуют о большой перспективности комплекса на платиноидно-медно-никелевое и малосульфидное платинометалльное оруденение. Первый тип оруденения предполагается в не вскрытых бурением нижних высокомагнезиальных частях массивов, а второй – в габбро-долеритах, подстилающих горизонты габбро-долерит-трактолитов и в долерит-пегматитах.

**Кобальт.** Кобальтовая минерализация сопутствует почти всем сульфидным медно-никелевым рудам, но, как правило, кобальт является сопутствующим элементом. Лишь на единственном – Смородинском (II-1-78) – проявлении он входит в состав основных компонентов. Здесь отмечены следующие содержания (%): Co до 0,05–0,1, Ni до 0,1–0,29, Cu до 0,2, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до 0,63 [95, 96, 133, 134, 169].

**Молибден.** Молибденовое оруденение выявлено в нижнедокембрийских породах главным образом в минерагенической провинции КМА. Молибденовая минерализация имеет гидротермальный генезис и связана с гранитами павловского комплекса. Оруденение локализуется в апикальных частях интрузивов и контролируется разрывными нарушениями и узлами их пересечения. Молибденит и другие рудные минералы наблюдаются в виде пленок и налетов по плоскостям трещиноватости, неравномерной вкрапленности и гнезд во



вмещающих породах и кварцевых жилах. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  приняты в размере 829 тыс. т [95, 96].

**Вольфрам.** Минерализация вольфрама в породах нижнего докембрия в Белгородском рудном районе на ряде проявлений является сопутствующим элементом молибденового оруденения. Ввиду больших глубин залегания и низких значений концентрации (0,04–0,1%), вольфрамовая минерализация не имеет практического значения [18].

**Свинец, цинк.** Полиметаллическое оруденение в виде проявлений и пунктов минерализации выявлено во всех минерагенических провинциях территории. Оно локализуется преимущественно в зонах динамического влияния глубинных разломов в гидротермально измененных породах докембрия и реже – среднего и верхнего девона (Эртиль-Калачская и КМА провинции) и карбона (Донецкая провинция). Оруденение представлено вкрапленностью, гнездами, прожилками галенита, пирита, сфалерита и других сульфидов в карбонатных, кварц-карбонатных, кварцевых жилах и прожилках. Содержание свинца варьирует от 0,01 до 3,0%, цинка – от 0,005 до 4%, молибдена – до 0,04%, меди – до 0,05%. Местами отмечаются повышенные концентрации золота (до 0,45 г/т), серебра (до 10,6 г/т) [95, 96, 133, 157].

**Алюминий.** Алюминиевое сырье выявлено главным образом в Михаловско-Белгородской минерагенической зоне. Оно является вторым по значимости рудным полезным ископаемым КМА после железных руд и представлено бокситами и железоалюминиевыми рудами. При этом все элювиальные бокситы являются высокожелезистыми ( $Fe_2O_3 + FeO > 18\%$ ).

Бокситы присутствуют практически на всех месторождениях железных руд формации коры выветривания. Среди них различают элювиальные бокситы, приуроченные к коре выветривания нижнедокембрийских пород, и переотложенные. Все промышленные месторождения КМА сложены элювиальными бокситами. Эти бокситы приурочены к приповерхностной части латеритной коры выветривания (зоне минералов свободного глинозема), развитой на кристаллических сланцах курской и оскольской серий, значительно реже михайловской серии. Зона минералов свободного глинозема развита неравномерно, тяготеет к контактам сланцев с железистыми кварцитами, образуя полосы и пятна различной формы и величины. Максимальная мощность ее отмечена в тектонически ослабленных зонах, на контактах пород с различными физико-механическими свойствами. Залежи бокситов развиты преимущественно в коре выветривания площадного типа, перекрытой визейскими отложениями, тогда как под девонскими и турнейскими породами кора выветривания не бокситоносна. Глубина залегания бокситов – 350–750 м, мощность – от долей метра до нескольких десятков метров, преобладающая – 3–7 м.

Главными породообразующими минералами являются бемит (до 70%, в среднем 30–35%), реже гиббсит (в среднем 22%, но местами до 60%), существенную роль играют шамозит, каолинит, гетит, гидрогематит. Присутствие шамозита (в среднем 25–30%) оказывает существенное значение на технологические свойства бокситов. Содержание  $Al_2O_3$  – 31–53%. Кремневый

модуль – 3,2–6,8. В ряде мест в бокситах установлены повышенные содержания галлия, ванадия, бора.

В Михайловско-Белгородской минерагенической зоне выявлены четыре месторождения, которые могут иметь самостоятельное значение: Висловское (III-1-3), Мелихово-Шебекинское (III-1-9), Олимпийское (III-1-15), Ольховатское (II-1-24), ряд месторождений, где бокситы могут извлекаться попутно при отработке остаточных железных руд, и несколько проявлений. Ни одно из месторождений не разрабатывается. Прогнозные запасы для указанных выше месторождений по категории  $P_1$  соответственно 7,5 млн т, 5 млн т, 32,5 млн т, 31 млн т. В целом для минерагенической зоны прогнозные ресурсы бокситов по категории  $P_1$  составляют 130,2 млн т.

Железоалюминиевые руды, представляющие собой породы промежуточного состава между бокситами и элювиальными железными рудами, широко распространены на железорудных месторождениях Белгородского рудного района, занимаемая до 50% их площади. В железоалюминиевые руды входят ферриаллиты, аллиты, высокожелезистые бокситы, высокоглиноземистые железные руды, а также каолинит-шамозитовые, гетит-шамозитовые яшмовидные и другие породы с кремниевым модулем больше единицы. Железоалюминиевые руды приурочены как к коре выветривания нижнедокембрийских пород, так и к продуктам ее переотложения. Они связаны с бокситами и железными рудами взаимными переходами по простиранию и в разрезе. Мощность их несколько десятков метров. Прогнозные ресурсы железоалюминиевых руд отдельно не рассчитывались.

Переотложенные бокситы составляют не более 5% от всех бокситов и являются тесно связанными с элювиальными – они располагаются от них на расстоянии всего 200–300 м, редко до 2 км. Переотложенные бокситы приурочены к понижениям и пологим склонам поднятий рельефа поверхности нижнедокембрийских образований. Содержание  $Al_2O_3$  в них до 56,2% (в среднем 46%), средний кремниевый модуль 3,3 (максимальный 5,4). Характерны повышенные содержания  $CaO$  (в среднем 1,2%) и  $MgO$  (в среднем 0,9%). Переотложенные бокситы слагают небольшие залежи, самостоятельных месторождений не образуют [81, 95, 96, 162, 163, 164, 169].

**Ртуть.** Геохимические аномалии ртути отмечаются только на самом юге площади листа – в Донецкой минерагенической провинции, в узлах пересечения зоны мелких, кулисообразно сочленяющихся линейных складок, имеющих согласное простирание с Каменским и Гремученским надвигами, с субмеридиональными сбросами. Здесь выявлены два первичных ореола в углях белокалитвенской, каменской и горловской свит в зонах дробления и брекчирования, сопровождающихся аргиллизацией, низкотемпературным окварцеванием и кальцитизацией. Первый участок (8 км<sup>2</sup>) расположен на крыле и в своде небольшой антиклинальной складки между Каменским и Горняцким надвигами. Среднее содержание ртути составляет 0,79 г/т при максимальном – до 10 г/т. Второй участок (32 км<sup>2</sup>) находится на северном крыле Гремученской антиклинали между Каменским и Гремученским надвигами. Среднее содержание ртути в углях – 0,39 г/т при максимальном 3 г/т. Минерализация крайне неравномерна в пределах ореолов.

Ртутная минерализация в углях приурочена к тектоническим нарушениям, гидротермально измененным породам и точкам сульфидной минерализации и не связана с метаморфизмом. В жилах гидротермальных образований содержание ртути наиболее высокое, при этом наибольший интерес представляют диккитовые и кварц-серицитовые прожилки, в которых встречается видимая киноварь. Прожилки с киноварью и сопутствующей минерализацией ориентированы вкрест слоистости пород. Мощность прожилков – от нескольких мм до 1,5 см, а их абсолютный возраст определен в 188–220 млн лет. Местами ртутная минерализация отмечается также и во вмещающих сланцах (Белокалитвенский участок от 0,01 до 10 г/т, среднее – 2,0 г/т, Тацинский участок от 0,01 до 0,03 г/т, среднее – 0,01 г/т) [152].

## РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ

Перспективное редкометалльное оруденение в КМА и Эртиль-Калачской минерагенических провинциях представлено формацией редкометалльных пегматитов верхнего карелия, локализованных в породах курской серии, в провинции КМА, и пегматитами бобровского комплекса в Эртиль-Калачской провинции, тяготеющими к разломам северо-западного простирания.

В КМА преобладают микроклин-альбитовые пегматиты, по мере удаления от гранитного массива наблюдается их смена альбит-сподуменовыми. Мощность пегматитовых тел – от нескольких метров до 50 м. Они составляют около 25 % объема докембрийских пород. Литиевое оруденение связано в основном со слюдами и сподуменом. В микроклин-альбитовых пегматитах содержание  $\text{Li}_2\text{O}$  в среднем 0,037% (0,008–0,22%), в альбит-сподуменовых в среднем 0,74% (0,043–3,5%). Рубидий и цезий концентрируются в калиевом полевоом шпате и мусковите. В микроклин-альбитовых пегматитах  $\text{Rb}_2\text{O}$  – до 0,03%,  $\text{Cs}_2\text{O}$  – до 0,021%, а в альбит-сподуменовых соответственно до 0,01 и до 0,008%. Тантал и ниобий в пегматитах распределены неравномерно в связи с неравномерной альбитизацией: Максимальные концентрации  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  (0,012–0,04%),  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  (0,004–0,016%) приурочены к альбит-сподуменовым пегматитам. Пегматиты Эртиль-Калачской провинции характеризуются преимущественно танталовой и бериллиевой минерализацией. Содержания (%):  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  – 0,002–0,6,  $\text{Be}$  – 0,002–0,11,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  – 0,003–0,14,  $\text{Li}_2\text{O}_5$  – 0,003–0,087,  $\text{Rb}_2\text{O}_5$  – 0,0097–0,18 [18, 93, 106, 132].

**Германий.** Повышенные содержания германия установлены на железорудных месторождениях провинции КМА, где он находится в изоморфной и абсорбционной форме в основных рудных минералах. В Белгородском рудном районе наиболее перспективными для попутного извлечения германия являются элювиальные железные руды Яковлевского месторождения (II-1-58). Здесь содержание германия в среднем составляет 9,7 г/т (3–42 г/т). Наибольшая германиеносность свойственна гидропегматитовым и мартит-гидропегматитовым рудам. Прогнозные ресурсы по категории  $P_2$  по Яковлевскому месторождению составляют 6093 т при среднем содержании 9,3 г/т. Близкими по германиеносности являются элювиальные руды Разумненского месторождения (III-1-24), где средние содержания германия составляют 10,5–12,3 г/т.

На остальных месторождениях элювиальных железных руд провинции КМА, где установлены повышенные концентрации германия, средние значения его концентрации не превышают 6,7 г/т и практического значения для попутного извлечения германия они не имеют.

В железистых кварцитах Белгородского рудного района наиболее высокие средние содержания германия выявлены на месторождении Висловское (III-1-3) – 8,2 г/т и Лукинском участке месторождения Яковлевское (II-1-58) – 7,2 г/т, на остальных месторождениях – не выше 6,6 г/т. Добыча германия из железистых кварцитов здесь практического значения в настоящее время не имеет.

В Оскольском рудном районе КМА наиболее высокие концентрации германия в железистых кварцитах установлены на месторождении Приоскольское (II-2-70) до 13,8 г/т, в среднем 6,9 г/т. Прогнозные ресурсы по  $P_2$  оценены в 6057 т [18, 92, 95, 96].

### БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ

**Золото.** Золотая минерализация достаточно широко развита на территории листа, но промышленные объекты в настоящее время не выявлены. Выделяется три генетических типа оруденения: осадочно-метаморфогенный, гидротермальный и магматический.

Осадочно-метаморфогенный тип представлен формацией золото-ураноносных конгломератов, которая приурочена к песчаниково-конгломератовой толще базального горизонта курской серии. Оруденение локализовано в линзах и прослоях кварцевых конгломератов. Содержание золота в конгломератах 0,3–3,8 г/т, урана 0,0015–0,49%. Выделяются проявления с преимущественно золотой минерализацией, преимущественно урановой и золото-урановой.

Наиболее изучена золотоносность конгломератов в Старооскольском рудном узле. Здесь выявлено 10 проявлений и пунктов минерализации на глубине 65–20 м. Мощность продуктивной толщи с содержанием золота более 0,1 г/т – до 124 м, мощность пластов конгломератов и гравелитов – до 37 м. Конгломераты преимущественно мелкогалечные, с сульфидно-сланцисто-кварцевым цементом. Содержание сульфидов – 2–10%; содержание золота в конгломератах колеблется от 0,5 до 3,8 г/т. Промышленного оруденения данного типа не выявлено.

Гидротермальный тип оруденения развит достаточно широко, встречается во всех структурных ярусах, кроме нижнеархейского, и приурочен к длительно развивающимся зонам глубинных разломов, особенно к узлам пересечения их разломами других направлений. В то же время значимое золотое оруденение установлено только в блоке КМА, в зонах разломов, ограничивающих раннепротерозойские рифтогенные зоны (Михайловско-Белгородская и Алексеевско-Воронежская зоны). Оруденение фиксируется как в самих зонах разломов, так и на прилегающих к ним площадях и развито в породах михайловского комплекса и рифтогенных комплексах курской и оскольской серий. Среди гидротермального оруденения выделяются золото-кварцевая и золото-сульфидно-кварцевая формации.

*Золото-кварцевая формация* представлена зонами окварцевания, кварцевыми жилами, прожилками. Наиболее широко она проявлена в кварцевых песчаниках, кварцитах михайловского комплекса. В рудоносных зонах главными изменениями являются окварцевание и серицитизация.

Одно из наиболее значимых рудопроявлений – Северо-Висловское. Оно находится в зоне Яковлеско-Висловского разлома северо-западного простирания (Белгородский рудный район). Максимальное содержание золота достигает 3 г/т при мощности 1,6 м (скв. 1239). Вместе с золотом отмечается аномальное (до 1%) содержание молибдена. Здесь вскрыты зеленокаменные породы александровской свиты, прорванные плагиогранитами салтыковского комплекса верхнего архея. На контакте гранитоидов и амфиболитов наблюдается зона ороговикования мощностью до 14 м. Амфиболиты (метадиабазы) вблизи контакта интенсивно окварцованы и серпентинизированы. Самые высокие концентрации золота и молибдена установлены на участках наибольшего проявления гидротермально-метасоматических процессов. На глубинах 629,8–859,4 м установлено шесть интервалов мощностью 0,1–3,2 м с содержанием золота от 0,2 до 1 г/т. Сульфидная минерализация представлена пиритом, пирротинном, сфалеритом, халькопиритом, молибденитом.

Проявления данной формации известны также в зоне Лосевско-Мамонского разлома, где они приурочены к различным по возрасту и составу породам.

Все выявленные на территории листа проявления золото-кварцевой формации промышленного значения не имеют, и перспективы выявления крупных объектов незначительны.

Наиболее перспективным для региона является золото-сульфидный тип оруденения, который представлен золото-платинометалльной формацией в углеродистых сланцах оскольской серии, и золото-сульфидной, развитой преимущественно в железистых кварцитах курской серии.

Проявления золото-платинометалльной формации, ассоциирующей с высокоуглеродистыми образованиями, установлены в пределах раннепротерозойских рифтогенных структурах блока КМА (Содинов и др., 1988; Мясников, Чернышов, 1992). Наибольшие содержания благородных металлов связаны с черными сланцами тимской серии, отложения которой развиты в пределах крупных грабен-синклиналей Алексеевско-Воронежской зоны.

Грабен-синклинали представляют собой сложно дислоцированные структуры, внутреннее строение которых обусловлено многочисленными субпараллельными и поперечными веерообразными разломами различных порядков и линейной складчатостью. Стратифицированные образования нижнепротерозойского комплекса, выполняющего грабен-синклинали, характеризуются последовательной сменой терригенно-осадочных пород (курская серия), терригенно-карбонатными (роговская свита) и вулканогенно-осадочными (тимская свита) породами при возрастании роли углеродистого вещества и вулканитов. Рудоносная тимская свита представлена углеродистыми сульфидизированными сланцами с подчиненными прослоями метапесчаников, кварцитов, силикатно-карбонатных пород и вулканитов. Завершают разрез оскольской серии пикрит-толеит-трахибазальтовые вулканиты, превращенные в амфиболиты и зеленые сланцы.



Комплексное золото-платинометалльное оруденение выявлено в отложениях существенно черносланцевой тимской свиты. Наиболее изучена Тим-Ястребовская грабен-синклинали, северная часть которой протяженностью около 30 км вскрыта скважинами (рис. 12). В пределах изученной площади выделено две рудные зоны: Воскресеновская и Прилепско-Мальцевская.

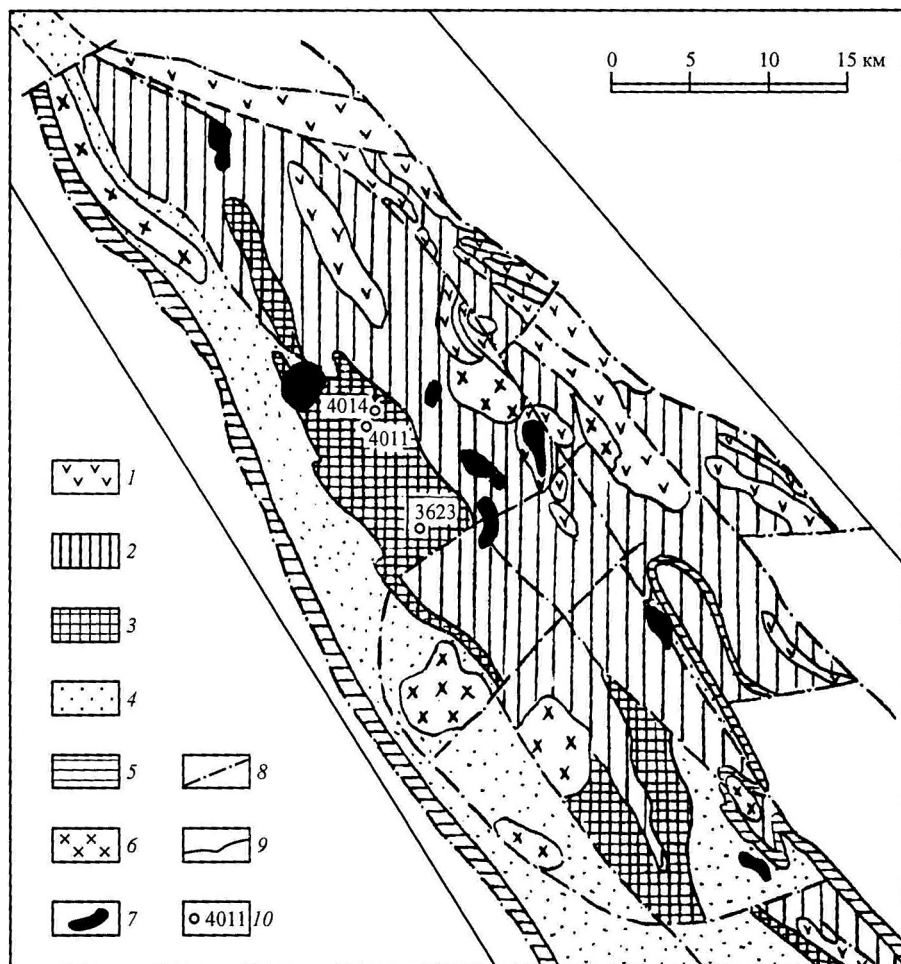


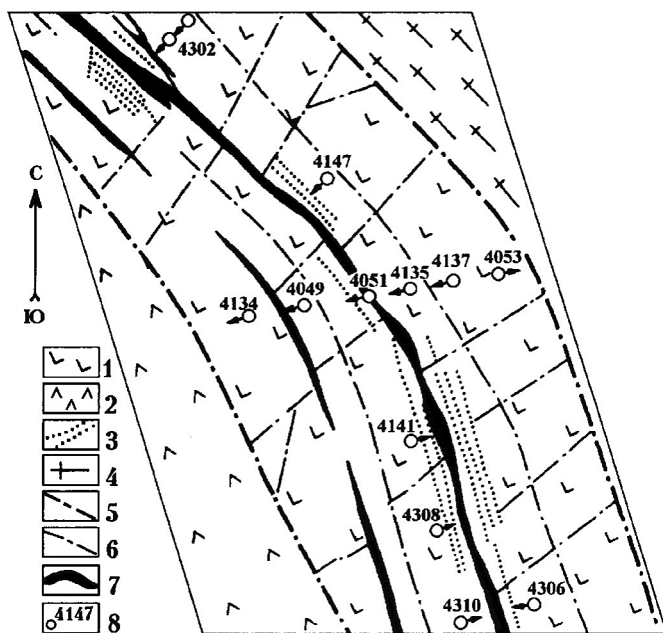
Рис. 12. Схематическая геологическая карта-схема Тим-Ястребовской структуры (по Н. М. Чернышову, 2000 г.)

1–4 – стратифицированные образования: 1 – метаэффузивы основного и ультраосновного состава екатериновской свиты; 2–3 – породы тимской свиты: 2 – метаэффузивы кислого и седнего состава в переслаивании с метаосадочными породами; 3 – сланцы углеродисто-кварцевые, сульфидизированные; 4 – доломиты, мраморы, амфибол-карбонатные породы, биотит-полевошпатовые сланцы роговской свиты; 5 – железистые кварциты, биотит-кварцевые сланцы курской железорудной серии; 6–7 – раннепротерозойские интрузивные образования стойло-никелевского комплекса: 6 – гранодиориты, кварцевые диориты; 7 – габбро, габбро-диориты, субвулканические диабазовые порфириты; 8 – разрывные нарушения; 9 – геологические границы; 10 – скважины и их номера.



В Воскресеновской зоне преобладают черносланцевые образования верхней части разреза тимской свиты. В пределах зоны мощностью до 1400 м выделяется «стержневая» часть с безкварцевой золото-сульфидной минерализацией, в которой отмечается несколько рудопоявлений с содержанием золота от 1,0 до 14,6 г/т, десять пунктов минерализации с содержанием 0,1–0,9 г/т и восемь интенсивных геохимических аномалий золота. Рудная минерализация связана с рассланцеванием, биотитизацией, турмалинизацией, карбонитизацией и сульфидизацией пород. Среди сульфидов отмечается пирит двух генераций, образующих прожилки, а также пирротин, халькопирит, арсенопирит, ульманит, борнит (не более 7% сульфидов). Золото развивается в самородной форме, в виде очень тонких выделений, образующих скопления величиной до 0,2 мм, также отмечаются отдельные зерна величиной до 1 мм. Кроме золота в черных сланцах Воскресеновской зоны установлены высокие содержания платиноидов (1,9–5,4 г/т), что указывает на комплексный характер благороднометалльного оруденения.

Наиболее изучено в зоне Кшенское рудопоявление (рис. 13), которое вскрыто по простиранию тремя буровыми профилями, расположенными через 600–650 м до глубины 300 м от поверхности докембрийского фундамента. Оруденение приурочено к зоне рассланцевания пород с наложенными



**Рис. 13. Схема геологического строения Кшенского рудопоявления (по Н. М. Чернышову, 2000 г.)**

1–2 – оскольская серия, верхняя подсвита тимской свиты: верхняя толща (1), нижняя толща (2); 3 – дайки разного состава и формационной принадлежности; 4 – мигматиты, анатектит-граниты; 5–6 – разрывные нарушения: главные (5) и второстепенные (6); 7 – золото-платиносодержащие рудные тела; 8 – скважины и их номера.

процессами биотитизации, турмалинизации, карбонатизации и сульфидизации. Выявлены два типа оруденения: кварцево-жильный с небольшой мощностью рудных тел и невысокими (до 2 г/т) содержаниями золота и безкварцевый сульфидно-вкрапленный, представляющий наибольший интерес. Последний тип приурочен к тектоническим брекчиям и милонитам. Четыре круто падающих (70–75°) рудных тела имеют сложную морфологию, их мощность колеблется от 0,5 до 3 м, при длине до 6 км. Содержание золота достигает 14,6 г/т, а содержания платиноидов колеблются от 1,2 до 2,5 г/т. Руды представлены пиритом, пирротином и халькопиритом. Контуры рудных тел устанавливаются только по результатам опробования.

Прилепско-Мальцевская рудная зона представляет собой основную площадь развития черных сланцев нижнетимской подсвиты (рис. 14). Распространены главным образом черные сланцы с содержанием  $C_{орг} < 10\%$ , а также углеродсодержащие сланцы карбонатного состава и терригенные породы (конгломераты и песчаники с фосфатным веществом). Золотая минерализация связана с зонами дробления и метасоматически-гидротермальной переработки пород. Золотое оруденение приурочено к зонам интенсивной сульфидизации (вкрапленность, жилы). Содержание золота в рудах невысокое (0,1–2,2 г/т), но их распространение характеризуется значительной мощностью и протяженностью. Отмечается также повышенная (0,5–2 г/т) платиноносность оруденения.

Перспективными на обнаружение промышленного благороднометалльного оруденения является Волотовская и Белгородская грабен-синклинали. Волотовская структура Алексеевско-Воронецкой рифтогенной зоны представляет собой синклиналию складку протяженностью 50–60 км, сложенную породами того же типа, что и в Тим-Ястребовской структуре, мощностью до 6 км. В ядре Волотовской синклинали располагаются углеродсодержащие образования (черные сланцы тимской свиты) с максимальной мощностью 800 м. Они рвутся малыми интрузиями основного и кислого составов, вдоль контакта которых развиваются разнообразные метасоматиты с колчеданно-полиметаллической (Pb, Zn, Cu, As, Ag), медно-никелевой (Ni, Cu, Co) и золото-сульфидной (Cu, Zn, Co, Au) минерализацией. Прожилково-вкрапленное золото-сульфидное оруденение выявлено в бортах и осевой части синклинали и приурочено к различным по мощности (0,2–3,5 м) и протяженности (первые км) прерывистым зонам дробления, окварцевания и сульфидизации углеродистых вулканогенно-осадочных и карбонатных пород и, реже, метаморфизованных базитов. Содержание золота в зонах колеблется от 0,5 до 14 г/т, а содержание платиноидов (Pt+Pd) достигает 1,7–5,4 г/т (Волотовское проявление).

Представляет интерес и Белгородская грабен-синклиналь в Белгородско-Михайловской рифтогенной зоне, где широко развиты углеродистые образования в верхней подсвите белгородской свиты, в которых отмечаются повышенные содержания золота и платиноидов.

В Хоперском блоке ВКМ в последние годы выявлено палладий-ртутно-золото-серебряное оруденение в тектонических и эруптивных брекчиях, развитых в углеродистых горизонтах воронцовской серии пород, а также в зонах метасоматитов приконтактовых зон интрузий базитов и черных сланцев. Данный тип оруденения практически не изучен, но в отдельных пробах

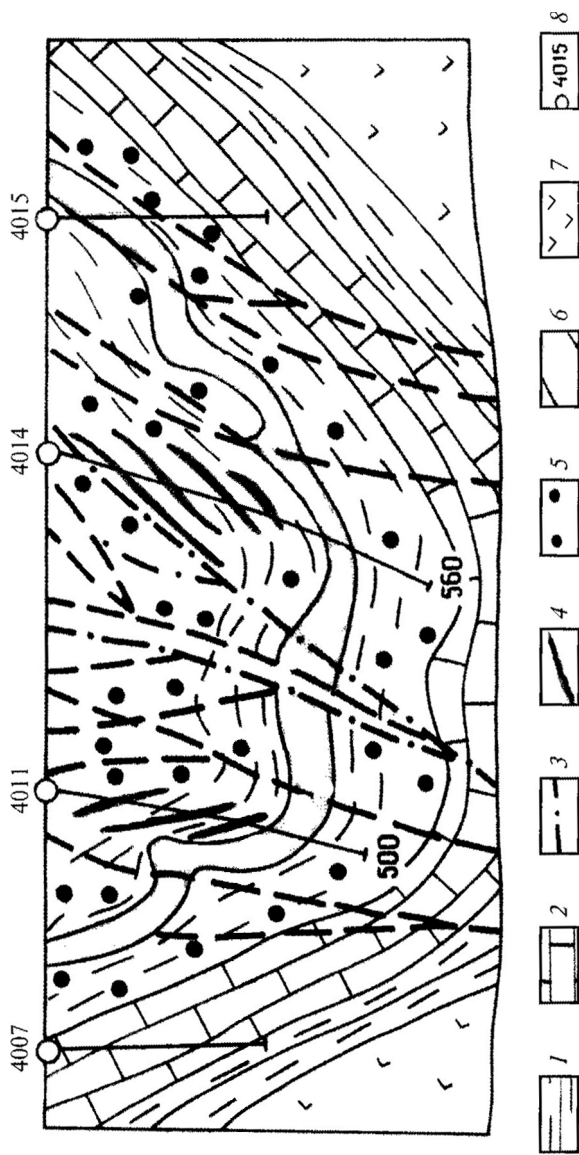


Рис. 14. Положение золото-платиновых руд тимского типа в разрезе нижней подсвиты тимской свиты Тим-Ястребовской зоны (по Н. М. Чернышову, 2000 г.)

1, 2 – золото-платиносодержащие сульфидно-углеродистые сланцы; 1 – углеродистые и малоуглеродистые сланцы разного состава; 2 – карбонатные и тремолит-карбонатные породы; 3 – разрывные нарушения; 4 – дайки диоритовых порфиров и лмпрофиров; 5 – горизонты с повышенными содержаниями МПГ и Au; 6 – пласт золото-платиновых руд; 7 – метабазиты; 8 – скважины и их номера.

фиксируются содержания до 1,7 г/т золота и 0,36 г/т палладия (Троицкое проявление).

*Золото-сульфидная формация* наиболее широко распространена в породах михайловского комплекса и железистых кварцитах курской серии. Оруденение вкрапленное, гнездово-вкрапленное и прожилково-вкрапленное и представляет собой зоны интенсивной сульфидизации, которые сопровождаются пропилитизацией, березитизацией, хлоритизацией и мусковитизацией вмещающих пород.

Примером объектов этой рудной формации может служить Панковское проявление в Старооскольском районе Алесеевско-Воронежской зоны. Проявление приурочено к одноименному железорудному месторождению и представлено субсогласными и секущими зонами дробления и трещиноватости в железистых кварцитах с богатой сульфидной вкрапленностью и прожилковой минерализацией. Мощность золотоносных зон колеблется от 25 до 45 м, и они прослежены на сотни метров. Сульфидная минерализация представлена пиритом и пирротинном. Содержание золота варьирует от 0,1 до 0,6 г/т, максимальное – 10,9 г/т на мощность 0,2 м.

Все известные проявления золото-сульфидной формации самостоятельно промышленного значения не имеют. Практический интерес представляет только золото-сульфидная минерализация в железистых кварцитах, где золото может попутно излекаться при добыче железных руд.

Собственно магматический тип оруденения связан с никеленосными мафит-ультрамафитовыми интрузиями и самостоятельного значения не имеет. В рудах мамонского и еланского типов месторождений отмечается повышенное содержание золота (0,1–1,1 г/т), которое может представлять интерес при переработке медно-никелевых руд.

### **Металлы платиновой группы (МПГ)**

В провинции КМА повышенные содержания МПГ выявлены в грабен-синклиналиях нижнепротерозойских рифтогенных структур, где они отмечаются в золоторудных проявлениях, приуроченных к высокоуглеродистым сланцам тимской, роговской и белгородской свит (см. разд. «Золото»). Наиболее значительные концентрации МПГ приурочены к стратиформным золото-сульфидным проявлениям, а в жильных содержание платиноидов незначительно.

В Эртиль-Калачской области платинометалльная минерализация связана с медно-никелевыми рудами мамонского и еланского типов (см. разд. «Никель, медь»). Отмечаются также повышенные содержания МПГ в крупных массивах Елань-Вязовского подтипа и габбро-долеритах новогольского типа.

### **РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

**Уран и торий.** Урановые и урано-ториевые проявления и пункты минерализации в большом количестве выявлены в нижнедокембрийских породах провинции КМА [16], а также в породах осадочного чехла в Донецкой провинции [14]. В первой провинции это формации древних конгломератов и урановорудная в метасоматитах и гранитах, а во второй – стратиформная в

породах чехла. В провинции КМА наибольшее число проявлений и пунктов минерализации сосредоточено в зонах интенсивной гидротермальной проработки и щелочно-карбонатного метасоматоза в породах коробковской свиты в Алексеевско-Воронецком антиклинории. Здесь выделены две перспективные минерализованные зоны размерами  $21 \times 12$  км и  $40 \times 21$  км, где рудные тела представлены карбонатно-натриевыми породами с урановой минерализацией с содержанием урана 0,032–0,062%. Оруденение контролируется тектоническими нарушениями. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  здесь оценены в 461 тыс т. Урановое оруденение формации древних конгломератов тесно связано с золотом (см. разд. «Золото») [18, 95, 96, 135, 169, 180, 193].

В Донецкой минерагенической провинции в результате изучения гамма-каротажем естественной радиоактивности отложений от палеозоя до кайнозоя было выявлено восемь интервалов с повышенной радиоактивностью.

В карбоне основные аномалии локализуются в известняках горловской, исаевской, авиловской и араукаритовой свит. Глубина подошвы аномалий колеблется от 420 до 946 м, мощность от 0,25 до 0,5 м, а интенсивность гамма-излучения варьирует от 34 до 178 мкР/ч при фоновых 5–10 мкР/ч. При этом максимальные содержания (0,7%) установлены в аргиллитах араукаритовой свиты (уран-битумный тип).

Ураноносные горизонты нижнего триаса приурочены к грубозернистым аллювиально-делювиальным отложениям яренского надгоризонта, содержащим растительные остатки, создавшие благоприятные условия для осаждения соединений урана. В минералогическом отношении урановое оруденение представлено урановой смолкой и чернями в ассоциации с пиритом, галенитом, сфалеритом и некоторыми другими минералами (инфильтрационный тип). Минерализация урана распределена крайне неравномерно. Глубина подошвы аномалии 165 м, мощность 0,55 м, радиоактивность 152 мкР/ч при фоновых 24 мкР/ч [116, 157, 160].

## НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

### МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

На площади листа имеются фосфатные удобрения – апатиты в породах кристаллического фундамента и фосфориты в осадочном чехле (верхний мел и палеоген).

**Апатит.** Апатитовая минерализация на площади листа связана с апатитовой в метагабброидах рудной формации. Оруденение приурочено к дубравинскому (нижний протерозой) и сергиевскому (верхний архей) комплексам и в меньшей степени к оскольской серии. Наиболее апатитоносны метабазиты дубравинского комплекса, к которым приурочено наиболее изученное месторождение Дубравинское (II-2-71). Месторождение представляет собой апатитоносную зону длиной до 6 км, шириной около 600 м и мощностью от 60 до 450 м (средняя мощность 188 м). Здесь выделены два типа руд:

апатит-силикатные и апатит-карбонатные. При этом на первые приходится до 65% всех запасов. Средние содержания в апатит-силикатных рудах (%):  $P_2O_5$  – 2,8–3,7; в апатит-карбонатитовых соответственно 2,7–7,2 и 0,8–5,4. Таким образом, руды являются комплексными с возможным выходом апатитового концентрата с содержанием  $P_2O_5$  – 35,6–38,4% и магнетитового концентрата с содержанием  $Fe_{\text{магн.}}$  – 67,3%. Запасы месторождения (до глубины 400 м) по категории  $C_2$  составляют:  $P_2O_5$  – 12,8 млн т,  $Fe_{\text{магн.}}$  – 8,4 млн т, прогнозные запасы по категориям  $P_1 + P_2$  соответственно 13,7 и 9 млн т.

К метабазитам сергиевского комплекса приурочены проявления, где содержание апатита местами достигает 10–20%, при том, что среднее содержание апатита в породе не превышает 1%. Небольшие размеры массивов основных пород и низкие содержания фосфора делают перспективы выявления промышленных объектов в них незначительными. Еще менее перспективны проявления апатита, приуроченные к оскольскому комплексу.

**Фосфорит.** На площади листа разведано 19 месторождений и шесть проявлений фосфоритов, из которых подавляющее большинство связано с отложениями брянского надгоризонта верхнего мела и только малая часть с песками каневского и бучакского горизонтов. Фосфориты, приуроченные к пескам брянского горизонта, содержат  $P_2O_5$  по месторождениям от 8,5 до 18,4%, а по проявлениям – от 1,8 до 19,9%. Фосфоритоносный горизонт, обычно залегающий на глубинах от 2 до 50 м, сложен кластическим материалом, сцементированным фосфатом. Фосфат составляет до 60% от общей массы. В обломочном материале преобладает кварц, в меньшем количестве присутствуют глауконит, микроклин, мусковит, серицит, циркон и др. Этот горизонт обычно имеет трехчленное строение: подплитный слой, фосфоритовая плита и надплитный слой. Подплитный и надплитный слои сложены желваками фосфорита, рассеянными в кварц-глауконитовом песке. Фосфоритовая плита представляет собой плотно сцементированную массу песчаного фосфорита. Граница плиты с нижним слоем неровная, а с верхним резкая, четкая. Надплитный слой иногда отсутствует. По своему качеству фосфоритовые руды низкосортные. Практически все разведанные месторождения – промышленного типа [18, 95, 96].

## КЕРАМИЧЕСКОЕ И ОГНЕУПОРНОЕ СЫРЬЕ

**Глины огнеупорные.** На площади листа выявлены восемь месторождений огнеупорных глин, приуроченных к отложениям симбирского горизонта и расположенных на склонах Воронежской антеклизы. Формы залежей линзовидные. Мощность полезной толщи в среднем 4,5 м. Глины высокопластичные, огнеупорные – КР-1, пригодные для производства огнеупорных изделий общего назначения ЖБ, для производства санитарных изделий по ГОСТ 13444-82, плиток для внутренней облицовки стен, покрытия полов и др. Прогнозные ресурсы по категории  $P_1$  составляют 419 млн т [88].



## ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЕ СЫРЬЕ

**Асбест.** В пунктах минерализации в серпентинитах мамонского комплекса представлен хризотил-асбест в виде прожилков и жил. Сеть прожилков местами образует зоны мощностью 0,5–2 м [18].

**Тальк.** Проявление талька установлено в Белгородском рудном районе. Оно представлено метасоматитами, развитыми по ультраосновным породам сергиевского комплекса на глубинах 830–917 м. Эти метасоматиты на 95–98 % состоят из талька. В интервале глубин 848–889 м порода удовлетворяет требованиям ГОСТ 879-41 к сырью для керамической, резиновой и кабельной промышленности. Прогнозные ресурсы по категории  $P_2$  составляют 23 млн т, но большая глубина залегания сырья делает невозможным их практическое использование в обозримом будущем [169].

**Графит.** Графитовая минерализация на площади работ выявлена в Эртиль-Калачской провинции, главным образом в пределах Мамонско-Подколodновского гнейсового поля, и приурочена к метаморфизованным породам воронцовской серии. Здесь установлены кристаллические сланцы и гнейсы, содержащие рассеянный графит. Разведано единственное – месторождение графита Сухоярское (III-5-56) – приуроченное к синклинальной складке, сложенной породами воронцовской серии, в крыльях которой залегают графитовые гнейсы. Эти гнейсы слагают до 40 % продуктивной толщи и образуют от одного до пяти пластов мощностью 20–250 м (наибольшие мощности – на северном крыле складки, наименьшие – на южном). Распределение графита неравномерное – от 1 до 20 %, в обогащенных интервалах – до 40 %. Месторождение разведано до горизонта «–100» м. Запасы графита по категории  $C_2$  оценены в 11,5 тыс. т. Прогнозные запасы по категориям  $P_1+P_3$  до горизонта «–250» м составляют 578,9 тыс. т [18, 133].

**Цеолиты.** Проявления цеолитов известны только на юге территории и приурочены к пескам каневского и бучакского горизонтов. Мощность продуктивных залежей в среднем 25 м, глубины залегания кровли – 4–32 м, залежи обводнены. Средние содержания цеолитов в залежи 15 %. Прогнозные ресурсы по категориям  $P_2+P_3$  составляют 4,5 млн т [18, 134, 157].

## ДРАГОЦЕННЫЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ

**Алмазы.** В пределах изученной площади известны семь проявлений алмазов и большое количество МСА, отображённых в прилагаемой таблице. Алмазы приурочены к палеогеновым (III-5-22; II-6-47); среднеюрским (II-1-56, II-2-35); нижнемеловым (I-3-2) и современным коллекторам (III-5-2, III-5-19). Три из них выявлены [51, 77, 114, 115, 170] при проведении поисковых и тематических работ на алмазы на площади Павловского прогнозируемого кимберлитового района (ПКР) в палеогеновых отложениях уч. Мамоновка (III-5-22) и современных коллекторах участков Россоховатое (III-5-19) и Копанки (III-5-2).

С алмазами встречены пиропы гранулометрического класса  $-1+0,5$  мм. Зерна несут следы интенсивного гипергенного растворения кубоидного типа, формирующегося в условиях кор выветривания [3]. Состав гранатов (196 зерен) был изучен на рентгеноспектральном микроанализаторе JXA-8800R фирмы Jeol в Центральной аналитической лаборатории Ботуобинской ГРЭ АК «АЛРОСА». Среди них установлено присутствие единичных пиропов алмазной ассоциации дунит-гарцбургитового парагенезиса [48].

На уч. Россоховатое (III-5-19) выявлены два кристалла алмаза размером 0,3 мм и 1,3 мм [76, 114]. В совокупности с алмазами несомненный интерес представляют находки пикроильменита без признаков механического износа. Точки, соответствующие составу данного пикроильменита на диаграмме  $MgO-TiO_2$ , попадают в наиболее магнезиальную часть пикроильменита, что характерно для пикроильменитов из кимберлитов. По химическому составу они аналогичны «осетровским».

Один кристалл алмаза был найден в мелкообъемной пробе (1,1 м<sup>3</sup>), отобранной из делювиально-пролювиальных отложений днища временного водотока на уч. Копанки. Он представлен чуть поврежденным прозрачным бесцветным ромбододекаэдром с округленными гранями и ребрами, размером  $-1+0,5$  мм, весом 1,2 мг. На гранях отмечаются шагреньевые скульптуры. Кристалл содержит бесцветное включение другого алмаза [170].

Проявление II-6-47 выявлено сотрудниками Воронежского государственного университета в результате рекогносцировочного опробования осадочного чехла Воронежской антеклизы. Один алмаз встречен в пробе, отобранной из базальной части сумского надгоризонта в разрезе Ержовка на р. Татарка (Новохоперский район). Он представлен изношенным осколком предположительно октаэдра размером  $0,25 \times 0,20 \times 0,20$  мм. В ассоциации с алмазом встречены оливин, пиропы и хромшпинелиды [42].

При проведении поисковых работ на пески в Касторенском районе [80] Воронежского ПКР установлено несколько мест концентраций мелких алмазов в аптских и альбских песках двух сближенных карьеров. В аптском карьере опробованы пески кварцевые мелкозернистые, с примесью (10%) грубозернистого. В них установлены 42 знака с объема 0,24 м<sup>3</sup>. В альбском карьере из песков с примесью гравийных зерен кварца из двух точек извлечено семь зерен алмазов с общего объема 0,05 м<sup>3</sup>. Средние размеры алмазов 0,03–0,05 мм. Размеры поликристаллических сростков достигают 0,25 мм. Окраска алмазов зеленая, желтовато-зеленая. Подавляющее большинство из них представлены сростками, среди которых присутствуют сростки кубо-октаэдров, октаэдров и алмазов неопределенного габитуса. Встречены единичные кубо-октаэдры, у которых грани имеют скелетное строение. Все алмазы в том или ином количестве содержат черные включения. Алмазы сопровождаются единичными находками хромшпинелидов и пиропов разнообразной окраски и наличием в последних (в ряде случаев) зерен с реликтами скульптурированных поверхностей.

Единичные находки алмазов [79, 111] известны в гравийно-галечных отложениях мещерского надгоризонта в результате представительного опробования обнажений (3000 кг) Лебединского карьера (II-2-35) Воронежского

**Минеральный состав тяжелых фракций в терригенных отложениях поисковых участков  
на алмазы территории листа М-37**

№ п/п	Местоположение (участок)	Возраст	Объем пробы	Содержание алмазов и минералов-спутников алмазов							Краткая характеристика опробованных отложений
				1	2	3	4	5	6	7	
				Алмаз	Пироп	Пикро- ильме- нит	Оли- вин	Муас- сонит	Хром- дио- псид	Хром- спи- нелид	
<b>Курско-Белгородский ПКР</b>											
1	Населенный пункт Яковлево II-1-56	Q	30 л		зн.					зн. 1 а. а.*	Аллювиальные отложения современ- ных водотоков
2		P-Q	50 л		4		зн.			4	Мелкозернистые пески с приме- сью грубозернистых
3	Реутский	J <sub>2</sub> bt	–	1	зн.	зн.				зн.	Грубозернистые и разнозернистые пески
<b>Воронежский ПКР</b>											
4	Населенный пункт Касторное I-3-2	K <sub>1</sub> al	0,05 м <sup>3</sup>	7	2			4		4	Песок мелкозернистый с гравий- ными зернами кварца
5		K <sub>1</sub> ap	0,24 м <sup>3</sup>	42	5			6		6 (2 а. а.)	Мелкозернистые пески с приме- сью грубозернистых (10%)
6	Лебединский карьер II-2-35	K <sub>1</sub> al	0,3 м <sup>3</sup>		24	зн.	зн.				Базальный горизонт на аптской коре выветривания
7		J <sub>2</sub> bt	–	1	1 а. а.						Базальный горизонт
<b>Павловский ПКР</b>											
8	Копанка III-5-2	Q	1,1 м <sup>3</sup>	1	зн.	зн.					Мелкообъемная проба из делю- виально-солифлюкционных отло- жений
9		K <sub>1</sub> sb	50 л							126	Пески симбирского горизонта аптского яруса

№ п/п	Местоположение (участок)	Возраст	Объем пробы	Содержание алмазов и минералов-спутников алмазов							Краткая характеристика опробованных отложений	
				1	2	3	4	5	6	7		
				Алмаз	Пироп	Пикроильменит	Оливин	Муассонит	Хромдиопсид	Хромшпинелид		
10	Копанка III-5-2	D <sub>3</sub> cp	20 л		зн.	зн.			зн.	зн.	Песчаные отложения чаплыгинской свиты	
11	Населенный пункт Россоховатое III-5-19	Q	20 л	2		38				1 а.а.	Современный аллювий сухих русел	
12		P <sub>2</sub> bc	–							зн.	Терригенные отложения, грубозернистые, внутрiformационные	
13	Мамоновка, Русская Журавка III-5-22	N <sub>1</sub> an	–							4	Пески аллювиально-русловые	
14		P <sub>2</sub> bc	1 м <sup>3</sup>	3		19	зн.			20	Терригенные отложения, грубозернистые, внутрiformационные	
15		P <sub>2</sub> kn+bc	1 м <sup>3</sup>		24							Пески разнозернистые с гравийными зернами
16		D <sub>3</sub> pt				>1000						Туфогенно-терригенные образования
17	Павловск	Q				9			5	1864	Подморенные пески, средне- и грубозернистые	
18		N <sub>2</sub> ur								32	Пески аллювиальные	
19		K <sub>2</sub> br					5			18 216	Пески разнозернистые	
20		K <sub>1</sub> cn					зн.			44	Песчано-глинистые отложения	
21		D <sub>3</sub> js					>1000				528	Туфопесчаники, прибрежно-морские условия
22		D <sub>2</sub> ar					зн.	зн.		зн.	зн.	Песчано-алевритовые осадки

23	Осетровка	Q				до 20 000, 5 кр/об			500	Пески аллювиальные	
24		K <sub>2</sub> br							2200	Гравийно-галечные отложения	
25		D <sub>3</sub> js								Пески и туфопесчаники	
26		D <sub>3</sub> mm	20 л		1					32	Континентальные песчано-глинистые отложения, грубозернистые
27		D <sub>3</sub> cp	20 л							7	Пески чаплыгинской свиты
28	Населенный пункт Ярцев	Q	1 м <sup>3</sup>		3	зн.		зн.	755 (1 а. а.)	Пески средне-крупнозернистые, современная пойма	
29		D <sub>2</sub> ar	20 л						13	Песчаники с туфогенной примесью	
30	Населенный пункт Лиманское	N <sub>2</sub> bg	60 л					2	14	Среднезернистые пески белогорской свиты	
31		K <sub>2</sub> br	40 л			зн.			804	Гравийно-галечные отложения	
32		K <sub>1</sub> cn							2303	Гравийно-галечные отложения	
33	Кисляй, Котовка	Q	–					зн.		Пойменные отложения	
34		P <sub>2</sub> bc	–			6				Разнозернистые пески	
35		K <sub>2</sub> cm				зн.	зн.	зн.	зн.	Песчаные отложения сеномана	
36		K <sub>1</sub> sb	30 л			зн.				Пески аптского яруса	
37	Ержовка II-7-47	P <sub>2</sub> sm	0,3 м <sup>3</sup>	1	4	зн.	зн.		зн.	Базальный горизонт сумской свиты	

\* а. а. – алмазная ассоциация.

ПКР и керна скважин Курско-Белгородского ПКР у н. п. Яковлево (П-1-56) в Белгородской области [85]. Размеры кристаллов не превышают 0,8 мм. Алмаз представлен желтовато-зеленым обломком октаэдра. Минералы-спутники немногочисленны и показаны в табл. 10.

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### Магматические породы

**Граниты.** На площади работ выявлены два месторождения гранитов в районе г. Павловск и вблизи г. Губкина [31, 32, 33, 65, 106]. Павловские граниты (Ш-5-28 и 38) имеют массивную, местами разгнейсованную текстуру без видимых следов выветривания. Породы перекрыты отложениями от верхнего девона до квартера включительно, общая мощность вскрыши в среднем составляет 41 м. Граниты пригодны для производства бутового камня, щебня, брусчатки, бортовых камней и облицовочных плит. Запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 470,3 млн м<sup>3</sup>.

Месторождение Коробковское (П-2-12), расположенное рядом с г. Губкин, сложено кварцевыми порфирами, пригодными для использования в качестве облицовочного камня. Они хорошо полируются, устойчивы к атмосферному воздействию, имеют высокие декоративные показатели. Мощность вскрыши колеблется от 70 до 145 м. Прогнозные запасы камня по категории Р<sub>2</sub> до глубины 1000 м оценены в 101,9 млн м<sup>3</sup>.

### Карбонатные породы

**Известняк.** Месторождения известняков сконцентрированы на юге территории, в районе выходов средне- и верхнекаменноугольных пород. Основной продуктивной толщей являются известняки авиловской свиты верхнего карбона. Средняя мощность известняков 21,6 м. По своим физико-механическим свойствам породы могут быть использованы для производства бута и щебня (ГОСТ 8267–82), а также могут быть использованы для производства воздушной извести 1-го и 2-го сортов и в качестве сырья для флюсов. Из десяти учтенных в Госбалансе месторождений разрабатываются только пять, остальные законсервированы. Физико-механические свойства пород: объемная масса 2,62–2,77 г/см<sup>3</sup>, плотность 2,65–2,79 г/см<sup>3</sup>, пористость истинная – 0,37–4,60%, водопоглощение – 0,2%, предел прочности при сжатии – 637–1895 кг/см<sup>2</sup> (в сухом состоянии), коэффициент морозостойкости – 0,71–1,0. Содержание Са колеблется от 52,5 до 55,42%; SiO<sub>2</sub> от 1,21 до 3,61%. Мощность вскрышных пород колеблется от 0 до 74 м. Общие запасы сырья по категориям А+В+С<sub>1</sub> оцениваются в 211 393 тыс. м<sup>3</sup> [31, 32, 33].

**Мел.** Все месторождения мела на площади листа связаны с отложениями губкинского, северского и редко шиловского надгоризонтов верхнего мела и расположены в северо-западной и центральной частях листа. Мощность полезной толщи колеблется от 15 до 42 м, иногда достигая 85 м. Мощность



вскрыши редко превышает 1 м. Химический состав мела (%):  $\text{CaCO}_3$  – 95,79–98,36,  $\text{MgCO}_3$  – 0,41–1,67,  $\text{SiO}_2$  – 0,51–1,21,  $\text{TiO}_2$  – 0,01–0,07,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – до 0,4,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,1–0,3,  $\text{MnO}$  – 0,04–0,06. Меловые толщи характеризуются чистотой и выдержанностью состава на всей разведанной площади и пригодны для производства строительной воздушной магнезиальной быстрогасящейся высоко экзотермической извести первого класса, а также для производства молотого и комкового мела классов Б и В, редко класса А. Балансовые запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют свыше 21 млн т [31, 32, 33].

**Мергель.** Разведанные месторождения мергелей приурочены к шиловскому и северскому надгоризонтам верхнего мела. Породы плотные с прослоями более глинистых или более карбонатных разностей. Мергели пригодны для производства портландцемента и минеральной ваты. Химический состав мергелей (%):  $\text{SiO}_2$  – 40,85–43,16,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 4,86–7,30,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 2,63,  $\text{CaO}$  – 24,03–25,13. Утвержденные балансовые запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 15,45 млн т [31, 32, 33].

**Диатомит.** Месторождения и проявления диатомита приурочены к отложениям обуховского и межигорского горизонтов палеогена. Он используется в производстве легковесного кирпича в качестве активных и гидравлических добавок в вяжущие вещества взамен части цемента, как наполнитель в легкие растворы и в легкие бетоны, в качестве термоизоляционного материала [31, 32].

## Глинистые породы

Глинистое сырье, представленное глинами кирпично-черепичными и керамзитовыми, выявлено в отложениях от девона до квартера.

**Глины и суглинки кирпичные и черепичные.** На площади листа выявлено большое количество месторождений кирпично-черепичного сырья, приуроченного главным образом к четвертичным образованиям и, в меньшей мере, к отложениям неогена, палеогена, юры и девона. Девонские и юрские глины отличаются повышенной засоренностью (до 76%) крупнозернистыми включениями, литологической невыдержанностью и изменчивостью свойств. Они являются низкокачественным сырьем и пригодны только для производства кирпича.

Глины киевской свиты эоцена плотные, слоистые, в подошве местами сильно ожелезненные, по составу гидрослюдистые, реже монтмориллонитовые. По гранулометрическому составу относятся к высокодисперсному и высокопластичному сырью. Содержание  $\text{SiO}_2$  в среднем 60%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 13–14%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 15%. Эти глины пригодны для производства керамических изделий с пористым черенком, а также для получения кирпича по методу сухого прессования. Глина с добавкой 40% отощителя пригодна для получения пустотелых керамических блоков.

Эоплейстоценовые суглинки и глины с добавкой 10% песка или 2% молотого угля пригодны для производства щелевого пятистенного кирпича

марки 75 методом полусухого прессования, а с добавкой 30% песка – для производства полнотелого кирпича марки 100 методом пластичного формирования.

Неоплейстоценовые аллювиальные глины и суглинки, слагающие надпойменные террасы в долинах рек Хопер, Дон и др., являются грубодисперсными и умеренно пластичными и подходят для производства кирпича марок 75, 100, 150 методом пластического формирования.

Но самое большое количество месторождений кирпично-черепичного сырья связано с эолово-делювиальными накоплениями водоразделов и склонов позднего неоплейстоцена. Полезная толща – суглинки, реже глины дисперсные и грубодисперсные, умеренно пластичные, с низким содержанием включений, пригодны для получения обыкновенного кирпича марок 100 и 125 методом пластичного формирования с обязательной добавкой отощителя – угля (до 1,5%) (ГОСТ 530-54) [31, 32, 33, 157].

**Глины керамзитовые.** Основная масса выявленных на территории листа месторождений керамзитовых глин связана с позднеоплейстоценовыми эолово-делювиальными накоплениями водоразделов и склонов и по одному с эоценом и средней юрой.

Керамзитовые глины, связанные с мещерским горизонтом средней юры, выявлены только на северо-западе площади работ. Средняя мощность толщи около 20 м, мощность вскрыши не более 1,5 м. Объемная масса 0,53 г/см<sup>3</sup>, температура вспучивания 1160 °С, коэффициент вспучивания 3,66. Основным породообразующим минералом является гидрослюда. Эти глины пригодны для получения керамзитового гравия.

Керамзитовые глины киевской свиты эоцена выявлены на севере территории и имеют мощность 11 м. Глины очень пластичные, слабопесчанистые, дисперсные, с малым количеством крупных включений, подходят для получения керамзитового гравия.

Суглинки и реже глины неоплейстоцена средней мощностью около 10 м являются плотными, вязкими, температура вспучивания 1150 °С, используются для получения керамзитового заполнителя марки 700 [31, 32, 33, 88].

## Обломочные породы

**Песчано-гравийный материал.** Единственное на территории работ месторождение песчано-гравийного материала – Семилукское (I-4-9) – приурочено к современным аллювиальным отложениям русловой фации р. Дон. Полезная толща сложена мелко- и крупнозернистыми песками с содержанием гравия до 18,3%. Мощность песков в среднем 8,7 м, мощность вскрыши – до 4,5 м. Пески обводнены. Пески и гравий пригодны в качестве наполнителя для бетонов всех марок, а также на дорожные работы. По экологическим соображениям с 2000 г. эксплуатация месторождения прекращена [32].

**Песок строительный.** Строительные пески связаны с отложениями девона, эоцена, верхнего мела и квартера. Большинство разведанных месторождений связано с четвертичными и олигоцен-миоценовыми отложениями,

но наибольший интерес представляют пески симбирского и цининского горизонтов нижнего и брянского надгоризонта верхнего мела. Эти пески мелко- и среднезернистые, местами гравийные, с включениями щебня и гальки кристаллических пород и песчаников, глинистые, часто обводненные. Они подходят для производства бетона, а также силикатных стеновых материалов автоклавного твердения, незначительная часть этих песков в естественном состоянии соответствует требованиям ГОСТ для изготовления штукатурных растворов.

Эоценовые пески приурочены к каневскому и бучакскому горизонтам. Они мелко- и среднезернистые кварцевые, общая глинистость 0,3–10,3%. Средняя мощность – около 4,5 м.

Строительные пески четвертичного возраста делятся на аллювиальные и флювиогляциальные. При этом 70% добычи приходится на первые. Эти пески развиты в долинах большинства крупных и средних рек листа. Они мелко- и среднезернистые, реже крупнозернистые преимущественно кварцевые. Мощность варьирует от 5,4 до 14,3 м. Вскрыша местами достигает 8–9 м. Они пригодны для производства силикатного кирпича, стеновых силикатных блоков, для приготовления строительных растворов и для других общестроительных целей. Флювиогляциальные пески – разномерные, с мелкой галькой, развиты в северной и северо-восточной части территории [31, 32, 33].

**Песчаник.** Практически все разведанные на площади листа месторождения песчаников связаны с отложениями авиловской и исаевской свит верхнего карбона, расположены на самом юге территории и на отдельных месторождениях разрабатываются совместно с известняками. Используются для производства бута и щебня. Пески-отсевы при производстве щебня могут использоваться для изготовления бетона и асфальтобетонных смесей (ГОСТ 8736-77 и ГОСТ 9128-76). Из всего количества месторождений каменноугольных песчаников разрабатывается только незначительная часть, а остальные находятся в резерве.

Единичные месторождения песчаников на северо-востоке территории сложены кварцитовидными песчаниками, залегающими в виде прослоев в каневских и бучакских песках (II-6-37, III-6-4). Песчаники не выдержаны по мощности, площади распространения и качеству. По основным параметрам они соответствуют требованиям ГОСТ для производства дорожного щебня [31, 32, 33, 157].

## ПРОЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

**Кварцит.** Месторождения кварцитов находятся только на юге листа и приурочены к каневско-бучакским отложениям. Мощность полезной толщи в среднем 0,9 м. Форма залежей линзовидная. Кварциты используются для получения щебня и как кварцсодержащее металлургическое сырье в качестве добавки в шихту [157].

**Песок формовочный.** Месторождения формовочных песков приурочены к четвертичным аллювиальным отложениям. Средняя мощность полезной

толщи 10,7 м, средняя мощность вскрыши 3,2 м. По минералогическому составу пески кварцевые с небольшим содержанием полевых шпатов и акцессорных минералов, в незначительном количестве также присутствуют органические примеси и слюды [31, 32, 33, 134].

**Глины красочные.** Месторождения этого сырья связаны с эоценовыми и олигоценовыми отложениями (киевский, обуховский и межигорский горизонты, полтавский надгоризонт). Глины легкоплавкие с высоким содержанием  $Fe_2O_3$  отличаются значительной чистотой, большой однородностью и высокой дисперсностью. Залежи характеризуются небольшими размерами полезной толщи средней мощностью 0,58 м с общими запасами по категориям А+В+С<sub>1</sub> 2,17 млн т [18, 31, 32].

## ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Одним из ведущих видов полезных ископаемых на территории работ являются подземные воды, как используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и нужд сельскохозяйственного и промышленного производства, так и минеральные.

**Лечебные минеральные воды.** Это воды с повышенным содержанием полезных биологически активных компонентов, повышенного ионного и газового состава, либо общим ионно-солевым составом. По состоянию на 1.01.2004 г. на площади листа нет ни одного месторождения минеральных вод, прошедшего Государственную экспертизу. Но по результатам геологосъемочных, гидрогеологических и других специализированных работ здесь отмечен ряд проявлений лечебных минеральных вод, приуроченных к архейско-нижнепротерозойскому, девонскому и каменноугольному водоносным комплексам.

С архейско-нижнепротерозойским водоносным комплексом связаны радоновые воды: нейтральные, холодные, не содержащие попутных компонентов, имеющих промышленное значение. По концентрации радона относятся к слабо- и среднерадоновым (местами отмечают радоновые воды с содержанием радона 200–800 эман). Средняя глубина залегания от 140 до 900 м. Согласно бальнеологическим заключениям РНЦ медицинской реабилитации и физиотерапии, могут использоваться для наружного применения в виде радоновых ванн. С девонским и каменноугольным водоносными комплексами связаны проявления метановых и азотных вод. Воды, приуроченные к девонскому комплексу, высокоминерализованные (26–30 г/дм<sup>3</sup>), хлоридные, кальциево-натриевые, холодные, бальнеологического назначения. Воды, связанные с каменноугольными отложениями, среднеминерализованные (9–11 г/дм<sup>3</sup>), хлоридно-натриевые, лечебно-питьевого назначения (см. гл. «Гидрогеология») [151, 174, 179, 191, 192].

## ГРЯЗИ ЛЕЧЕБНЫЕ

На площади листа разведаны четыре месторождения лечебных грязей. Они (I-1-19; I-1-27; I-4-12; Ш-5-5) **представляют собой торфяные пресноводные** высокозольные бессульфидные грязи. Площади месторождений от 0,76 и 3,0 км<sup>2</sup>. Мощность слоя грязи 1,5–2 м. Степень разложения торфа 33–55%, зольность 15–60%, минерализация грязевого отжима 4,1–4,7 г/дм<sup>3</sup>. Запасы по категории С<sub>2</sub> подсчитаны в размере 450 тыс м<sup>3</sup> [181].

---

---

---

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЙОНА

Рассматриваемая площадь имеет длительную и сложную историю геологического развития, что определяет широкий спектр выявленных здесь месторождений полезных ископаемых.

В докембрийской геологической истории Воронежского кристаллического массива (ВКМ) можно выделить пять этапов, отражающих тектоническую и палеогеодинамическую специфику развития региона [16]. Каждый этап характеризуется определённым формационным составом породных комплексов, спецификой тектоно-метаморфической истории и металлогении.

Раннеархейский нуклеарный этап соответствует режиму становления блоков раннеархейской стабилизации и гранитогнейсовых купольных структур. Образования этого этапа представлены обоянским метабазит-гранулит-гнейсовым комплексом. Минерагения этапа характеризуется очень ограниченным числом рудных формаций и их низкой продуктивностью. В породах нижнего архея ВКМ известны проявления железистых кварцитов и небольшое число пунктов медно-никелевой минерализации в метакоматиит-метабазальтовых толщах.

Для позднеархейского этапа развития ВКМ характерно проявление рифтогенеза (образование зеленокаменных поясов) и процессов орогенеза (формирование гранитоидного основания).

Структурно-формационный комплекс этапа зеленокаменных поясов представлен метакоматиит-метабазальтовой, железисто-кремнисто-метабазитовой, кристалло-сланцевой–амфиболитовой, эндербит-амфиболитовой формациями александровской и лебединской серий и дунит-перидотит-габбровой сергеевской ассоциаций. Минерагения зеленокаменных поясов изучена недостаточно. В настоящее время известны непромышленные проявления железистых кварцитов, сульфидной медно-никелевой минерализации в коматиитах и ультрабазитах, залежи серноколчеданных руд, а также пункты золото-арсенопиритовой минерализации.

С орогенным (коллизийным) этапом позднего архея, пространственно совпадающим с зеленокаменными поясами, связаны мигматит-плагиограниты салтыковского комплекса, а также микроклиновые граниты и мигматиты атаманского комплекса. Они специализированы на медно-молибденовое и редкометалльное оруденение, но промышленных объектов в настоящее время не выявлено.



Наиболее интересны в минерагеническом отношении раннепротерозойские этапы формирования большинства докембрийских щитов и массивов, в том числе и ВКМ. Ранний протерозой – время активных тектоно-магматических процессов: образование рифтов и перикратонных впадин, проявление орогенных процессов (коллизии), которые сопровождались мощным контрастным интрузивным и эффузивным магматизмом.

Формирование рифтогенных впадин происходило в КМА главным образом в пределах позднеархейских зеленокаменных поясов, реже образовывались самостоятельные структуры. Рифтогенные структурно-формационные комплексы включают в себя терригенную железисто-кремнистую формацию (курская серия) и терригенно-углеродистые и вулканогенно-осадочные отложения роговской, яковлевской, белгородской и тимской свит. С нижнепротерозойским рифтогенезом на ВКМ связаны наиболее продуктивные рудные формации: уникальные месторождения железистых кварцитов КМА и перспективное комплексное благороднометалльное оруденение в черных сланцах (тимско-ястребовский тип). Отмечаются также мелкие проявления металлоносных конгломератов (уран, золото), полиметаллов и колчеданной минерализации. В Эртиль-Калачской зоне в этот период формировался Воронцовский эпикратонный прогиб, выполненный преимущественно флишем.

Орогенная (коллизионная) стадии характеризуются высокой эндогенной активностью и мощным проявлением магматизма в бортах раннепротерозойских рифтов в зонах рассеянного спрединга Воронцовской перикратонной впадины и в Лосевской шовной зоне. Спектр магматических формаций достаточно широк и включает в себя мафит-ультрамафитовые (мамонский, еланский, золотухинский) комплексы, а также гранитоидные формации.

Для дунит-перидотит-габбро-норитовых интрузий (мамонский комплекс) характерно проявление сульфидной платиноносной медно-никелевой формации, а для еланского норит-диоритового комплекса – сульфидного платино-кобальт-никелевого оруденения. Данные рудные формации являются одними из наиболее перспективных для ВКМ, хотя в настоящее время выявлены только мелкие месторождения и около двух десятков рудопроявлений.

Менее значительную роль играют гранитоидные формации. С габбро-диорит-гранодиоритовой формацией (ольховский комплекс) связаны незначительные проявления золота. В мигматит-гранит-граносиенитовой и плагио-гранитной формациях (павловский комплекс) отмечены уран, кобальт, никель, медь, цинк, титан, ванадий. Гранитная формация (бобровский комплекс) специализирована на литий, рубидий, бериллий, ниобий, тантал, висмут, олово и молибден. В настоящее время промышленных концентраций этих элементов не выявлено, но наличие многочисленных пунктов и точек минерализации свидетельствует о высокой потенциальности гранитоидов.

С коллизионным этапом развития связаны и весьма перспективные гидротермальные золото-кварцевая и золото-сульфидно-кварцевая формации. Проявления данных рудных формаций контролируются зонами глубинных разломов, которые «активизировались» в орогенный этап. Оруденение встречается в породах михайловского комплекса, выполняющих зеленокаменные пояса, в железорудных комплексах курской серии и породах яковлевской, роговской, белгородской и тимской свит.

Ранне- и позднеплатформенный (позднекарельский) этап характеризуется проявлениями габбро-долеритовой (новогольский и смородинский комплексы), щелочно-ультраосновной с карбонатами (дубравинский комплекс), сиенитовой и щелочно-сиенитовой (шебекинский и артюшковский комплексы) формаций и малых гранитных интрузий и жил (малиновский комплекс). Наибольший интерес представляют собой массивы габбро-долеритов, в связи с которыми известны крупные платиноидно-медно-никелевые месторождения (Норильск, Инсизва и др.). Оруденение других платформенных магматических комплексов представлено апатит-магнетитовыми, уран-редкометаллическими и редкометаллическими рудами, не имеющими промышленного значения.

Рифейско-фанерозойский этап связан с разноранговыми линейными зонами тектонической активизации субмеридионального и субширотного простираний.

Минерагения рифей-фанерозойского этапа активизации, неравномерно и недостаточно изученная, представлена богатыми остаточными железными рудами, бокситами и силикатно-никелевыми корами выветривания, бедной сфалерито-кварцитовой, кальцит-халькопиритовой, флюоритовой, полиметаллической, марганцовистой и урановой минерализацией, а также проявлением радоновых вод. О перспективности рудной минерализации, выявленной по незначительным геологическим или геохимическим данным, судить трудно.

Таким образом, Воронежский кристаллический массив характеризуется высоким минерагеническим потенциалом, проявленным на разных этапах истории его геологического развития. Помимо крупнейшего железорудного бассейна КМА, здесь выявлены месторождения и большое количество рудопроявлений никеля, меди, кобальта, графита, золота, платиноидов, молибдена и радиоактивных элементов. Аналогично другим докембрийским районам мира, длительный (ранний архей–протерозой) процесс формирования земной коры ВКМ сопровождался нарастанием рудогенеза – от раннего нуклеарного этапа к раннеплатформенному.

### **Минерагеническое районирование фундамента Воронежского кристаллического массива**

В пределах рассматриваемой территории кристаллический фундамент, сложенный породами нижнего докембрия, повсеместно перекрыт осадочным чехлом палеозоя, мезозоя и кайнозоя мощностью от нескольких десятков метров до 3 км. Представления о геологическом строении фундамента и его металлогении основаны главным образом на данных бурения и комплексных геофизических исследований. В связи с этим мы имеем очень неполную картину геологического строения и размещения полезных ископаемых на ВКМ.

По особенностям глубинного строения, совокупности структурно-формационных признаков, истории геологического развития, проявления эпох рудообразования и характеру пространственного размещения полезных ископаемых на ВКМ выделяются три крупных минерагенических подразделения: Курская минерагеническая провинция (КМА), Эртиль-Калачская минерагеническая провинция и разделяющий их Лосевский минерагенический пояс.

Провинция КМА характеризуется сложным строением и включает в себя:

жесткие блоки ранне-позднеархейской консолидации, позднеархейские зеленокаменные пояса и раннепротерозойские рифтогенные структуры. Все эти структуры ограничены региональными зонами глубинных разломов и различаются по тектоническому режиму, внутреннему строению, характеру метаморфизма и ассоциациям магматических формаций и соответственно по строению и интенсивности геофизических полей.

Блоки раннеархейской консолидации и позднеархейские зеленокаменные пояса в настоящее время характеризуются очень низким минерагеническим потенциалом, и их перспективность невелика. В раннеархейских блоках известны рудопоявления и пункты железисто-кремнисто-гнейсовой графитовой и сульфидной медно-никелевой формаций, а также единичные проявления наложенной золотой, молибденовой и полиметаллической минерализации, не имеющие промышленного значения. В зеленокаменных поясах развиты бедные железистые кварциты и проявления сульфидной медно-никелевой минерализации в коматиитах и мафит-ультрамафитах сергиевского комплекса, рудный потенциал которых крайне низок. Мало перспективны и проявления наложенной золоторудной минерализации. В архейских комплексах на территории листа выделены: Курско-Валуйская (2) и Колпнянско-Колтуновская (4) минерагенические зоны, в которых развита гидротермальная кварц-сульфидная минерализация (Mo, Cu, Zn, Au, Ag). Промышленные объекты в зоне не выявлены, но отмечаются проявления и пункты сульфидной минерализации, что свидетельствует о минерагенической специализации зон.

Основной металлогенический потенциал провинции определяют раннепротерозойские рифтогенные структуры, к которым приурочены уникальные железорудные месторождения, перспективные проявления золото-платино-металльного оруденения в высокоуглеродистых породах и золото-сульфидно-кварцевого оруденения в железистых кварцитах курской серии.

На площади листа в пределах КМА выделяются две минерагенические зоны: Михайловско-Белгородская (1) и Алексеевско-Воронецкая (3), приуроченные к нижнепротерозойским рифтогенным структурам северо-западного простирания. В пределах металлогенических зон наиболее перспективны грабен-синклинали, где интенсивно проявлено осадконакопление и разный по составу магматизм, что способствовало формированию рудных концентраций.

Михайловско-Белгородская минерагеническая зона (1) занимает центральное положение в КМА. Простирание зоны меняется с северо-западного в южной части до субмеридионального на севере. Зона совпадает с одноименной рифтогенной структурой, которая состоит из двух крупных грабен-синклиналей (Михайловской на севере и Белгородской на юге зоны), соединяющихся между собой относительно узкой зоной развития более мелких складок. Основная минерагеническая специализация Михайловско-Белгородской МЗ – железо и золото.

В пределах листа карты располагается Белгородская грабен-синклиналь, к которой приурочены месторождения железистых кварцитов, в основном курской серии. Месторождения Белгородского рудного района (1.1) из-за большой мощности чехла (400–600 м) в настоящее время не эксплуатируются, несмотря на большие запасы (42 млрд т) и хорошее качество руд.

Отложения белгородской свиты, выполняющие ядерную часть грабен-синклинали, характеризуются широким развитием углеродистых сланцев, в которых отмечены повышенные содержания золота и платиноидов. По аналогии с Тим-Ястребовским рудным районом, здесь в контурах развития отложенный белгородской свиты выделяется Щебекинская перспективная площадь (1.1.0.1), где возможно обнаружение промышленных проявлений золото-платинометалльной черносланцевой формации. Прогнозные ресурсы района по категории  $P_3$  оцениваются в 400 т золота и 100 т МПГ. Следует отметить, что район характеризуется большой мощностью чехольных отложений, что затрудняет проведение планомерных поисков оруденения. По той же причине рентабельный промышленный объект должен иметь очень высокие содержания благородных металлов и значительные их запасы. В связи с этим прогнозируемый рудный район относится к объектам дальнесрочной перспективы.

Алексеевско-Воронецкая минерагеническая зона (3) размещается на востоке Курской металлогенической провинции (КМА) и приурочена к Оскольско-Орловской нижнепротерозойской рифтогенной структуре. Структура имеет сложное строение и представлена синклиналичными зонами, выполненными отложениями курской и оскольской серий, которые чередуются с куполовидными антиклинальными поднятиями, сложенными архейскими породами. Основная металлогеническая специализация этой минерагенической зоны представлена железорудным и благороднометалльным оруденением. Выявленные в пределах зоны единичные пункты бедной молибденовой, урановой и полиметаллической минерализации не представляют практического интереса.

В пределах рассматриваемой южной зоны выделяется Оскольский железорудный район (3.1) – Папковское, Лебединское, Стойленское, Погромецкое и другие месторождения, – обладающий огромными запасами железных руд. Оруденение представлено железистыми кварцитами курской серии.

К железистым кварцитам часто приурочены проявления золото-сульфидно-кварцевой формации. Все эти проявления не имеют самостоятельного промышленного значения, но ряд крупных месторождений железных руд района (Коробковское, Лебединское, Стойленское) эксплуатируется, и возможна попутная добыча золота. Прогнозные ресурсы золота по категории  $P_3$  оценены в 70 т [107].

Перспективным типом благороднометалльного оруденения в зоне является платиноносная золото-сульфидная черносланцевая формация.

Золото-платинометалльное оруденение приурочено к наиболее крупным грабен-синклиналям зоны на участках их максимального прогиба, где развиты высокоуглеродистые отложения тимской и роговской свит.

В настоящее время в Алексеевско-Воронецкой МЗ выделен Тим-Ястребовский рудный узел (3.0.1), приуроченный к одноименной грабен-синклинали, где, по результатам работ прошлых лет, выявлены значительные проявления благородных металлов (Тимское, Воскресеновское, Кшенское и др.). Прогнозные ресурсы рудного района составляют по категориям  $P_1 + P_2 + P_3$  1314 т золота и 344 т МПГ [146].

В качестве перспективной площади выделяется слабо изученная Волотовская грабен-синклиналь (3.0.0.1), сложенная теми же породами, что и

Тим-Ястребовская, где в черных сланцах выявлены проявления и пункты благороднометалльной минерализации. По аналогии с Тим-Ястребовским рудным районом, с учетом геометрических параметров Волотовской структуры, прогнозные ресурсы прогнозируемого района по категории  $P_3$  оцениваются в 250 т золота и 70 т МПГ.

Лосевский минерагенический пояс разделяет минерагенические провинции КМА и Эртиль-Калачскую и совпадает с Лосевской шовной зоной. Эта активная в тектоническом отношении зона сложена полным комплектом образований докембрия от архея до нижнего протерозоя, прорванных многочисленными и разнообразными по составу интрузиями (павловский, усманский, ольховский и другие комплексы). Лосевская зона представляет собой раннепротерозойский рифтогенный бассейн, подвергшийся мощной карельской складчатости (коллизии). В минерагеническом отношении Лосевский минерагенический пояс изучен слабо, и здесь выявлено небольшое количество проявлений и пунктов золотой, полиметаллической и урановой минерализации. В связи с этим, минерагеническое районирование Лосевского пояса в настоящее время во многом условно. На территории пояса выделяются Хохольско-Павловская МЗ (1.3) с уран-ториево-редкоземельной специализацией и Воронежско-Липецкая – с золото-медно-свинцово-цинковым оруденением. Вместе с тем, по аналогии с подобными структурами других докембрийских областей мира, Лосевский пояс может обладать высоким минерагеническим потенциалом.

Эртиль - Калачская минерагеническая провинция на изучаемой территории пространственно совпадает с Воронцовским эпикратонным прогибом [8, 117]. Эта структура северо-западного простирания имеет протяженность 700 км при ширине 80–300 км. Характерными особенностями Воронцовского прогиба являются: «тяжелая» ( $2,81–2,83 \text{ г/см}^3$ ) по сравнению с блоком КМА земная кора; отрицательный уровень магнитного поля; автономное развитие прогиба и его пространственно временная сопряженность с шовными и внутрикратонными складчато-глыбовыми зонами в сопредельных блоках; преобладание терригенно-осадочного накопления при слабом вулканизме; низкий метаморфизм пород (зеленосланцевая, эпидот-амфиболитовая фации); широкое развитие северо-западных разломов, контролирующих размещение различных по возрасту и составу магматических образований (интрузии дунит-перидотит-габбро-норитов, ортопироксенит-норит-диоритов, габбро-долеритов, субщелочных гранитов и комплексы щелочных пород). Ведущим полезным ископаемым Эртиль-Калачской провинции являются сульфидные платиносодержащие медно-никелевые руды.

Сульфидное медно-никелевое оруденение связано с раннепротерозойским мафит-ультрамафитовым магматизмом: мамонский дунит-перидотит-габбро-норитовый, еланский пироксенит-диоритовый и новогольский габбро-долеритовый комплексы.

Размещение потенциально никеленосных массивов в Эртиль-Калачском блоке контролируется зонами рассеянного спрединга северо-западного простирания. Выделяются три структурно-металлогенические зоны, характеризующиеся разновозрастным и разноформационным проявлением мафит-ультрамафитового магматизма:

Мамонско-Шишовская зона (7) с древним для блока мамонским комплексом интрузий (дунит, перидотит, габбронорит), с которой связано платиноносное медно-никелевое оруденение.

Новохоперско-Архангельская зона (8) с более молодым, еланским комплексом интрузий пироксенит-норит-диоритовой формации, несущей платиносодержащее существенно никелевое оруденение.

Новогольско-Жердевская зона (9) – со слабо изученными наиболее молодыми интрузиями габбро-долеритов трапповой формации, перспективными на обнаружение малосульфидных платинометаллических и платиноносных медно-никелевых руд норильского типа.

Мамонско-Шишовская минерогеническая зона (7) располагается в краевой западной части Воронцовского блока на границе с Лосевской шовной зоной. Для зоны характерно широкое развитие интрузий мамонского комплекса. В пределах зоны установлено пять никеленосных рудных узлов: Аннинский (7.0.1), Песковатский (7.0.2), Ширяевский (7.0.3), Мамонский (7.0.4) и Пионерский (7.0.5), в которые объединены близко расположенные месторождения и рудопроявления. По данным геологов «Воронежгеологии» [145], прогнозные ресурсы выделенных в пределах территории листа узлов составляют: Аннинский (категория P<sub>2</sub>): Ni – 45 тыс т, Cu – 20 тыс. т; Песковатский (P<sub>2</sub>): Ni – 250 тыс. т, Cu – 179 тыс. т; Со – 30 тыс. т; Ширяевский (P<sub>3</sub>): Ni – 460 тыс. т, Cu – 360 тыс. т, Со – 66 тыс. т; Мамонский (P<sub>2</sub>): Ni – 723 тыс. т, Cu – 264 тыс. т, Со – 33 тыс. т; Пионерский (P<sub>3</sub>): Ni – 230 тыс. т, Cu – 150 тыс. т, Со – 30 тыс. т.

Анализ размещения никеленосных массивов в пределах зоны показал, что практически все они залегают в углеродистых сульфидоносных горизонтах воронцовской серии.

В последние годы появляется все больше данных о важной роли вмещающих интрузии пород для формирования медно-никелевого оруденения. По данным А. Д. Налдретта [32], подавляющее большинство сульфидных медно-никелевых месторождений Канады и Австралии размещаются в толщах обогащенных серой. В массивах отмечаются ксенолиты вмещающих пород, свидетельствующие о захвате магмой внешнего материала. На Печенгском рудном поле установлен литологический контроль оруденения сульфидоносными горизонтами вмещающих пород [52] и корреляция изотопных составов серы никелевого оруденения и серы сульфидов вмещающих месторождения терригенно-осадочных пород [69]. В Норильском районе отмечается преобладание в рудах «тяжелой» серы [13] и широкое развитие эвапоритов и обогащенных серой углей во вмещающих породах [19]. Экспериментальные данные о растворимости серы показали, что содержание ее в силикатных расплавах, отвечающих природным мафитовым и ультрамафитовым магмам, невелико и колеблется от сотых до 2–3 десятых долей процента [68]. В то же время в рудоносных интрузиях содержание серы составляет 0,4–1,8% [67]. Все эти данные свидетельствуют об образовании медно-никелевых месторождений при ассимиляции магмой серы из вмещающих пород.

Приуроченность рудоносных массивов мамонского комплекса к площадям развития углеродистых сульфидоносных пород может использоваться как региональный критерий прогнозирования новых перспективных площа-



дей. Такими площадями в Мамонско-Шишовской МЗ являются: Панинская (7.0.0.1), Слободская (7.0.0.2), Таловская (7.0.0.3), Воробьевская (7.0.0.4) и Даниловская (7.0.0.5), которые включают в себя группы массивов, залегающих в углеродистых сульфидоносных породах.

Известные в минерогенической зоне Нижнемамонское и Подколодовское никелевые месторождения нерентабельны для отработки. В связи с этим, для оценки прогнозных ресурсов выделенных площадей использовались параметры промышленного месторождения мамонского типа, рассчитанные специалистами «Гипроникеля» [107]. В результате рудный потенциал перспективных площадей по категории  $P_3$  составил: Панинская: Ni – 520 тыс. т, Cu – 275 тыс. т, Co – 36 тыс. т; Слободская: Ni – 810 тыс. т, Cu – 430 тыс. т, Co – 40 тыс. т; Таловская: Ni – 640 тыс. т, Cu – 340 тыс. т, Co – 35 тыс. т; Воробьевская: Ni – 710 тыс. т, Cu – 376 тыс. т, Co – 38 тыс. т; Даниловская: Ni – 480 тыс. т, Cu – 254 тыс. т, Co – 25 тыс. т.

**Новохоперско-Архангельская минерогеническая зона (8)** прилегает с востока к Мамонско-Шишовской МЗ также имеет северо-западное простирание. Сульфидное существенно никелевое оруденение связано с еланским пироксенит-норит-диоритовым комплексом, многочисленные интрузии которого выявлены в зоне. Интрузивы распределены крайне неравномерно, и большинство их сконцентрировано в центральной части зоны, где выделен Еланско-Уваровский рудный район (8.1), в котором известны два месторождения – Еланское и Елкинское, несколько перспективных проявлений и ряд пунктов никелевой минерализации. Прогнозные ресурсы и запасы района по расчетам местных геологов [145], оцениваются следующим образом: запасы категории  $C_2$ : Ni – 127 тыс. т, Cu – 15 тыс. т, Co – 3 тыс. т; ресурсы категории  $P_1$ : Ni – 580 тыс. т, Cu – 72 тыс. т, Co – 20 тыс. т; категории  $P_2$ : Ni – 798 тыс. т, Cu – 97 тыс. т, Co – 25 тыс. т; категории  $P_3$ : Ni – 3715 тыс. т, Cu – 417 тыс. т, Co – 128 тыс. т.

В пределах района наиболее перспективным считается Уваровский рудный узел (8.1.1), где размещается ряд крупных массивов и выявлены проявления никелевых руд. Прогнозные ресурсы узла категории  $P_3$  оцениваются в 3000 млн. т Ni, 355 тыс. т Cu и 105 тыс. т Co.

В Еланско-Эртильской зоне известны крупные существенно габброидные массивы, относящиеся к мамонскому комплексу. В пределах листа карты наиболее крупными являются Елань-Коленовский и Вязовский массивы, которые, по мнению ряда исследователей [18, 58], относятся к расслоенным массивам и перспективны на обнаружение малосульфидных платинометаллических руд в расслоенной серии и медно-никелевых – в ультрабазитах. В связи с этим, в Эртиль-Калачской зоне выделяется Елань-Вязовская перспективная на платиноиды площадь (8.0.0.1). По аналогии с платиноносным массивом Суханко (Финляндия), прогнозные ресурсы платиноидов площади по категории  $P_3$  оцениваются в 400 т.

**Новогольско-Жердевская минерогеническая зона (9)** размещается на северо-востоке площади листа. В ее пределах развиты массивы габбро-долеритов, которые по характеру расслоенности, петрохимическим особенностям и металлогенической специализации отнесены к раннеплатформенной трапповой формации, с которой в других регионах



6	7.0.0.1. Панинская перспективная площадь	Суммарная площадь потенциально рудоносных массивов 7,4	Ni, Cu, Co	Удельная продуктивность рассчитана по данным «Гипроникеля» для промышленного месторождения мамонского типа [107] Ni – Q = 70 000 т/км <sup>2</sup> . Глубина прогноза 500 м от поверхности фундамента. Ресурсы меди и кобальта рассчитаны исходя из средних отношений Ni/Cu и Ni/Co на известных месторождениях и рудопроявлениях	P <sub>3</sub>  P <sub>3</sub>  P <sub>3</sub>	Ni – 520 тыс. т  Cu – 275 тыс. т  Co – 36 тыс. т	Поисковые работы, II очередь
7	7.0.0.2. Слободская перспективная площадь	11,5	Ni, Cu, Co	Удельная продуктивность рассчитана по данным «Гипроникеля» для промышленного месторождения мамонского типа [107] Ni – Q = 70 000 т/км <sup>2</sup> . Глубина прогноза 500 м от поверхности фундамента. Ресурсы меди и кобальта рассчитаны исходя из средних отношений Ni/Cu и Ni/Co на известных месторождениях и рудопроявлениях	P <sub>3</sub>  P <sub>3</sub>  P <sub>3</sub>	Ni – 810 тыс. т  Cu – 430 тыс. т  Co – 40 тыс. т	Поисковые работы, I очередь
8	7.0.0.3. Таловская перспективная площадь	9,1	Ni, Cu, Co	Удельная продуктивность рассчитана по данным «Гипроникеля» для промышленного месторождения мамонского типа [107] Ni – Q = 70 000 т/км <sup>2</sup> . Глубина прогноза 500 м от поверхности фундамента. Ресурсы меди и кобальта рассчитаны исходя из средних отношений Ni/Cu и Ni/Co на известных месторождениях и рудопроявлениях	P <sub>3</sub>  P <sub>3</sub>  P <sub>3</sub>	Ni – 640 тыс. т  Cu – 340 тыс. т  Co – 35 тыс. т	Поисковые работы, II очередь

№ п/п	Название объекта и его индекс	Площадь объекта, км <sup>2</sup>	Вид полезного ископаемого	Характеристика, оценочные параметры, тип оруденения	Категория ресурсов	Ресурсы	Рекомендованные виды работ и их очередность
9	7.0.0.4. Воробьевская перспективная площадь	10,2	Ni, Cu, Co	Удельная продуктивность рассчитана по данным «Гипроникеля» для промышленного месторождения мамонского типа [107] Ni – Q = 70 000 т/км <sup>2</sup> . Глубина прогноза 500 м от поверхности фундамента. Ресурсы меди и кобальта рассчитаны исходя из средних отношений Ni/Cu и Ni/Co на известных месторождениях и рудопроявлениях	P <sub>3</sub>  P <sub>3</sub>  P <sub>3</sub>	Ni – 710 тыс. т  Cu – 376 тыс. т  Co – 38 тыс. т	Поисковые работы, II очередь
10.	7.0.0.5. Даниловская перспективная площадь	6,7	Ni, Cu, Co	Удельная продуктивность рассчитана по данным «Гипроникеля» для промышленного месторождения мамонского типа [107] Ni – Q = 70 000 т/км <sup>2</sup> . Глубина прогноза 500 м от поверхности фундамента. Ресурсы меди и кобальта рассчитаны исходя из средних отношений Ni/Cu и Ni/Co на известных месторождениях и рудопроявлениях	P <sub>3</sub>  P <sub>3</sub>  P <sub>3</sub>	Ni – 480 тыс. т  Cu – 254 тыс. т  Co – 25 тыс. т	Поисковые работы, I очередь
11.	Новохоперско-Архангельская минерагеническая зона 8. Ni, Co (Cu, Pt, Au)/ PR <sub>1</sub>		МПГ	Малосульфидная платинометалльная формация			
12	8.0.0.1. Елань-Вязовская перспективная площадь	190	МПГ	Удельная продуктивность по аналогии с платиноносным массивом Суханко (Финляндия): Q = 2,1 т/км <sup>2</sup> МПГ	P <sub>3</sub>	МПГ – 400 т	Поисковые работы, I очередь

связаны крупные месторождения платиноносных медно-никелевых и мало-сульфидных платинометаллических руд (Норильск, Талнах, Инсизва). В настоящее время массивы этой формации изучены слабо, но единичные анализы пород показывают повышенные содержания благородных металлов. Это позволяет высоко оценивать перспективы платиноносности и служит предпосылкой к дальнейшему изучению габбро-долеритовых массивов. Прогнозные ресурсы зоны оцениваются по категории  $P_3$  в 2550 тыс. т Ni, 1910 тыс. т Cu и 100 тыс. т Co [145]. Сводные данные о прогнозируемых рудных объектах приведены в табл. 11.

### **Минерагеническая специализация отложений чехла**

Минерагеническую специализацию рассматриваемой площади определяют группа горючих полезных ископаемых, представленная месторождениями каменных углей и природного газа, группа металлических ископаемых, образованная проявлениями и пунктами минерализации урана и титановыми россыпями, а также группа неметаллических ископаемых (преимущественно строительные материалы).

**Газ горючий.** Южная часть рассматриваемого листа попадает в пределы Днепрово-Донецкой газонефтяной области. В ее составе обособляются два района: Северо-Донецкий и прогнозируемый Донбасский.

Перспективы НГН Северодонецкого НГР связаны в основном с каменноугольными отложениями, в которых открыто более 30 газовых и газоконденсатных залежей, в том числе 11 промышленных месторождений, установлены многочисленные газо- и нефтепроявления. Достаточно высокая оценка перспектив НГР обусловлена его примыканием к крупным осадочным бассейнам – Донецкому на юге и Прикаспийскому на юго-востоке, мощность осадочного чехла в которых достигает 22–23 км. Обладающие огромным генерационным потенциалом палеозойские, в первую очередь каменноугольные, отложения указанных прогибов служили основным источником углеводорода (УВ) Северодонецкого НГР. Его ресурсы могли пополняться и за счет собственных нефтегазоматеринских отложений каменноугольного возраста [168].

Процессам аккумуляции и консервации УВ в этом НГР способствовало присутствие в разрезе карбона многочисленных пластов-коллекторов, разнообразных ловушек (антиклинальных, комбинированных, рифогенных), наличие большого числа флюидоупоров, в том числе эффективной региональной покрышки на юге листа, образованной толщей триасовых глин, благоприятные гидрохимические условия, высокая газонасыщенность пластовых вод [168].

Такая оценка Северодонецкого НГР (СДНГР) находит подтверждение в рассматриваемой его части. Здесь открыты Скоырское, Северо-Белянское, Морозовское и другие промышленные месторождения газа, а также ряд нефте- и газопроявлений, локализованных во всех частях разреза каменноугольных отложений. Практически все они связаны с антиклинальными ловушками, являвшимися до недавнего времени основными объектами поисков УВ. По результатам специализированных исследований в СДНГР выделены следующие виды ловушек:

1. Одиночные рифовые массивы и их группы в карбонатной формации нижнего–низов среднего карбона.

2. Песчаные образования ископаемых прибрежно-морских бар и шнурковые тела аллювиальных песчаников в палеоврезах рек в карбонатно-терригенной угленосной паралической формации верхов среднего карбона.

3. Участки выклинивания моноклинально залегающих карбонатных пластов-коллекторов верхнего карбона и нижней перми, срезанных предтриасовой эрозией и перекрытых несогласно залегающими глинами нижнего триаса, служащими региональным флюидоупором.

4. Ловушки останцового типа, образованные известняками скосырской свиты нижней перми.

5. Песчаные отложения погребенных речных русел нижнего триаса, образующие тела рукавообразной (шнурковой) формы.

В результате нефтегазопискового и разведочного бурения в СДНГР было выделено два продуктивных нефтегазосных комплекса (НГК): нижний, связанный с карбонатной шельфовой формацией нижнего–низов среднего карбона, и верхний, представленный угленосной паралической формацией верхов среднего–верхнего карбона [168].

*Нижний нефтегазосный комплекс*, с которым связаны основные перспективы НГН района, представлен известняковой формацией, которая в юго-западном направлении фациально замещается аргиллито-карбонатной. Здесь установлено три регионально продуктивных горизонта и ряд возможно продуктивных. К числу первых относятся известняки серпуховского яруса нижнего карбона (самарская и кальмиусская свиты) и башкирского яруса среднего карбона (амвросиевская и мандрыкинская свиты), а также песчаники верхов моспинской свиты. Возможные продуктивные горизонты связаны с песчаниками и известняками визейского яруса (мокроволновахской свиты). Ловушки, как правило, имеют рифогенную природу.

Для нижнего комплекса установлены следующие закономерности размещения залежей УВ и изменения его перспектив на площади:

1. Скопления нефти и газа приурочены к верхам разреза карбонатной формации, верхний стратиграфический предел которой скользит с северо-востока на юго-запад вниз по разрезу от кровли моспинской свиты до подошвы самарской свиты, а мощность возрастает с 450 до 900 м. Во всех типах разреза карбонатная формация покрывается аргиллитами, играющими роль региональной покрывки.

2. Перспективность нижнего комплекса увеличивается по мере приближения к зоне сочленения Южного склона Воронежской антеклизы и Донбасса в связи с возрастающей ролью рифогенных построек. Количество их может быть особенно большим у зоны Каменско-Астраханского глубинного разлома, где шельфовая карбонатная формация серпуховского яруса, по-видимому, замещается более глубоководными глинами флишоидной формации.

3. В северном направлении перспективность нижнего комплекса снижается из-за уменьшения мощности известняков, сокращения в них роли рифогенных построек, а также снижения регионального уровня консервации недр [168].

*Верхний нефтегазосный комплекс*. В нем в СДНГР установлено до 17 регионально продуктивных горизонтов, с которыми связано большинство от-



крытых промышленных залежей УВ. Большая часть из них локализована в ловушках антиклинального и полуантиклинального тектонически экранированного типов. Небольшое число – в неантиклинальных и комбинированных ловушках. Большинство продуктивных горизонтов приурочено к пластам гранулярных коллекторов (песчаники, алевролиты), меньшая – к карбонатным (известняки) смоляниновской, белокалитвенской, алмазной и горловской свит.

Для верхнего комплекса установлены следующие закономерности в изменении степени перспектив его нефтегазоносности:

1. Некоторое его снижение с юго-запада на северо-восток. В этом направлении ухудшаются емкостные и фильтрационные свойства гранулярных коллекторов, что обусловлено возрастанием их карбонатности.

2. Уменьшение перспектив нефтегазоносности в северном направлении в связи с сокращением мощности верхнего комплекса за счет его срезания предтриасовой денудацией и ухудшением уровня гидрогеологической изоляции.

Наиболее перспективным направлением дальнейших нефтегазопоисковых работ в Северодонецком НГР является выявление комбинированных структурно-литологических ловушек баровой природы, получивших название литологических «куполов». Предполагается, что большая часть этих новых для НГР объектов связана с пластами прибрежно-морских песчаников белокалитвенской и алмазной свит на участках резких раздувов их мощности и фациального замещения глинистыми породами [168].

Ловушки УВ баровой природы белокалитвенской и алмазной свит характеризуются следующими особенностями:

1. Все они связаны с регионально-продуктивными невыдержанными горизонтами прибрежно-морских песчаников, которые вдоль их кровли фациально замещаются глинами, благодаря чему мощность песчаников может резко возрасти, достигая 40–75 м.

2. Такие раздувы мощности, обычно приуроченные к одиночным поднятиям или их цепочкам, имеют вид изолированных холмов (бугров) или протяженных гряд.

3. На поднятиях баровые тела занимают разное положение: в замках, на крыльях или на периклиналях.

4. Высота баров может заметно превышать амплитуду поднятий, с которыми они связаны.

Согласно расчетам М. Л. Ходоса [193], из 93,4 млн т у. т., заключенных в верхнем комплексе Принадвиговой зоны, 57,9 млн т связано с баровыми ловушками. Таким образом, выявление комбинированных структурно-литологических ловушек баровой природы в настоящее время является приоритетным направлением нефтегазопоисковых работ в верхнем комплексе.

В поле выходов на дотриасовом срезе известняков нижней перми (скосырская свита) возможно наличие стратиграфически экранированных ловушек [168]. На эродированной поверхности известняков, под несогласно залегающей толщей триасовых глин, играющей роль региональной покрывки, на глубине до 1200 м ожидается присутствие сохранившихся от размыва столовых останцов, которые могут рассматриваться в качестве стратиграфических ловушек.

Отнесение скосырских известняков к образованиям, перспективным в нефтегазоносном отношении, основано на данных по скважине, пройденной на северном крыле Восточно-Скосырского поднятия. В интервале 655–682 м в них были отмечены участки, пропитанные нефтью [168]. Коллекторские свойства известняков характеризуются низкими значениями пористости (от 0,74 до 2,57%) и проницаемости (до 0,001 мД). Источниками УВ в скосырской свите являлись каменноугольные породы Южного склона Воронежской антеклизы Донбасса и Прикаспийской впадины.

К числу возможно газоносных отложений в районе относится базальный горизонт нижнетриасовых (яренский надгоризонт) образований, сложенных песчаниками и конгломератами мощностью до 40 м. Площадь распространения базального горизонта закартирована в районе пос. Ильинка (лист М-XXXVI). Здесь он выполняет погребенную эрозионную палеоложбину северо-западного простираения размером 15 × 30 км. Площадь вероятного развития таких русел находится в северо-западном углу листа М-37-XXXVI, в районе пос. Большинка. О перспективности данного горизонта свидетельствуют его единство с подстилающими нефтегазоносными отложениями перми и карбона, а также наличие продуктивных аналогов в соседних нефтегазоносных провинциях. Из скважины, пройденной на Ильинской площади, поднят керн базальных песчаников с запахом керосина. Песчаники обладают удовлетворительными коллекторскими свойствами: пористость до 25,72%, проницаемость от 69,7 до 187,05 мД [168].

В качестве перспективных стратиграфических ловушек рассматриваются субширотные зоны утыкания по восстанию на север карбонатных пластов-коллекторов верхнего карбона в подошву несогласно перекрывающих их триасовых глин. В характеризуемой части Принадвиговой зоны к их числу относятся горизонты известняков авиловской и араукаритовой свит, а также нижнепермские известняки. В выходах на поверхность дотриасового среза они длительное время подвергались выветриванию, благодаря чему приобрели улучшенные коллекторские свойства.

Перспективы нефтегазоносности Северодонецкого НГР и количество заключенных в нем ресурсов углеводородов (УВ) оценивались неоднократно. Согласно наиболее детальному их подсчету, произведенному М. Л. Ходосом в 1988 г. [177], прогнозные запасы углеводородного сырья НГР составляют 183,4 млн т у. т. Практически все они заключены в каменноугольных отложениях. По плотности ресурсов УВ Северодонецкий НГР относится к перспективным землям VI, VII и VIII категорий.

Касаясь вопроса о перспективах нефтегазоносности складчатого Донбасса, следует отметить, что они оцениваются неоднозначно. Некоторые исследователи рассматривают этот район как бесперспективный или малоперспективный, что вряд ли справедливо. Отрицательной оценке противоречит очень высокий генерационный потенциал каменноугольных пород Донбасса, особенно значительный в угольных пластах среднего карбона. Согласно произведенным подсчетам, при метаморфизме и дегазации углей и вмещающих их пород могло образоваться свыше 100 трл м<sup>3</sup> метана. Ресурсы метана, связанные с угольными пластами только в пределах шахтных полей Восточного Донбасса в границах Ростовской области, составляют 96,8 млрд м<sup>3</sup> [168].

Учитывая эти данные, а также наличие ряда благоприятных предпосылок для аккумуляции и сохранения залежей углеводородов, многие исследователи рассматривают Донбасс в качестве перспективной зоны нефтегазоаккумуляции. Особенно высоко оценивается потенциал северной зоны мелкой складчатости, частично входящей в описываемый район. Основными путями миграции углеводородов здесь, очевидно, являлись разрывы чехла, сопровождавшие глубинные разломы, а также зона регионального Каменского надвига. В последний это качество проявлено наиболее четко, благодаря локализации всех открытых в районе месторождений газа в лежачем крыле этого нарушения.

Ловушками, способными аккумулировать углеводороды в зоне мелкой складчатости, могли служить блокированные линейные антиклинали, а также осложняющие их брахиантиклинали более высоких порядков. Важное значение в размещении ожидаемых залежей газа, помимо брахиантиклиналей, по-видимому, имели продольные сбросы и взбросо-надвиги. В процессе миграции углеводородов некоторые из них, возможно, играли роль экранов. Основным типом коллекторов в резервуарах зоны мелкой складчатости, очевидно, являлся порово-трещинный. Возможные типы залежей газа в среднем карбоне – пластовые сводовые и экранированные разломами. Количественная оценка прогнозных запасов углеводородов складчатого Донбасса пока не произведена.

**Каменный уголь.** Промышленно-угленосными на площади листа являются пять свит карбона: смоляниновская, белокалитвенская, каменская, алмазная и горловская. Наиболее продуктивными из них являются белокалитвенская и каменская.

*Миллеровский углепромышленный район.* Перспективы его угленосности связаны с каменской и в меньшей мере с белокалитвенской свитами. Марки углей Д, ОС, К. Прогнозные запасы по  $P_1$  оцениваются в 5031 млн т [21].

*Белокалитвенский углепромышленный район.* Здесь наиболее перспективными являются белокалитвенская, каменская и алмазная свиты среднего карбона. Угли марок Ж, К, ОС, Т, А. Запасы по категории  $P_1$  – 724 млн т [21].

*Каменский угленосный район.* Промышленно-перспективными здесь считаются алмазная, каменская, белокалитвенская и смоляниновская свиты. Угли марок Т, А. Запасы по категории  $P_1$  – 997 млн т [21].

*Гуково-Зверевский угленосный район* – это один из наиболее освоенных углепромышленных районов Восточного Донбасса. Угли марки А, высокой степени метаморфизма. Перспективные угольные пласты приурочены к каменской и алмазной свитам. Выгодное географо-экономическое положение, большие запасы антрацитов, высокое их качество делают этот район одним из наиболее перспективных. Общее количество разведанных участков и шахт – 19, эксплуатируются семь шахт АО «Гуковуголь». Прогнозные запасы категории  $P_1$  составляют 1871 млн т [21].

*Тащинский угленосный район.* Из 14 месторождений разрабатывается одно. Основные перспективы связываются с белокалитвенской и каменской свитами. Угли относятся к дефицитным коксующимся маркам: КЖ, ОС, С, К. Запасы по категории  $P_1$  – 332 млн т [21].

*Краснодонецкий угленосный район.* Промышленные перспективы связаны с белокалитвенской, каменской и горловской свитами. Разведаны, но не

разрабатываются четыре месторождения. Угли марок Т и А. Запасы по категории  $P_1$  – 1073 млн т [21].

*Цимлянский* угленосный район. Угленосность района в рамках площади листа М-37 изучена очень слабо. Кондиционной мощности (0,5 м) на отдельных площадях достигают угольные пласты каменской и алмазной свит, реже – горловской свиты. Прогнозные запасы по категории  $P_3$  оцениваются в 180 млн т [168].

**Золото.** На территории Донбасса, на юго-восточном приграничном участке площади листа М-37, проявлений золота или его пунктов минерализации обнаружено не было, несмотря на многочисленное бурение и минералогическое опробование, начатое еще в 1940-е годы. Тем не менее на соседней с юга площади [33] установлены промышленные концентрации этого элемента, приуроченные к Керчикскому рудопроявлению, расположенному в 20 км к юго-востоку от г. Шахты. Здесь геологический разрез сложен слабо дислоцированными карбонатно-терригенными отложениями каменской свиты, осложненными субсогласными и рвущими телами несветаевского и дайками лампрофиров миусско-керчикского комплексов. Разрывная тектоника представлена малоамплитудными (8–17 м) субмеридиональными крутопадающими взбросами, веерообразно расходящимися от оси поперечной структуры. Для проявления характерно широкое развитие метасоматических процессов – от площадных высоко-, средне- и низкотемпературных до локальных околотрещинных в зонах повышенной проницаемости и литологически благоприятных породах.

Золотое оруденение представлено, с одной стороны, крутопадающими зонами прожилкования, связанными с тектоническими нарушениями и дайками диоритов, с другой – пологими минерализованными горизонтами, насыщенными пиритизированными конкрециями. Выделены четыре субмеридиональные крутопадающие и две субширотные пологие продуктивные зоны, прослеженные на расстояние от 500 до 1500 м.

Содержание золота в зонах варьирует от сотых долей до 172,2 г/т, распределено оно крайне неравномерно как по падению, так и по простиранию. В крутопадающих зонах золото связано с тонкими сульфидно-карбонатными прожилками, в пологих преобладает вкрапленное сульфидное оруденение.

Состав руд определяется сложным наложением разновременных минеральных ассоциаций: молибденит-кварцевой, пирит-кварцевой, золото-полиметаллической и кварц-карбонатной. К продуктивным относятся ранняя пирит-кварцевая ассоциация с редким арсенопиритом и тонкодисперсным золотом и более поздняя – золото-полиметаллическая с галенитом, сфалеритом, пиритом, халькопиритом и видимым самородным золотом. Типичными текстурами руд являются прожилково-вкрапленные, вкрапленные, гнездово-вкрапленные, реже брекчиевые, полосчатые, коккардовые и крустификационные.

Золото в рудах присутствует в самородном, чаще тонкодисперсном виде в кварце и пирите. Размер золотин от 0,001 до 0,5 мм. Преобладают столбчатые и призмоподобные кристаллы золота и их сростки, интерстициальные, лейстовидные, почковидные выделения. Золото высокопробное (878–906), содержит примеси (%): серебра – 8,7–11,8, молибдена – 0,1, висмута – 0,3–0,4, железа – 0,2–0,3.

В результате поисковых работ, а затем переинтерпретации материалов с участием сотрудников ЦНИГРИ на Керчикском проявлении подсчитаны прогнозные ресурсы по категории  $P_1$  золота в количестве 49,11 т, серебра – 82,03 т. Проявление Керчикское следует относить к золото-сульфидно-кварцевой (малосульфидной, прожилково-вкрапленной) формации. Минеральный тип – сульфидно-полиметаллический с преобладанием пирита, переменными соотношениями галенита, сфалерита, халькопирита, мелким неравномерным самородным золотом. Ожидаемый геолого-промышленный тип оценен как золотой легкообогатимый жильных и минерализованных зон терригенных комплексов.

Таким образом, золоторудные скопления тесно связаны с зонами тектонических нарушений, обширным развитием по ним метасоматических процессов широкого температурного и площадного диапазонов в зонах повышенной проницаемости в литологически благоприятных породах. Такие участки на изученной площади пока не установлены.

**Уран.** Высокая зараженность проявлениями урановой минерализации центральной части Русской платформы привлекла внимание к своеобразному типу структур – блокам, длительно воздымавшимся в фанерозое (Воронежская антеклиз). Проведенный анализ определил необходимость рассмотрения не только чехла Воронежской антеклизы (ВА), но также ее фундамента – Воронежского кристаллического массива (ВКМ), который заражен многочисленными непромышленными скоплениями урана различных генетических типов. Последние могут рассматриваться как источник для формирования урановых месторождений в чехле.

Интерес к району заметно возрос в последние годы в связи с возможностью выявления в фундаменте промышленных типов уранового и комплексного оруденения с особым акцентом на высокорентабельные месторождения урана типа структурно-стратиграфических несогласий (ССН). В чехле наиболее вероятно выявление инфильтрационных урановых месторождений, связанных с палеодолинами и проницаемыми пластами пород. Есть также предпосылки для выявления эксфильтрационных урано-битумных месторождений.

В пределах площади листа М-37 в фундаменте выделяются два крупных геоблока – КМА и Эртиль-Калачский, разделенные Лосево-Мамонской шовной зоной. На юго-востоке располагается субширотная палеозойская Донецкая складчатая система.

Геоблок КМА сложен метапесчано-карбонатной и кремнисто-филлитово-сланцевой формацией ( $PR_1$ ) с железистыми кварцитами (курская серия, яковлевская и роговская свиты). Геоблок КМА контролирует размещение крупнейших месторождений железистых кварцитов, в коре выветривания которых известно большое количество радиоактивных аномалий.

Эртиль-Калачский блок выдвигается под поиски в фундаменте промышленного уранового и комплексного оруденения, в первую очередь месторождений урана типа ССН, в зонах предворонежского структурно-стратиграфического несогласия ( $K_2^{3}vr$ ). Здесь, по аналогии с рудоносными куполами Северной Австралии и Канады, некоторыми исследователями выделен дорифейский гранитогнейсовый купол, который отражает глубинное строение района [1, 2, 75].

Устойчивая тенденция ВА к воздыманию обусловила наличие в разрезе ее чехла многочисленных стратиграфических перерывов, что способствовало формированию большого количества палеодолин. Последние подразделяются на базальные, залегающие на породах фундамента, и внутрiformационные, врезающиеся в подстилающий субстрат осадочного чехла. Базальные палеодолины, врезающиеся в кристаллические породы, более благоприятны для локализации уранового оруденения. Палеодолины, сформировавшиеся в разные отрезки фанерозоя ( $D_3mm$ ,  $C_1v$ ,  $J$ ), врезаются друг в друга и на отдельных участках совмещаются в пространстве. Объединенная дрена аллювиальных отложений ( $D_3mm$ ,  $C_1v$ ,  $J$ ) названа Прохоровской палеодолиной.

Наиболее древняя – девонская часть палеодолины, представленная мамонской толщей ( $D_3mm$ ), прослеживается от восточного окончания домезозойской гряды кристаллических пород фундамента вдоль южного склона Павловского свода. Изучением палеодолины занимались многие исследователи [29, 40, 45, 150, 178, 190]. Фациальные комплексы мамонского времени свидетельствуют о формировании потенциально продуктивных горизонтов девонской рекой, ориентированной с запада на восток [45, 150].

**Ураноносность фундамента.** В докембрийском фундаменте известно свыше 150 непромышленных урановорудных проявлений. Из их числа свыше 70% располагается на территории КМА. В пределах всего рассматриваемого района урановые проявления представлены тремя рудными формациями: 1 – метаморфогенно-осадочной ураноносных конгломератов; 2 – гидротермальной уран-торий-редкометалльной в связи с щелочными метасоматитами; 3 – полигенной урановорудной вблизи ССН.

1. Метаморфогенно-осадочная формация ураноносных конгломератов. Радиоактивные конгломераты и гравелиты конгломерат-песчаниковой формации (стойленская свита  $PR_{1st}$ ) встречаются на участках Коробковского, Лебединского и Александровского месторождений железа, где они залегают на коре выветривания кристаллических сланцев и гнейсов.

2. Гидротермальная уран-торий-редкометалльная в связи с щелочными метасоматитами. Радиоактивная гидротермальная минерализация установлена в зонах щелочного метасоматоза среди пород терригенно-джеспилитовой формации (коробковская свита  $PR_{1kr}$ ) и реже в породах гранитоидного состава (гранитогнейсы, мигматиты, пегматиты). Преобладают урано-ториевые и ториевые проявления, в подчиненном количестве встречаются собственно урановые проявления сульфидно-настуранового типа (отдельные участки Коробковского и Лебединского месторождений железа). Первые два типа объединены контуром распространения железистых кварцитов.

3. Полигенная урановорудная формация вблизи ССН. К этому типу, по видимому, могут быть отнесены урановые проявления в Эртиль-Калачском блоке, приуроченные к латеритам и дезинтегрированным графитсодержащим породам воронцовской серии вблизи от перекрывающих их мульд воронежской свиты.

В настоящее время охарактеризованные проявления урана первой и второй группы не имеют самостоятельного практического значения.

**Ураноносность чехла.** В пределах чехла ВА промышленных урановых месторождений не выявлено, но проявления урановой минерализации и



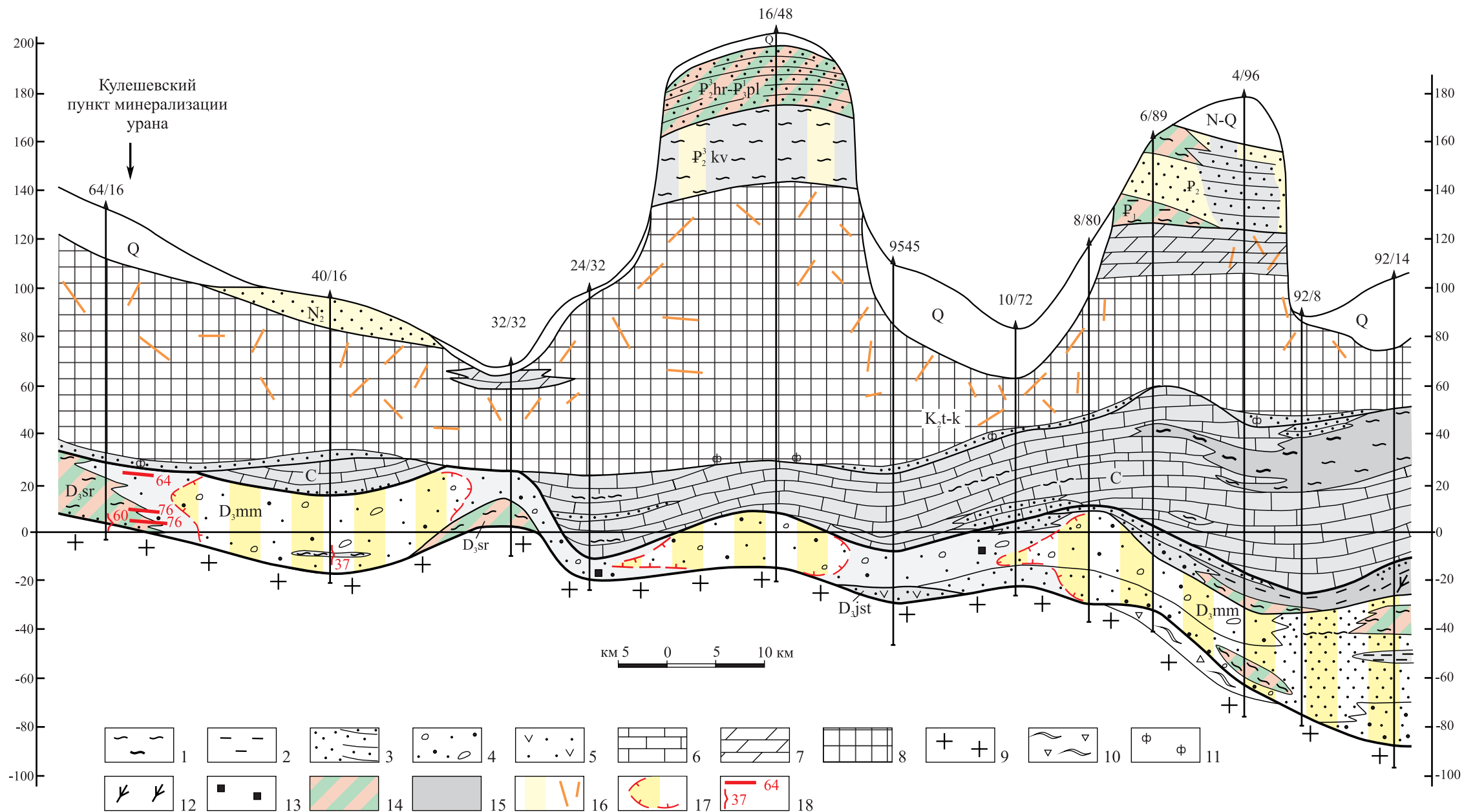


Рис. 15. Геологический разрез по профилю I-I.

1 – Глины и углистые глины; 2 – алевролиты; 3 – пески и песчаники, мелко – и среднезернистые; 4 – пески разнозернистые с гравием и галькой; 5 – туфопесчаники; 6 – известняки; 7 – мергели; 8 – мел; 9 – породы фундамента; 10 – глинисто-щербнистая кора выветривания. Включения: 11 – фосфориты; 12 – углистые включения; 13 – сульфиды. Геохимический тип пород: первичный: 14 – пестроцветный; 15 – сероцветный; 16 – поверхностное окисление; 17 – граница распространения грунтово-пластового окисления; 18 – значения гамма-каротажа (мкР/ч).

радиоактивные аномалии установлены практически на всех стратиграфических уровнях, причем наблюдается кустовое распределение их по площади. По генетическим критериям они разделились на син-диагенетические и эпигенетические концентрации. Эпигенетические подразделяются на два класса: 1) инфильтрационный (палеодолинный, реже пластовый), связанный с окислительными процессами грунтово-пластовых вод, и 2) эксфильтрационный (урано-битумный), связанный с эксфильтрацией глубинных восстановительных растворов.

*Син-диагенетические концентрации урана* установлены в отложениях мела и палеогена в связи с фосфоритами. Повышенные концентрации урана приурочены к желвакам фосфоритов или к глинистым фракциям песков на глубине не более 10 м. Данная группа практического интереса не представляет.

*Инфильтрационный класс. Палеодолинный тип.* Большая группа проявлений урана этого типа пространственно контролируется Прохоровской палеодолиной и объединяет радиоактивные аномалии нескольких стратиграфических уровней: D<sub>2-3</sub>, C<sub>1v</sub>, J (рис. 17, 18, 19). В девонских отложениях известно девять радиоактивных аномалий интенсивностью от 50 до 200 мкР/ч, одно проявление урановой и два – уран-ториевой минерализации. Все они располагаются на глубине, не превышающей 200–250 м. В отложениях мамонской толщии урановых концентраций не установлено. Известные аномалии выявлены в нижележащих отложениях девона. Кулешовское проявление урановой минерализации располагается вблизи вреза мамонских отложений в более древние породы девона (рис. 15).

В западной части Прохоровской палеодолины, в районе КМА большое количество аномалий и проявлений урановой минерализации объединено Белгородской группой в терригенных отложениях карбона, залегающих на корях выветривания фундамента. Интенсивность некоторых аномалий составляет 500–1000 мкР/ч. Глубина залегания аномалий Белгородской группы на юге превышает 500 м.

Аномалии в юрских отложениях Прохоровской палеодолины изучены очень слабо. Многие из них не имеют точной привязки по стратиграфическому уровню и глубине.

*Пластовый тип* в угленосных отложениях карбона представлен Валуйско-Кантемировской группой проявлений урана, вытянутой полосой вдоль границы Украины и России. Рудовмещающие отложения представлены глинисто-карбонатными породами [203]. Линзующиеся рудоносные пласты мощностью 0,56–1,4 м прослеживаются по простиранию до 10 км. Содержание урана колеблется от 0,004 до 0,2%. Урановая минерализация представлена настураном, урановыми чернями в тесной ассоциации с углистым веществом (витреном), пиритом, галенитом. Установлены следы эпигенетических окислительных изменений. Сопутствующие элементы: Zn, Pb, V, Ni, Ge, Mo, Cu.

К этому же типу относится и Преддонбасская группа аномалий, которая объединяет проявления урана в сероцветных песчано-глинистых отложениях карбона и палеогена в юго-восточной части площади листа. В отложениях палеогена выявлены девять пунктов урановой минерализации и рудопроявление Таловское. Они приурочены к каневской и бучакской свитам, сложенным зеленовато-серыми разнородными песками, реже песчаниками. Урановые

концентрации повсеместно приурочены к границе окисленных и сероцветных пород. Их образование связывают с зонами грунтово-пластового окисления. Протяженность рудных тел достигает 15 км (Тацинский). Мощность рудных пересечений 0,3–0,5 м, редко до 2,9 м (Таловское). Содержание урана 0,01–0,035%. Высокие концентрации урана – около 0,1% – выявлены на маленькую мощность – 0,1 м. Селен образует кондиционные рудные пересечения до 0,082% на мощность 1 м.

Формирование урановых концентраций в связи с поверхностным окислением происходит также на выветрелых углях Донбасса, где каменноугольные отложения выходят на дневную поверхность. Концентрация урана на отдельных проявлениях составляет 0,01–0,03%, иногда 0,079% на мощность 1,1 м.

*Эксплуатационный класс урано-битумных концентраций* объединяет 37 аномалий в отложениях карбона и триаса. Эта группа проявлений урановой минерализации пространственно совпадает с нефтегазоносной областью, в пределах которой в отложениях карбона известны проявления нефти и газа.

В средне-позднекаменноугольных отложениях выявлено 25 пунктов урановой минерализации. Урановые концентрации установлены в трещиноватых известняках, аргиллитах, прослоях песчаников и углей, часто в ассоциации с битумом. Содержание урана 0,01–0,05% на мощность 0,3–0,4 м, иногда до 1,35 м. Максимальное содержание урана 0,7% на мощность 0,05 м.

В отложениях триаса установлены 12 пунктов урано-битумной минерализации, в красноцветных и пестроцветных алевролитах и глинистых породах с тонкими прослойками песков. Урановое оруденение встречается в осветленных восстановленных прослойках песков в ассоциации с битумами, пиритом, реже углистым веществом. Самым значительным из данной группы является рудопроявление Березовское, где в пестроцветной толще нижнего триаса выявлено три-четыре уровня вторично восстановленных пород с битумами, пиритом и галенитом. Мощность зон восстановления – 0,3–0,5 м. Содержание урана – от 0,002 до 0,03%, максимальное до – 0,1% на мощность 6 см. Морфология рудных тел пластово-линзовидная. Оруденение прожилково-вкрапленное.

**Фундамент.** Принципы подхода к минерагеническому анализу комплексного и уранового оруденения типа ССН в фундаменте определились генетической реконструкцией дорифейского гранитогнейсового купола. Главными условиями рудоконтроля в пределах выделенного купола являются структуры проседания и обрушения, кулисные дислокации, сквозные тектоно-метасоматические зоны. В фундаменте (в основании ССН), к благоприятным факторам относятся: 1) мощная кора выветривания гидрослюдисто-каолинового состава; 2) углеродистые толщи; 3) проницаемые зоны катаклаза, брекчирования, приразломной трещиноватости; 4) специализация пород на уран; 5) проявленность процессов, приводящих к появлению миграционно способных форм урана. В кровле ССН должны быть развиты: 1) процессы наложенного эпигенеза, в первую очередь значительная каолинизация и диккитизация базальных слоев, а также карбонатизация и хлоритизация; 2) сквозные разрывные структуры; 3) локальные ореолы сульфидизации и битуминизации (рис. 16).

В пределах Воронежского гранитогнейсового купола выделен Анновский блок проседания (протограбен). Протяженность блока составляет около 150 км при ширине 50–60 км (листы М-37-IV, V, VI, XI). В его пределах по периферии малых очаговых структур (Панинской и др.) известно множество слабоизученных аномалий урана, золота, меди, свинца, цинка, локализованных в ассоциации с щелочными метасоматитами, пегматоидами, углеродистыми сланцами и парагнейсами.

### **Чехол.**

а) Инфильтрационный (палеодолинный) тип уранового оруденения.

Ожидать интенсивных потоков подземных вод от такой небольшой области питания ВКМ трудно, но длительное воздымание блока обеспечивало инфильтрационную подпитку водоносных горизонтов в течение многих миллионов лет. На южном склоне ВА перспективные для рудолокализации отложения девона, карбона и юры на ряде участков непосредственно залегают на породах кристаллического фундамента, что позволяет предполагать гидрогеологическую связь чехла с фундаментом и возможность дополнительной подпитки снизу ураноносными водами и растворами.

Формационный, фациальный и литологический облик большей части осадочных комплексов чехла ВА, по которым перемещаются кислородсодержащие воды, в целом благоприятны для рудолокализации. Базальные и внутриформационные палеодолины являются основными дренами подземных вод и, соответственно, одним из ведущих региональных критериев прогнозирования. В палеодолинах подземные напорные воды формируют зону грунтово-пластового окисления – основной поисковый критерий.

Палеодолины и эрозионные палеоврезы играют как положительную, так и отрицательную роль в рудолокализации. По захороненным проницаемым отложениям палеодолины уран с напорными водами перемещается к геохимическому восстановительному барьеру, где и локализуется урановое оруденение. Отрицательным фактором являются глубоко врезанные (до 150 м) молодые долины рек, которые могут перехватывать продуктивный поток подстилающего перспективного водоносного горизонта и прекращать рудоформирующий процесс. К числу недостатков южного склона ВА следует отнести и отсутствие выдержанных региональных водоупоров в артезианском бассейне, и, как следствие, смешение водоносных комплексов различных частей разреза артезианского бассейна.

В качестве основного восстановителя на геохимическом барьере выступает органическое вещество растительного ряда – рассеянный детрит и уголь низкой степени метаморфизма.

На южном склоне ВА образовалась единая система проницаемых отложений, гидравлически связанных между собой. Понимание этого факта позволило по новому подойти к минерагеническому районированию уранового оруденения и соединить воедино в пределах одной Южно-Воронежской потенциально урановорудной минерагенической зоны все урановые проявления.

Анализ связи структур чехла и фундамента позволил выявить особенности строения Прохоровской палеодолины. Прохоровская палеодолина перекрывает ряд крупных структур фундамента, которые оказывают существенное влияние на ее строение. Северо-западная часть палеодолины перекрывает блок

КМА с железистыми кварцитами, разбитый тектоническими нарушениями на серию субпараллельных блоков северо-западного простирания. Последние, очевидно, подновлялись и в палеозойскую эру. В итоге, мамонские отложения на западе испытали влияние перемещения фундамента, о чем свидетельствует извилистая граница мамона в верховье палеодолины (блок I). Средняя часть палеодолины залегает на устойчивом Россошанском куполе. На этом участке (блок II) мамон характеризуется сложнопостроенным невыдержанным разрезом, состоящим из проницаемых разнотернистых, преимущественно грубозернистых песчаников. Восточная часть мамонской пачки (блок III), расположенная на интенсивно погружающейся крупной Эртиль-Калачской структуре, характеризуется резким изменением разреза и постепенным расклиниванием и замещением аллювиальных мамонских песков прибрежно-морскими алевритами и глинами. Приведенная информация позволяет предполагать влияние фундамента на продуктивность по урану отдельных частей Прохоровской палеодолины.

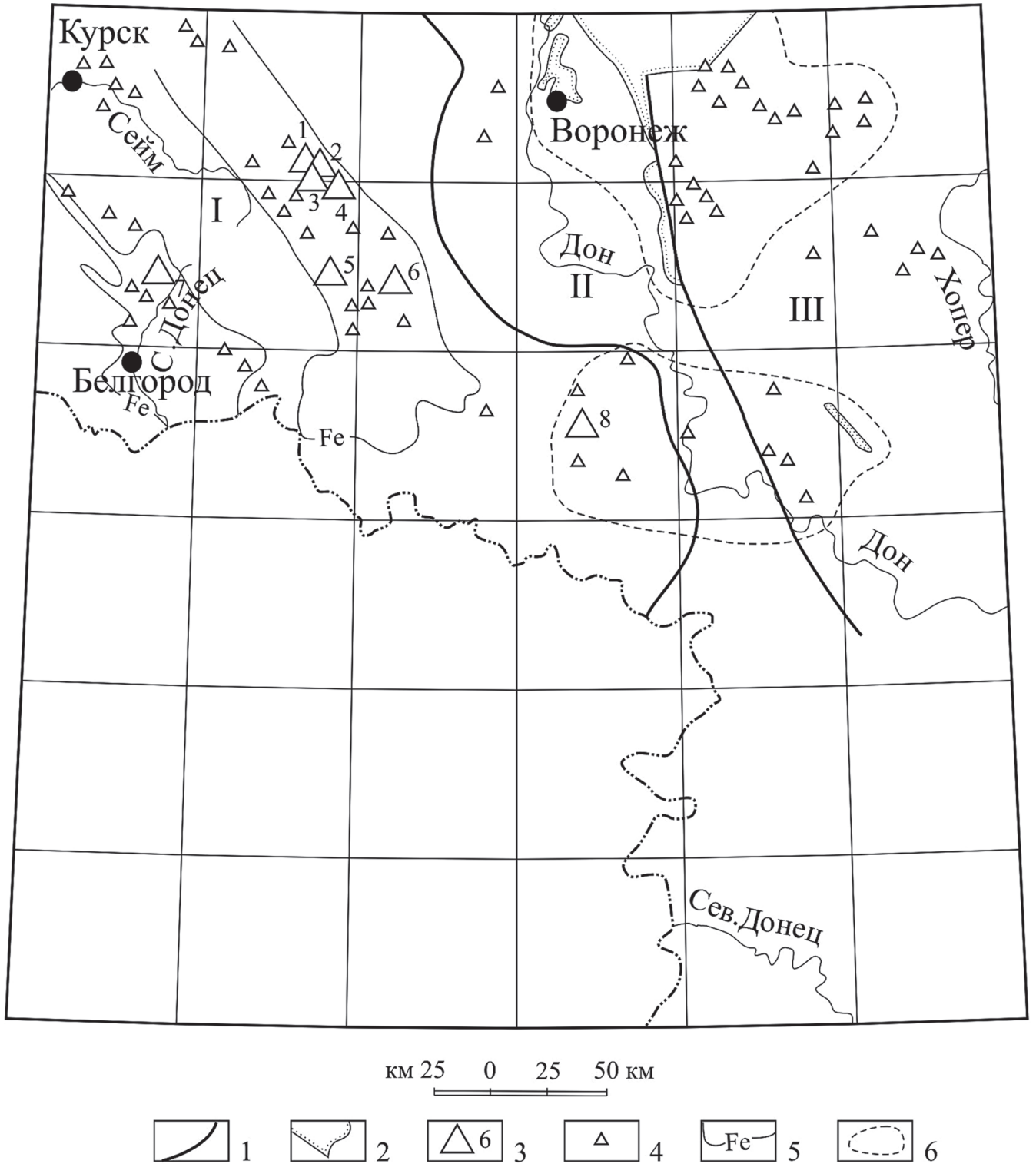
б) Эксфильтрационный тип урано-битумного оруденения. Поисковые критерии урано-битумного оруденения разработаны на месторождениях плато Колорадо (США) и на небольших месторождениях, выявленных в чехле Русской платформы (Бадель, Репьевское, Адамовское). Большая часть урано-битумных месторождений локализуется в краевых частях нефтегазоносных бассейнов. Они приурочены к напряженным участкам блоков преимущественно мезозойского возраста и тяготеют к терригенным и карбонатным отложениям. Морфология рудных тел пластовая и трещинно-жильная. Нередко рудные тела располагаются около соляных штоков. Уран, по мнению многих исследователей, поступает в рудовмещающие горизонты с восходящими растворами. Скопления урано-битумных проявлений в пермо-триасовых отложениях, выявленные в юго-восточной части листа М-37 на глубинах от 188 до 690 м, по структурному и стратиграфическому положению сходны с известными рудными полями урано-битумных месторождений России.

В результате проведенного минерагенического по урану анализа по фундаменту в северной части рассматриваемой территории выделена крупная по площади *Воронежская перспективная минерагеническая область* на комплексные (U, Au, Ag, Ni, Co, Pt) и урановые месторождения типа ССН. В ее пределах обособлен *Анновский перспективный район*, который относится к площадям первой очереди на выявление месторождений урана типа ССН.

В свою очередь в платформенном чехле впервые выделены:

1. *Южно-Воронежская потенциально урановорудная минерагеническая зона*, которая охватывает обширную площадь длиной 300 км при ширине 120–150 км. Она включает в себя *Мамонскую ураноносную минерагеническую подзону* (D<sub>3</sub>тн), *Белгородско-Кантемировскую ураноносную минерагеническую подзону* и три перспективных района: *Прохоровский* (D<sub>3</sub>тн), *Белгородский* (С<sub>1</sub>ν) и *Валуйско-Кантемировский* (С<sub>1-2</sub>). Обоснованием для объединения большей части проявлений урановой минерализации в чехле в пределах крупной Южно-Воронежской зоны послужила не только генетическая общность инфильтрационного палеодолинного типа уранового оруденения. Все они рассматриваются как результат единого развивающегося инфильтрационного потенциально рудообразующего процесса, последова-

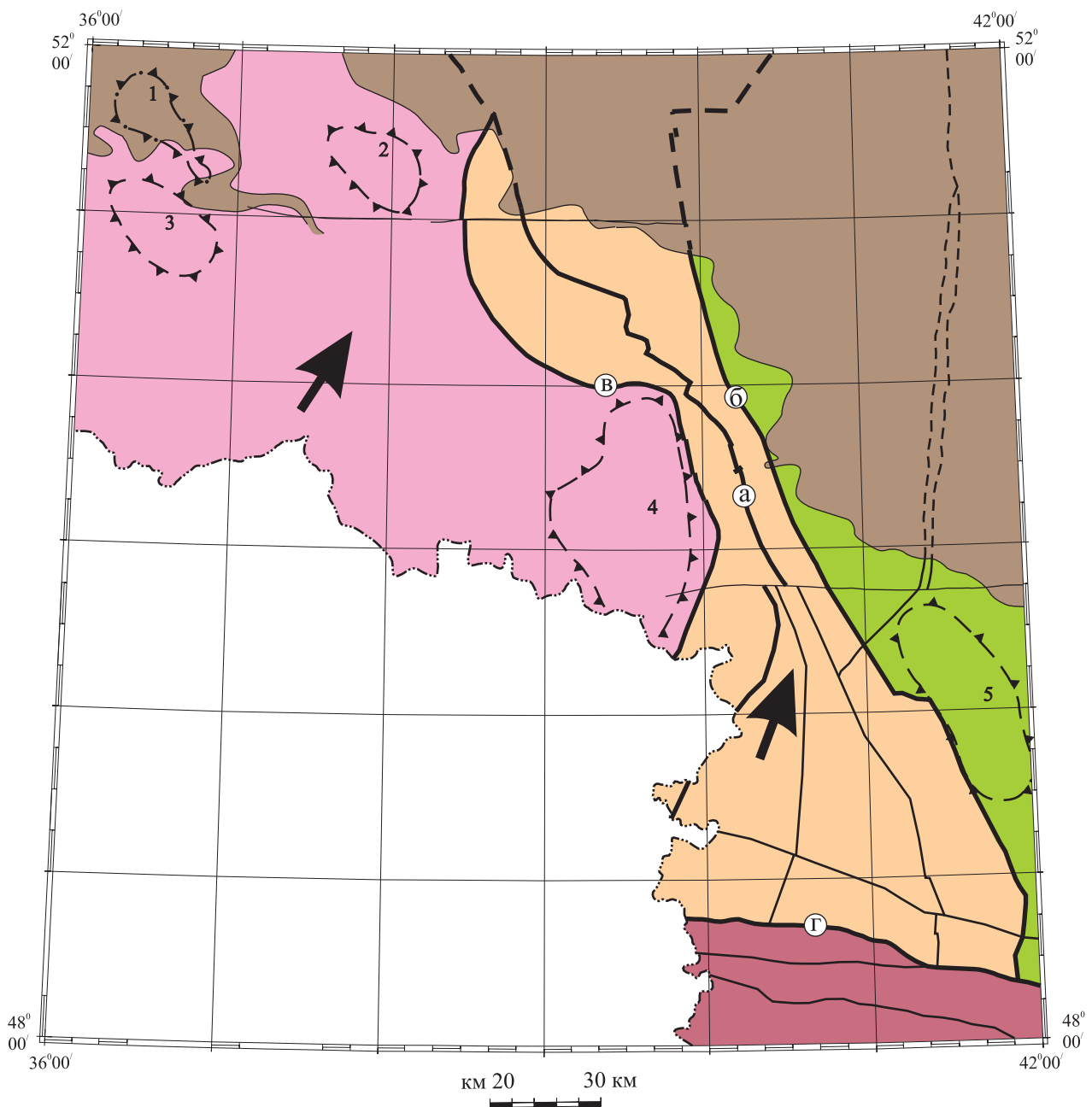




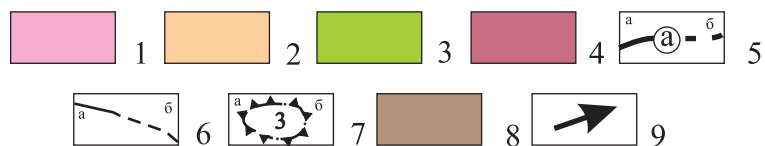
**Рис. 16.** Схема распространения проявлений урановой минерализации в фундаменте (AR-PR) на южном склоне Воронежской антеклизы.

Геоблоки: I – Курско-Белгородский мегаблок (КМА). Гнейсы, мигматиты, конгломераты, метапесчаники, филлиты, железистые кварциты. II – Лосевская шовная зона. Метадациты, метабазиты, брекчии, туфы. III – Эртиль-Калачский мегаблок. Метапесчаники, туфосланцы, углеродисто-графитовые сланцы. 1 – глубинные разломы; 2 – граница структурно-стратиграфических несогласий (область распространения отложений ворнежской ситы); 3 – урановые рудопроявления (1 – Коробковское, 2 – Александровское, 3 – Лебединское, 4 – Стойленское, 5 – Чернянское, 6 – Центрально-Волотовское, 7 – Сторожевое, 8 – Опытное); 4 – проявления урановой минерализации и радиоактивные аномалии; 5–6 – скопление урановых концентраций: в области распространения железистых кварцитов (5), в пределах Лосевской шовной зоны, Эртиль-Калачского и Курско-Белгородского мегаблоков (6).





**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**



**Рис. 17. Схема распространения доживетских отложений.**

1-4 – Структурно-формационные районы: 1 – КМА, 2 – Лосевский, 3 – Калач-Эртильский, 4 – Донбасс; 5-6 – разрывные нарушения (а), в том числе под чехлом платформенных отложений (б): 5 – региональные разломы: а – Лискинско-Богучарский, б – Лосевско-Мамонский, в – Рязско-Кантемировский, г – Северо-Донецкий; 6 – прочие; 7 – гранитогнейсовые куполовидные структуры (а), в том числе под чехлом платформенных отложений (б): 1 – Курско-Бесединская, 2 – Касторенская, 3 – Обоянская, 4 – Россошанская, 5 – Варваринская; 8 – платформенные доживетские отложения; 9 – направление сноса.

тельно проявившегося на южном склоне в чехле ВА в фанерозе. От выходов кристаллического фундамента уран в первую очередь поступал в северо-западную часть мамонской долины (блок I), затем перемещался с подземными водами через мамонскую аллювиальную пачку (блок II) и далее на юго-восток в область замещения аллювиальных мамонских песков на прибрежно-морские осадки (блок III). Более перспективными вырисовываются блоки II и III Мамонской подзоны. Два последних блока объединены в Прохоровский перспективный район. Здесь отмечается наиболее благоприятный проницаемый разрез мамона и выделена зона грунтово-пластового окисления.

В раннекаменноугольное время, по-видимому, началось формирование инфильтрационного оруденения в ниже-среднекаменноугольных отложениях в пределах *Белгородско-Кантемировской минерагенической подзоны*. Особенно интенсивно зоны грунтово-пластового окисления развивались в пределах Белгородского и Валуйско-Кантемировского перспективных районов.

*Белгородский перспективный район* объединяет большое количество аномалий и проявлений урановой минерализации в нижекаменноугольных отложениях. Уран спулся со стороны апикальной части ВКМ и, очевидно, пересекал западную часть мамонского разреза (блок I). В *Валуйско-Кантемировском перспективном районе* формирование уранового оруденения в краевой части аллювиальной и прибрежно-морской равнины началось в средне-позднекаменноугольное время. Основным осадителем здесь являются угленосные отложения. Недостатком этого района является преимущественно глинисто-карбонатный состав рудовмещающих отложений.

Перспективной может оказаться северная часть Валуйско-Кантемировского перспективного района между южной границей мамонских отложений и урано-угольными проявлениями ранне-среднекаменноугольного времени. Здесь предполагается наличие песчаных фаций, благоприятных для развития рудообразующего процесса. Из всех минерагенических таксонов в пределах Южно-Воронежской зоны к первоочередным относятся Прохоровский район (II и III блок) и Белгородско-Кантемировская подзона. В пределах последней наиболее интересной является северная часть Валуйско-Кантемировского района. Белгородский перспективный район, учитывая большую глубину залегания рудовмещающих отложений, отнесен ко второй очереди. В процессе проведения поисковых работ в пределах Белгородско-Кантемировской подзоны следует оценить также и площадь между Белгородской и Валуйско-Кантемировской областями, где известны урановые проявления в отложениях карбона и юры.

2. *Палео-Донская ураноносная минерагеническая зона*, которая пересекает северо-восточный угол листа М-37 и контролирует урановое оруденение в неогеновых отложениях палео-Дона. Эта молодая зона грунтово-пластового окисления ( $N_1$ ) за пределами площади листа контролирует мелкое инфильтрационное месторождение урана Балковское и Борисоглебскую группу аномалий, но в пределах самого листа в неогеновых отложениях палео-Дона проявлений урановой минерализации не установлено. Эта зона отнесена к перспективной площади второй очереди.

На юго-востоке территории листа в отложениях палеогена, контролируемых инфильтрационное урановое оруденение пластового типа, выделена

*Преддонбасская ураноносная область.* Она перспективна на обнаружение серии мелких инфильтрационных месторождений урана, пригодных для отработки способом подземного выщелачивания (СПВ).

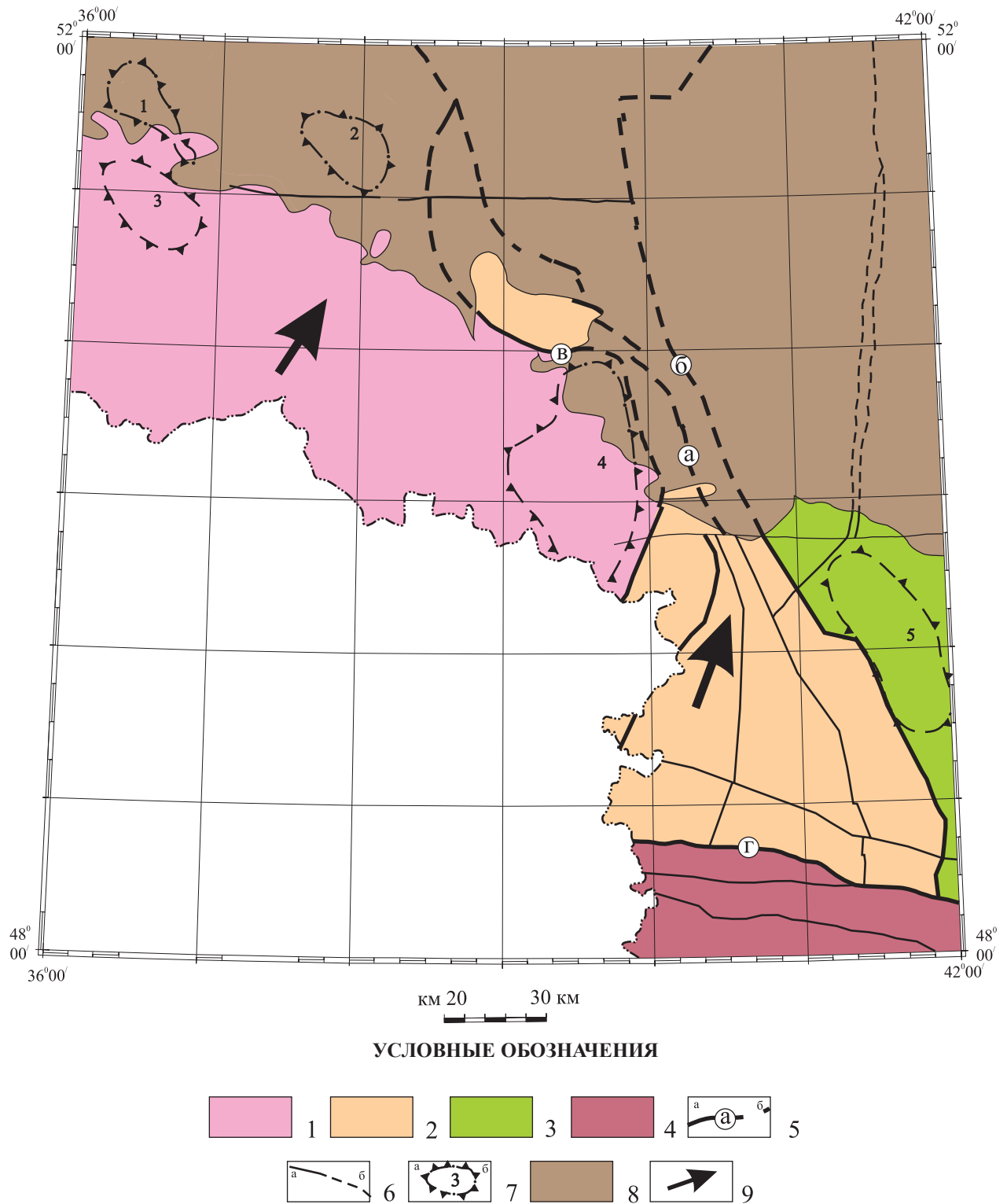
Образование урановых концентраций в связи с поверхностным окислением происходит также на выветрелых углях Донбасса, где карбон выходит на дневную поверхность. Площадь развития урановых концентраций в углях включена в *Преддонбасскую ураноносную область*. Упомянутая область отнесена к площадям первой очереди.

3. *Донская потенциально урановорудная минерагеническая зона (С–Т)* на урано-битумный тип оруденения выделена на юго-востоке рассматриваемого района. Зона входит составной частью в крупный *Приуральско-Донецкий минерагенический рудный пояс*, который контролирует серию мелких и средних по запасам урано-битумных месторождений. В юго-восточной части территории работ выявлено большое количество урано-битумных проявлений в отложениях карбона и триаса. Донская урановорудная зона заслуживает внимания, но из-за сложной технологии отработки урано-битумных месторождений площадь данной зоны рекомендуется под прогнозно-поисковые работы второй очереди.

Подводя итог, следует отметить своеобразие южного склона ВА. Здесь возможно выявление уранового оруденения четырех генетических типов. В фундаменте: 1 – комплексных (U, Au, Ag, Ni, Co, Pt) месторождений, 2 – месторождений урана типа ССН. В чехле: 3 – инфильтрационного (палеодолинного и пластового) в связи с грунтово-пластовым окислением, 4 – эксфильтрационного урано-битумного. Степень обоснованности выделенных минерагенических таксонов различна, однако зараженность ураном образований фундамента и чехла весьма велика, что позволяет надеяться на выявление промышленных инфильтрационных месторождений урана на территории листа М-37 в пределах выделенных минерагенических таксонов. Учитывая длительное по времени (более 600 млн лет) воздымание ВКМ (своеобразной «печки», генерирующей поступление урана как в фундамент, так и в чехол) и низкую степень изученности на уран территории листа, можно надеяться на выявление здесь средних по запасам месторождений типа ССН в фундаменте, и мелких и средних по запасам инфильтрационных месторождений в палеодолинах в чехле.

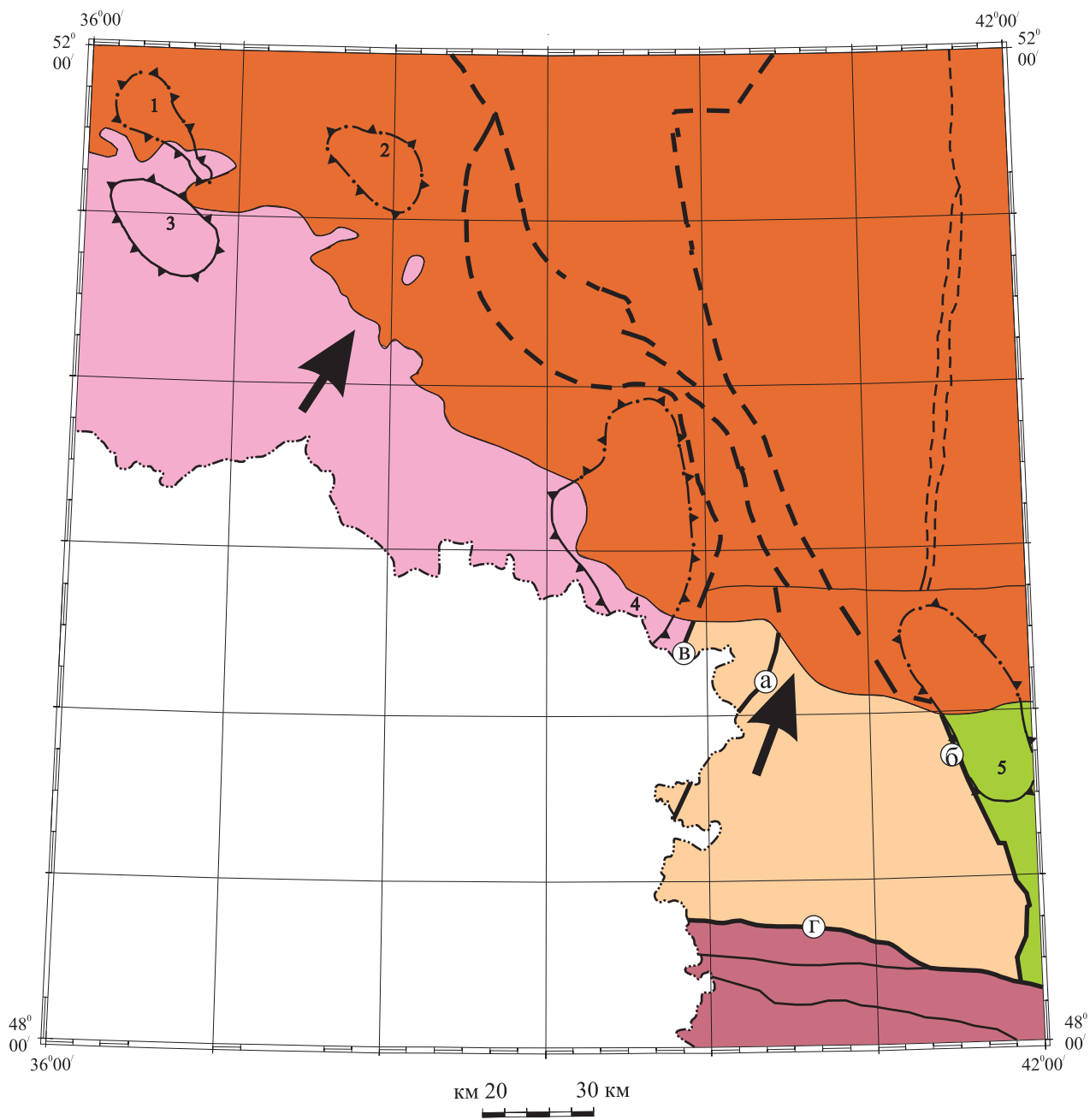
Прогнозная оценка запасов урана в фундаменте на месторождения типа ССН, в пределах выделенных минерагенических таксонов оценивается в количестве 50 тыс. т по категории  $P_3$  и в пределах чехла на инфильтрационные урановые месторождения палеодолинного типа – в размере 35 тыс. т по категории  $P_3$ . Прогнозные запасы в чехле распределяются следующим образом: Прохоровский перспективный район ( $D_{3mm}$ ) – 10 тыс. т; Валуйско-Кантемировский перспективный район ( $C_{1-2}$ ) – 10 тыс. т; Белгородский перспективный район ( $C_1$ ) – 10 тыс. т; Преддонбасская ураноносная область ( $P$ ) 5 тыс. т (табл. 12).

**Алмазы.** Рассматриваемая территория расположена в южной части Русской плиты. Проблема установления закономерностей размещения здесь кимберлитового магматизма не имеет к настоящему времени однозначного решения и среди исследователей, изучающих ее, нет единой точки зрения.



**Рис. 18. Схема распространения дофранских отложений.**

1–4 – Структурно-формационные районы: 1 – КМА, 2 – Лосевский, 3 – Калач-Эртильский, 4 – Донбасс; 5–6 – разрывные нарушения (а), в том числе под чехлом платформенных отложений (б): 5 – региональные разломы: а – Лискинско-Богучарский, б – Лосевско-Мамонский, в – Ряжско-Кантемировский, г – Северо-Донецкий; б – прочие; 7 – гранитогнейсовые куполовидные структуры (а), в том числе под чехлом платформенных отложений: 1 – Курско-Бесединская, 2 – Касторенская, 3 – Обоянская, 4 – Россошанская, 5 – Варваринская; 8 – платформенные дофранские отложения; 9 – направление сноса.



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**



**Рис. 19. Схема распространения докаменноугольных отложений.**

1–4 – Структурно-формационные районы: 1 – КМА, 2 – Лосевский, 3 – Калач-Эртильский, 4 – Донбасс; 5–6 – Разрывные нарушения (а), в том числе под чехлом платформенных отложений (б): 5 – региональные разломы: а – Лискинско-Богучарский, б – Лосевско-Мамонский, в – Рязско-Кантемировский, г – Северо-Донецкий; 6 – прочие; 7 – гранитогнейсовые куполовидные структуры (а), в том числе под чехлом платформенных отложений: 1 – Курско-Бесединская, 2 – Касторенская, 3 – Обоянская, 4 – Россошанская, 5 – Варваринская; 8 – платформенные докаменноугольные отложения; 9 – направление сноса.

Таблица прогнозируемых на уран объектов и их прогнозных ресурсов к листу М-37 Госгеолкарты-100/3

№ п/п	Название и ранг объекта и его индекс на карте прогноза	Площадь объекта, км <sup>2</sup>	Вид полезного ископаемого	Характеристика, оценочные параметры оруденения	Завершенная стадия работ	Категория ресурсов	Ресурсы	Рекомендуемые виды работ и их очередность
1	Южно-Воронежская ураноносная минерагеническая зона. 5U/D <sub>2</sub> -C <sub>1</sub>		Уран					
2	Белгородский прогнозируемый минерагенический район. 5.1.U/C <sub>1</sub>	5000	Уран	Инфильтрационный тип оруденения; на глубинах свыше 500 м интенсивность до 1000 мкР/ч	Геологическая карта 1 : 1 000 000	P <sub>3</sub>	10 тыс. т	II очередь из-за большой глубины залегания
3	Яковлевский рудный узел. 5.1.1.U/C <sub>1</sub>		Уран	Содержит четыре ПМ в отложениях C <sub>1</sub> на глубинах до 600 м		P <sub>3</sub>	6 тыс. т	
4	Шейнский рудный узел. 5.1.2.U/C <sub>1</sub>		Уран	Содержит четыре ПМ в отложениях C <sub>1</sub> на глубинах до 700 м		P <sub>3</sub>	4 тыс. т	
5	Прохоровский прогнозируемый минерагенический район. 5.2.U/D <sub>2-3</sub>	12 000	Уран	Инфильтрационный тип оруденения; в девонских отложениях интенсивность до 250 мкР/ч	Геологическая карта 1 : 1 000 000	P <sub>3</sub>	10 тыс. т	I очередь из-за небольшой глубины залегания
6	Росошанский рудный узел. 5.2.1.U/D <sub>2-3</sub>		Уран	Содержит три ПМ на глубинах 200–300 м				



№ п/п	Название и ранг объекта и его индекс на карте прогноза	Площадь объекта, км <sup>2</sup>	Вид полезного ископаемого	Характеристика, оценочные параметры оруденения	Завершенная стадия работ	Категория ресурсов	Ресурсы	Рекомендуемые виды работ и их очередность
7	Валуйско-Кантемировский прогнозируемый минерагенический район. 5.3.U/C <sub>1</sub>	4000	Уран	Инфильтрационный тип оруденения в отложениях С <sub>1</sub> на глубинах свыше 600 м		P <sub>3</sub>	10 тыс. т	II очередь из-за большой глубины залегания
8	Ровеньский рудный узел. 5.3.1.U/C <sub>1</sub>		Уран	Включает четыре ПМ пластового типа; содержит до 0,2% урана				
9	Преддонбасский прогнозируемый минерагенический район. 5.4.U/C <sub>1</sub> -P <sub>2</sub>	15 000	Уран	Урано-битумный тип оруденения, эксфильтрационный. В отложениях карбона, пермо-триаса и эоцена. Морфология рудных тел – пластовая и трещинно-жильная, глубина от 188 до 690 м	Геологическая карта 1 : 1 000 000	P <sub>3</sub>	5 тыс. т	II очередь из-за сложной технологии обработки

Единственной закономерностью размещения алмазоносных кимберлитов, признаваемой большинством геологов, является правило Клиффорда. Русская плита относится к древней стабильной области, и установленный правилом Клиффорда принцип приуроченности всех кимберлитовых полей к областям ранней кратонизации древних платформ подтверждается открытием алмазоносных кимберлитов в северной части Восточно-Европейской платформы. На площади исследований известны пять гранитоидных куполовидных структур (ГТС) раннеархейской консолидации. Это Курско-Бесединская, Касторненская, Обоянская, Россошанская и Варваринская, с которыми в основном и связывают перспективы коренной алмазоносности [11, 47, 60, 66 и др.].

Все известные на площади листа находки индикаторных минералов кимберлитов и алмазов выявлены в пределах Воронежской антеклизы. Согласно минерагенической иерархии, Воронежская антеклиза входит в состав Южно-Русской кимберлитовой субпровинции, которая [29, 30, 150] в тектоническом плане охватывает Припятско-Днепровско-Донецкий авлакоген, Воронежскую и Украинскую антеклизы. С позиций минерагенического районирования Воронежская и Украинская антеклизы с обширными полями архейской кратонизации отождествляются с кимберлитовыми областями, в которых известны проявления среднепалеозойского кимберлитового магматизма с убогой алмазоносностью. Ранее на территории листа М-37 были проведены обширные работы под руководством М. В. Михайлова, В. Г. Никитина, В. И. Ваганова и других сотрудников организаций ВСЕГЕИ, ЦНИГРИ, «Воронежгеология», ВГУ. Собран обильный материал по наличию алмазов и их спутников на изученной площади. До недавнего времени в ее составе были выделены два крупных прогнозируемых кимберлитовых района (ПКР), перспективных в отношении алмазоносности: Павловский и Воронежский, а в результате настоящих работ она дополнена еще одним: Курско-Белгородским.

Выделенные кимберлитовые районы в современном структурном плане охватывают центральную наиболее приподнятую часть Воронежской антеклизы. Под покровом мезозойских отложений здесь развиты отложения от мосоловского горизонта эйфельского яруса до ястребовской свиты коми надгоризонта, а в пределах Щигровского свода значительные площади фундамента перекрыты юрскими образованиями. Крылья сложены более молодыми породами вплоть до мамонской серии и каменноугольных отложений.

В пределах изученной площади коренных источников алмазов до сих пор не установлено, несмотря на значительное количество находок алмазов и минералов-спутников алмазов (МСА) в отложениях платформенного чехла. В настоящем исследовании рассмотрены промежуточные коллекторы, опробование которых способно приблизить разрешение основной проблемы – поисков коренных источников алмазов.

*Девонские отложения.* Выходят на поверхность в ограниченных участках по руслам рек, но основной объем исследований проведен по скважинам. Алмазов не обнаружено, но МСА присутствуют в большом количестве в ястребовских отложениях ( $D_3js$ ), где они представлены пикроильменитом, хромшпинелидом, зернами гранатов. В континентальных образованиях мамонской серии ( $D_3mt$ ) встречены хромшпинелиды (одно зерно алмазной

ассоциации с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ —68,18 масс.%) и пикроильмениты, но в меньшем количестве, чем хромшпинелиды; еще реже попадаются единичные зерна пиропов. В пробах, отобранных из петинских ( $D_{3pt}$ ) гравийных песков у н. п. Семилуки к западу от Воронежа, были обнаружены пикроильмениты, хромшпинелиды, одно зерно хромдиопсида и несколько мелких обломков (до 0,7 мм) магматических пород. Наиболее полно девонские отложения изучены в восточной части Воронежской антеклизы на площади Павловского участка [26, 45, 48, 130, 153, 169 и др.].

Следует отметить значительный вклад сотрудников ВСЕГЕИ и, прежде всего М. В. Михайлова [29, 30, 150], в разработку пикроильменитов, количество которых достигает нескольких тысяч зерен на 10-литровую пробу. По химическому составу и морфологическим признакам им были выделены «ястребовский» и «осетровский» генетические типы пикроильменитов. «Осетровский» тип пикроильменита, выделенный в районе н. п. Осетровка, более магнезиальный ( $\text{MgO}$  — 6,48 мас.%;  $\text{MgTiO}_3$  — от 20 до 60%). В нем несколько повышенное содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — до 20 мас. % и присутствие хрома (до 1,6 мас. %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ). Все вышеперечисленное может свидетельствовать о его кимберлитовой природе в отличие от пикроильменитов «ястребовского» типа.

На картах подошвы платформенного чехла и поверхности докаменноугольного несогласия показаны площадь распространения девонских отложений и изогипсы абсолютных отметок поверхности фундамента и поверхности докаменноугольного несогласия. Считается, что поиски кимберлитовых трубок могут быть экономически выгодными только в пределах глубин до 150 м [6], что возможно не ниже нулевой изогипсы кровли девона. Область сноса располагалась к югу и юго-западу от границы распространения девонских пород в южной части Курско-Белгородского ПР, где в течение всего девона размыву подвергались Курско-Бесединская и Обоянская ГГС, снабжая продуктами выветривания все интервалы девонского разреза, начиная с дорогобужского и клинцовского горизонтов эйфельского яруса и заканчивая мамонской серией позднего девона. Наиболее перспективными в этом прогнозируемом районе на россыпные МСА и алмазы в девоне следует считать Курский участок, т. к. на Белгородской площади девонские образования отсутствуют. Курский участок мог пополняться минералами в дорогобужско-мосоловское время и за счет размыва Касторненской ГГС до перекрытия ее старооскольскими осадками. Благоприятная ситуация сложилась в девоне в пределах Павловского ПКР, где девонские породы выходят на поверхность по руслам рек и долгое время исследовались в отношении алмазоносности. Здесь происходило накопление материала, сносимого с двух наиболее крупных ГГС в пределах исследованной площади: Россошанской и Варваринской. При этом если северная часть Россошанской ГГС была перекрыта от размыва в начале позднего девона (ястребовская свита), то Варваринская продолжала поставлять материал вплоть до каменноугольной трансгрессии, так же, как южная и западная периферии Россошанской ГГС.

*Каменноугольные отложения* на изученной площади на поверхность выходят на небольших участках у восточной границы Воронежской антеклизы, а на остальной площади вскрыты скважинами и опробованию на алмазы и МСА не подвергались. Но к северу от границы листа в бобриковско-тульском

промежуточном коллекторе, сложенном аллювиальными и озерно-болотными образованиями [155], были определены алмаз и хромшпинелид. Алмаз представлен обломком ( $0,6 \times 0,5$  мм) бесцветного трещиноватого кристалла, ребра и поверхности которого не несут следов износа, что, по всей видимости, указывает на незначительное расстояние его переноса и подтверждает присутствие где-то поблизости коренных образований позднедевонского возраста. На карте эрозионной поверхности доюрского несогласия видно, что для Павловского ПКР каменноугольное время характеризуется размывом девонских отложений и переотложением МСА на предкаменноугольную эрозионную поверхность и в терригенные породы карбона, преимущественно, начиная с бобриковского горизонта. Варваринская ГТС в нижнем карбоне полностью перекрыта глинисто-карбонатными отложениями, и размыв ее прекратился.

В Курско-Белгородском ПКР к северу и северо-востоку от Щигровского свода МСА накапливались на эрозионной поверхности доюрского несогласия при размыве обнаженных участков докембрия и девонских пород в результате длительного перерыва в течение всего карбона, перми, триаса и нижней юры. Южнее свода – в терригенных отложениях бобриковского горизонта карбона, сложенного здесь аллювиально-пролювиальными образованиями речных палеодолин в породах докембрия, где глубина вреза превышает 100 м, а протяженность может достигать 50 км при ширине 1–5 км. К сожалению, глубина до кровли карбона превышает допустимую целесообразность, и породы глубоких скважин не опробовались на наличие МСА.

К востоку от г. Курск выделяется небольшой контур терригенных пород беленихинской серии, где в грабене в несколько квадратных км сохранились продукты денудации мощных довизейских кор выветривания, которые могут быть перспективны в отношении россыпной алмазности. Разрез карбона здесь начинается аллювиальными отложениями бобриковского горизонта нижнего визе мощностью до 72 м, которые перекрываются породами беленихинской серии, включающей весь верхний подъярус визе, мощностью свыше 170 м, где континентальные осадки перемежаются морскими терригенными образованиями при крупных трансгрессиях.

*Юрские отложения.* Алмазы найдены в песках батского яруса в районе н. п. Яковлево в Белгородской области [94] и в Железногорском районе Курской области [91] уже за пределами площади работ. Алмазы мелкие, в небольшом количестве встречены пиропы, пикроильмениты, муассаниты, хромшпинелиды. Их особенностью является узкая стратиграфическая приуроченность: в песках батского яруса они найдены лишь в самой верхней части разреза, в пласте грубозернистых косослоистых песков, отделенных от остальной толщи пластом черных углистых глин. Алмазы размером 0,05–0,07 мм преобладают, но встречаются и размером 0,1–0,32 мм. Как правило, зерна имеют серо-зеленоватые и желтоватые оттенки, реже встречаются серовато-голубоватые и сероватые зерна. Очень часто в кристаллах отмечаются включения графита, иногда обильные, в результате чего алмазы приобретают черный цвет. Из кристаллических форм преобладают октаэдры, кубы и их комбинации, реже отмечены ромбододекаэдры, а также поликристаллические сростки. Юрские отложения наиболее представительны в Курско-Белгородском ПКР, полностью отсутствуя в Павловском ПКР. На карте

поверхности доюрского несогласия отчетливо фиксируется снос материала с гранитогнейсовых куполов фундамента Щигровского свода, отвечающих Курско-Бесединской и Обоянской структурам. Выходящая на доюрскую поверхность зона Щигровского свода разделяет площади распространения девонских и каменноугольных пород. В последних в эрозионных долинах могли накапливаться продукты размыва доюрских отложений, в том числе алмазы и МСА. Такой площадью могли быть участки распространения орельской свиты гнилушкинского горизонта ( $J_{2gn}$ ) восточнее г. Обоянь.

*Меловые отложения* делятся на две различные по литологии толщи: нижнюю терригенную в объеме владимирского, симбирского и цнинского горизонтов нижнего мела и брянского надгоризонта верхнего мела и верхнюю, преимущественно карбонатную, представленную породами губкинского, шиловского и северского надгоризонтов. Для выявления скоплений алмазов и МСА исследованию подвергались только породы нижней части с преобладанием песчаной составляющей. Таковыми являются образования симбирского, цнинского и брянского подразделений, включающие аптский, альбский и сеноманский ярусы международной шкалы. В аптских породах Касторненского участка [91] определены алмазы (42 зерна), пикроильмениты, пиропы, хромшпинелиды, муассаниты. Здесь же в альбских песках и конгломератах выявлены алмазы (семь зерен) и тот же набор МСА. Все алмазы мелкие, большинство из них имеет зеленоватую окраску и разное преобладание неправильных сростков. Пиропы и хромшпинелиды распространены шире алмазов, но встречаются в единичных зернах. На основе исследований пиропов и хромшпинелидов Касторненского участка в ЦНИГРИ были сделаны выводы, что они малоинформативные, но тем не менее два зерна хромшпинелидов, по оценке Н. В. Соболева, попадают в поле «алмазной ассоциации». Авторы исследования считают [91], что на Касторненской площади присутствует набор минералов, традиционно считающихся спутниками алмазов кимберлитового или лампроитового магматизма, а вероятный коренной источник алмазов находится в 15 км к юго-юго-западу и попадает в контур архейских пород Касторненской ГГС.

В аптских отложениях Стрелицы и Хохольского определены пикроильмениты, хромшпинелиды, оливины и муассаниты [46] в континентальных пойменных и русловых отложениях. Источники сноса располагались южнее и восточнее этих двух разрезов и находились скорее всего на севере обширной области современного отсутствия пород этого возраста (район Россоси) или западнее (Касторненская ГГС), где и предполагаются древние коренные источники среднедевонского–раннекаменноугольного возраста.

В альбских отложениях Лебединского карьера (Оскольский участок) был опробован базальный горизонт и подстилающая кора выветривания на аптских породах. Здесь было обнаружено 24 зерна красных пиропов, пикроильмениты, оливины. Аналогичный состав МСА был определен на небольшом удалении от Лебединского карьера у н. п. Верхне-Турово, где были установлены еще и обломки магматических пород размером до 2,5 мм, предположительно лампроитового состава, поставляемые с архейского Россосанского массива.

В сеноманских отложениях Касторненской площади МСА не встречаются. На большей части территории они не отделены от альбских и только

к северо-западу от Павловска в разрезе у н. п. Котовка однозначно в сеномане определены МСА в составе пикроильменита, оливина, хромшпинелидов, муассанита. Проявление выявлено в мелководно-морских терригенных отложениях, а источниками МСА предположительно служат кимберлиты Россошанской ГГС.

*Палеогеновые отложения.* Они наиболее доступны для наблюдения и опробованы на обширных площадях. В пределах Павловского поднятия и восточного склона Воронежской антеклизы морские пески палеогена содержат отдельные окатанные зерна алмаза, а также пиропы, хромдиопсиды, хромшпинелиды, оливин, хромиты, пикроильмениты. В большинстве проб, характеризующих базальный горизонт палеоцена и эоцена, встречены минералы-спутники алмаза.

*Алмаз.* Три алмаза извлечены из галечно-песчано-гравийного горизонта в разрезе палеогеновых отложений уч. Мамоновка [6, 169]. Один кристалл весом 25,4 мг обнаружен в классе  $-4+2$  мм. Он представлен бесцветным прозрачным, слегка поврежденным октаэдром, со сноповидной штриховкой. Два кристалла обнаружены в классе  $-2+1$  мм, из них один весом 17,3 мг – обломок октаэдра темно-серого цвета, с полицентрическими гранями роста, содержащий многочисленные включения графита; второй алмаз весом 7,4 мг – половина расколотого кристалла шпинеливого двойника серого цвета, обусловленного графитовыми включениями. Все три кристалла относятся к первой разновидности по классификации Ю. Л. Орлова.

Северо-восточнее г. Калач, на р. Татарка (лист М-37-ХII) найдено зерно алмаза размером 250 мкм [46]. Это изношенный осколок предположительно октаэдра размером  $0,25 \times 0,20 \times 0,20$  мм.

*Пиропы.* Цветовая гамма и гранулометрический состав пиропов выдержан. Все они принадлежат к гранулометрическому классу  $-1+0,5$  мм. Зерна несут следы интенсивного гипергенного растворения кубоидного типа, формирующегося в условиях кор выветривания. Послекоррозионный износ отсутствует. Одно зерно попало в поле гранатов алмазной ассоциации ( $\text{Cr}_2\text{O}_3 - 9,5$  мас. %,  $\text{CaO} - 4,0$  мас. %).

Разнообразие минерального состава МСА из палеогенового коллектора явно возрастает по мере приближения точек опробования к Россошанскому массиву.

В ходе последних работ [130, 169] в Павловском районе среди песчаных отложений бузиновской свиты обнаружены девять пиропов (на 20 л), среди отложений каневской и бучакской свит – 26 пиропов (из них 24 в мелкообъемной ( $1 \text{ м}^3$ ) пробе) и семь пикроильменитов (на 20 л). Количество хромшпинелидов колеблется от 1 до 19 (на 20 л).

*Миоцен-плиоценовый* коллектор изучен слабо. В ходе работ в песчаных отложениях антиповской, урывской и белогорской свит обнаружены хромшпинелиды в количестве от 1 до 29 (на 20 л) и два зерна хромдиопсида (на 20 л).

В терригенных галечно-гравийно-песчаных *четвертичных отложениях* обнаружены отдельные кристаллы алмаза и многочисленные зерна пикроильменита, хромшпинелида, пиропы, единичных зерен хромдиопсида и оливина.

*Алмаз.* Всего найдено три кристалла алмаза. Почти все они гранулометрического класса  $-2 \pm 1$  мм, слабо окрашены в дымчато-серый цвет и имеют слабый



алмазный блеск. Алмазы представлены октаэдром со следами механических повреждений. По морфологическим признакам эти кристаллы относятся к плоскогранным алмазам якутского типа [30, 130].

*Пикроильменит* – наиболее распространенный минерал-спутник, находится в основном в среднеспесчаном гранулометрическом классе  $-0,5 \pm 0,25$  мм. По морфологическим признакам и химическому составу эти пикроильмениты подобны верхнедевонским и меловым, исключение составляют пикроильмениты, встреченные на уч. Россоховатое. Здесь найдены крупные ( $-2 \pm 1$  и  $-1 \pm 0,5$  мм) угловатые зерна, без признаков механического износа, с фрагментами магматогенной тонкошагреновой поверхности. Количество таких обломков колеблется от 4 до 38 знаков на 10 л пробы. По химическому составу они аналогичны «осетровским».

*Пироп* встречается в количестве от 1 до 10 знаков в пробе. Преобладающий размер  $-0,25 \pm 0,1$  мм. Зерна пироба сильно корродированы. Все проанализированные зерна относятся к лерцолитовому парагенезису.

*Хромитинелид* определен почти во всех пробах из четвертичных отложений и представлен теми же аллюмохроматами, что и в верхнедевонских и меловых отложениях.

Использовать четвертичные толщи в алмазописковых целях можно с большими ограничениями и только при ясном понимании генетического и стратиграфического положения опробуемых интервалов. Информативность доледниковых отложений значительна, что же касается ледниковых и послеледниковых отложений для алмазописковых целей, то она сомнительна. Последние сформировались при огромном участии моренного материала, принесенного с севера.

Анализ диаграммы химического состава пиропов ( $\text{CaO}-\text{Cr}_2\text{O}_3$ , %) показал, что 70% пиропов, обнаруженных в дочетвертичных отложениях, попадают в область лерцолитового парагенезиса, 20% – в верлитовую и 10% – в неалмазоносную дунит-гарцбургитовую. Пиропы, выявленные среди четвертичных послеледниковых отложений, попадают в область верлитового парагенезиса [130]. Пиропы подобного состава характерны для кимберлитов севера Якутской алмазоносной провинции и кимберлитоподобных тел Среднего Тимана. В то же время в этих объектах отсутствуют гранаты гарцбургит-дунитового парагенезиса и высокохромистые разновидности пиропов лерцолитового парагенезиса.

Анализ диаграммы химического состава пикроильменитов ( $\text{MgO}-\text{TiO}_2$ , %), показал, что 85% зерен, отобранных из апт-сеноманского коллектора, попадают в область среднего состава ильменитов из кимберлитов (по К. Н. Никишову, 1984). Пикроильмениты, отобранные из палеогеновых отложений, попадают в контур ильменитов из кимберлитов Приазовья. Основная часть (85%) пикроильменитов из четвертичных послеледниковых отложений не попадают в область средних значений ильменитов из кимберлитов [130]. По соотношению минералообразующих окислов можно предполагать, что изученная ассоциация ильменитов является полигенной, связанной с широким спектром магматитов щелочно-ультраосновного и основного составов. Следует отметить, что среди множества известных кимберлитов Якутской алмазоносной провинции нет тел, содержащих пикроильмениты, исключительно – с наблюдаемыми на Павловской площади характеристиками. Как правило, в известных трубках

пикроильмениты более магнезиальны. Пикроильмениты близкого состава известны в южной части Якутской алмазонасной провинции (Ичодинская площадь), однако коренной источник их пока не обнаружен.

Анализ химического состава хромшпинелидов показал, что большинство зерен принадлежит к серии хромит-феррихромит («пикритовый» тренд изоморфных замещений) с высоким (более 2,5 мас.%) содержанием примеси  $TiO_2$  [130]. Такой состав не противоречит кимберлитовому генезису. Среди зерен обнаружены три высокохромистые разности алмазной ассоциации (больше 62%,  $Cr_2O_3$ , по Соболеву Н. В., 1974), из них два зерна (с содержанием  $Cr_2O_3$  62,22 и 69,83% обнаружены среди пойменных отложений р. Дон и одно зерно ( $Cr_2O_3$  – 68,18%) в отложениях мамонской серии.

По анализу химического состава хромдиопсидов можно только предположить, что их источником являются ультраосновные породы из древних интрузий [130]. Лишь одно зерно хромдиопсида, обнаруженного в отложениях неогена, с содержанием  $Cr_2O_3$  – 1,18%,  $Na_2O$  – 1,9%,  $Al_2O_3$  – 3,31% можно отнести к МСА.

Анализ находок алмазов и МСА в платформенных горизонтах по площади Воронежской антеклизы показывает, что минералы-спутники алмазов присутствуют как в Курско-Белгородском, так и в Воронежском ПКР, но особенно они обильны в Павловском ПКР. И этому есть несколько объяснений: 1) объемы работ на алмазы здесь не сопоставимы даже с суммарными объемами работ на двух других площадях; 2) девонские отложения подпитывались минералами с двух крупнейших гранито-гнейсовых структур: Россошанской и Варваринской; 3) временной интервал перераспределения минералов из девонских пород в результате размыва был максимальным (карбон, пермь, триас, юра, большая часть нижнего мела).

После находок алмазов и МСА в платформенном чехле Воронежской антеклизы встала задача обнаружения коренных источников. Первоначально выделение перспективных районов было обосновано анализом геофизических материалов и сравнением тектонического строения выделяемых ПКР с известными кимберлитовыми полями Сибири и Архангельской области [24, 30, 66]. В 1994 г. на изученной площади был осуществлен подсчет запасов по категории  $P_3$  для Павловского прогнозируемого кимберлитового района. При этом предполагались поиски не только кимберлитовых, но и метаморфогенных алмазов. При последующих работах [47, 130, 169], на примере выделения Павловского ПКР, был выработан целый комплекс структурно-тектонических, вулcano-магматических, литолого-стратиграфических и минерагенических критериев:

1) он расположен на сочленении трех складчато-блоковых структур ВКМ первого порядка – СФЗ КМА, Эртиль-Калачской и Лосевской, разделенных Лосевско-Мамонским и Ряжско-Кантемировским разломами. Глубина заложения разломов достигает мантийного слоя. Зона является долгоживущей;

2) характеризуется повышенной мощностью консолидированной земной коры в пределах выделяемых структурно-формационных зон: Лосевская СФЗ имеет кору гранитового типа мощностью 43–44 км; Эртиль-Калачская СФЗ характеризуется корой метабазитового типа мощностью 44–45 км. СФЗ КМА имеет кору гранитного типа мощностью 42–43 км;

3) выявлено наличие линейных и площадных корово-мантийных неоднородностей по геофизическим данным;

4) расположен на сочленении стабильной жесткой глыбы КМА и мобильной Лосевской СФЗ;

5) характеризуется наличием крупного свода, осложняющего юго-восточный фланг Воронежской антеклизы и сопряженностью этой структуры с «плечом» Днепровско-Донецкого авлакогена. В пределах Павловского свода и его обрамления выделяются пликативные структуры третьего и более высоких порядков, представляющих собой выступы кристаллического фундамента в маломощном (0–150 м) осадочном чехле. Эти структуры длительное время (вплоть до мела) являлись областями денудации и сноса терригенного материала;

6) подвергался фанерозойской тектоно-магматической активизации, обладает сетью ортогональных систем дизъюнктивов палеозойско-четвертичного времени: субмеридиональной–субширотной и северо-западной–северо-восточной; обусловивших блоковое строение фундамента и структурно-тектонический план образований платформенного чехла;

7) включает продукты проявления эксплозивной деятельности в девонское время: присутствие образований щелочно-базальтоидной субформации и трапповой формации (излияния базальтов и внедрение силлов долеритов) [130]. Не исключается возможность эксплозивной деятельности в докембрийский, верхнепалеозойский и мезозойский периоды геологического развития региона;

8) несет проявление магматизма в виде дайкообразного маломощного (0,7 м) тела эксплозивной брекчии [44], секущей серпентиниты нижнекарельского мамонского комплекса (скв. 9а). Детальное изучение и сопоставление пород дайки с алмазонасными кимберлитами Якутии установили их тождественность по химическому составу [44];

9) имеет большое количество аэромагнитных аномалий «трубочного» типа, выделенных по материалам аэромагнитных съемок масштаба 1 : 25 000, особенно в Лосевской шовной зоне в пределах Павловского выступа и вдоль Лосевско-Мамонского глубинного разлома, часть из которых могла быть обусловлена кимберлитовыми диатремами;

10) располагает находками алмазов, МСА (пиропы, пикроильменита) и минералов ультраосновных пород (хромшпинелидов, хромдиопсидов) на разных стратиграфических уровнях, позволяющих фиксировать их ореолы распространения.

Всего в настоящее время здесь можно прогнозировать проявления по крайней мере четырех фаз кимберлитового магматизма.

Первая фаза, вероятнее всего, имела место в предястребовское или начале ястребовского времени (начало франского). Об этом свидетельствуют находки в этих отложениях пикроильменитов осетровского типа и наличие в районе, в его восточной части, проявлений базитового магматизма.

Возможный возраст второй фазы следует датировать серединой франского века – в предпетинское время. Основанием для таких предположений служит предворонежский возраст тел Жлобинского кимберлит-лампроитового поля,

расположенного в пределах Воронежской антеклизы в 650 км северо-западнее Павловской площади.

Третья фаза кимберлитового магматизма имеет, вероятно, «раннемамонский» возраст. Это предположение опирается на наличие высоких концентраций минералов-спутников алмаза в базальных горизонтах мамонской толщи, что не имело места ниже по разрезу. Хотя не исключено поступление минералов-спутников из более древних промежуточных коллекторов и повышение концентраций за счет особенностей осадконакопления в это время.

Наличие четвертой фазы кимберлитового магматизма может предполагаться в позднем девоне–раннем карбоне, исходя из наличия кимберлитов этого возраста на северо-западе Русской платформы, на Зимнем Берегу [130].

В течение среднекаменноугольного–раннепалеогенового времени на Павловской площади могли иметь место еще несколько фаз кимберлитового магматизма ( $P_1$ ;  $P_1$ – $P_2$ ;  $T$ – $J$ ;  $K_1$ ;  $K_1$ – $K_2$ ;  $K_2$ ) – исходя из возраста обнаруженных южнее данной площади магматитов [130].

Работы последних лет позволили детализировать Павловский ПКР на три участка: Россошанский, Павловский и Острогжский; каждый с перспективами в 18,3 млн карат по категории  $P_3$ . Коренные источники найдены не были, но работы на Павловской площади предлагается продолжить [130] после разработки методики выделения перспективных локальных полей ранга «куста» кимберлитовых трубок, перекрытых чехлом осадочных отложений. С целью выявления месторождений алмазов в пределах прогнозируемых кимберлитовых полей и перспективных площадей Павловского района рекомендуется следующий комплекс геологических работ:

- 1) необходимо выполнение аэромагнитной съемки масштаба 1 : 10 000;
- 2) с целью выявления локальных депрессий, с которыми могут быть связаны «кусты» кимберлитовых трубок, предлагается проведение специального геоморфологического картографирования на перспективных участках;
- 3) для выявления ореолов МСА ближнего сноса в пределах перспективных площадей, в контурах апт-сеноманского коллектора необходимо бурение поисковых скважин глубиной от 15 до 100 м;
- 4) на основании аэромагнитной съемки в пределах перспективных площадей выделить один или несколько перспективных локальных участков ранга «куста» кимберлитовых трубок;
- 5) изучить зону динамического влияния Припятско-Днепрово-Донецкого авлакогена;
- 6) провести наземные геофизические работы на Павловском участке;
- 7) провести на импульсно-волновое моделирование ИВП с целью сейсмofациального анализа толщи, исследования морфокинематических параметров мало- и среднеамплитудной тектоники, реконструкции палеонапряжений, изучения зон трещиноватости, а также возможных даек, силлов в осадочном чехле с последующей заверкой бурением и комплексом сопутствующих геолого-поисковых работ.

Воронежская площадь была выделена в качестве перспективной на коренные источники алмазов по результатам регионального структурно-минерагенического районирования Европейской части РФ и ее Центральных регионов, проведенного ЦНИГРИ и ПГО «Центргеология» в 1995–2003 гг.

[88, 94]. По данным этих исследований, в региональном плане изучаемая площадь расположена в области северо-западного замыкания глубинной физико-геологической неоднородности с мощной (150–200 км) литосферой, отнесительно плотной земной корой, сочетающейся с депрессией в поверхности Мохоровичича, рассматриваемой (по модельным представлениям) в качестве индикатора древней алмазоносной мантии. На уровне кристаллического фундамента Воронежская площадь приурочена к восточной части макроблока КМА, граничащего с раннепротерозойским Лосевским вулканно-плутоническим поясом.

Северо-восточная часть этого макроблока – наиболее стабильная область в пределах Воронежской площади. В минерагеническом плане именно этот блок, по существующим представлениям [155], может быть интересен как структура, в пределах которой на рассматриваемой площади могли формироваться обстановки, благоприятные для проявлений продуктивного на алмазы кимберлитового магматизма. Для него характерна повышенная мощность земной коры (глубина залегания раздела Мохоровичича составляет здесь более 46 км). Эта часть макроблока КМА в целом характеризуется повышенным региональным уровнем поля силы тяжести и пониженным уровнем магнитного поля, на фоне которого выделяются две среднечастотные (с периодом порядка 24–40 км) положительные гравитационные аномалии северо-западного простирания, а также более высокочастотные максимумы и минимумы  $\Delta g$  и  $(\Delta T)_a$ . Среднечастотные положительные аномалии поля силы тяжести в целом сочетаются с пониженными значениями магнитного поля. Данное обстоятельство позволило связать природу аномалеобразующих объектов, по данным петрофизических исследований [11], с эндербит-гранулитогнейсовыми образованиями нижнего архея. Последние могут представлять собой реликтовые блоки – ядра (палеоподнятия протокоры) раннеархейской стабилизации земной коры в составе Курского макроблока архейского Воронежско-Украинского геоблока, т. е. структуры-индикаторы древней алмазоносной мантии [89, 155].

Юго-западной границей стабильной части макроблока служит структурно-деформационная рифтогенная зона Тим-Ястребовского зеленокаменного пояса северо-западного простирания шириной порядка 20–30 км. В поле силы тяжести рассматриваемая зона проявлена в целом пониженными значениями поля силы тяжести, на фоне которых выделяются линейные преимущественно северо-западного простирания положительные интенсивные аномалии  $\Delta g$ , сочетающиеся в свою очередь с высоко интенсивными линейными положительными аномалиями магнитного поля того же северо-западного простирания. Глубина залегания раздела Мохоровичича (подошвы земной коры) изменяется от 46 км на северо-востоке, до 40–38 км – на западе. По существующим представлениям [60, 155], данная структура была заложена в позднем архее как рифт вследствие деструкции земной коры в условиях растяжения вдоль шовной зоны в центральной части Курского континента. Последовательное развитие рифтогенеза архейской коры привело к преобразованию рифтогенной структуры в протяженные зеленокаменные пояса, которые в более позднее время приобрели сложную извилистую и прерывистую форму с рядом ответвлений. Ввиду контрастности петрофизических характеристик, слагающих зеленокаменные пояса образований михайловской серии верхнего архея



и курской серии нижнего протерозоя, они (зеленокаменные пояса) отчетливо проявлены практически на всех геофизических картах и схемах. Им соответствуют отмеченные выше интенсивные, протяженные (преимущественно северо-западного простирания) положительные аномалии магнитного и гравитационного полей. Согласно существующим представлениям, юго-западная часть Воронежской площади, совмещенная с Тим-Ястребовским зеленокаменным поясом, представляет наименьший интерес в плане ее перспектив на коренную алмазность. Она контролирует позицию рассмотренных выше реликтовых блоков раннеархейской стабилизации земной коры. Зона имеет простирание, близкое к простиранию Днепрово-Донецкого палеозойского рифта, и прослеживается на расстоянии порядка 100–150 км от последнего. Это позволяет предположить проявление палеозойской активизации структурно-деформационной зоны в связи с рифтогенными процессами в пределах Днепрово-Донецкого рифта.

Вероятность обнаружения коренных источников алмазов в рифтогенных зонах крайне мала, но контуры прогнозируемых районов часто захватывают их, т. к. цель геологического задания – это определение возможной алмазности отложений платформенного чехла. Поэтому россыпи алмазов и МСА могут значительно перекрывать площади прогнозируемых кустов кимберлитовых тел, что мы и видим на прогнозно-минерогенической карте.

Разломы северо-восточного простирания носят явный сдвиговый характер. Они выделяются линейными зонами горизонтального градиента поля силы тяжести и областями смещения зон линейных магнитных аномалий.

Комплексная аномальная область потенциальных (магнитного, гравитационного) полей может рассматриваться в качестве индикатора предполагаемого очага магмогенерации – его предполагаемой области разгрузки. Ее граница определяет границу Воронежского прогнозируемого потенциально алмазного кимберлитового поля.

В пределах прогнозируемой по геофизическим данным Воронежской площади выделено три участка, в контурах которых, по модельным представлениям [150], возможно обнаружение так называемых «кустов» кимберлитовых тел. Их поперечные размеры составляют 30–50 км. Данные участки картируются (Н. А. Прусакова) комплексными гравимагнитными аномалиями, проявленными на уровне локализованного регионального понижения гравитационного поля [150]. Нами оставлены только два участка: Касторенский и Оскольский, т. к. третий полностью показан в пределах Лосевской СФЗ, что, по заключению [11], не благоприятно для проявлений в пределах подвижных поясов алмазного кимберлитового магматизма. В границах участков по результатам преобразования гравитационного и магнитного полей выделяются более мелкие по размерам (10–30 км в поперечнике) области, характеризующиеся сочетанием положительных аномалий локальных составляющих геофизических полей. Глубины залегания верхних кромок аномалеобразующих объектов составляют порядка 1 (и менее) – 6 км, нижних – 14–20 км. Приведенные характеристики аналогичны таковым, принимающим участие в контроле положения Золотицкой (с месторождением им. Ломоносова) и других групп кимберлитовых тел в пределах Зимнебережного кимберлитового поля.



В заключение следует подчеркнуть, что геофизические характеристики прогнозируемого Воронежского кимберлитового поля (особенности глубинного строения, проявленность в геофизических полях и т. д.) в целом соответствуют прогнозно-поисковой модели среднепалеозойского кимберлитового поля. Однако полных аналогов среди эталонных объектов Восточно-Европейской платформы прогнозируемое Воронежское кимберлитовое поле не имеет. По своей структурной позиции Воронежское прогнозируемое поле существенно отличается от Зимнебережного кимберлитового поля и приближается скорее всего к кимберлитовым полям Восточной Финляндии – Каавинскому и Липиринскому. Однако кимберлитовые поля Восточной Финляндии располагаются в пределах Балтийского щита, а в пределах площади Воронежского поля платформенный чехол, хотя и маломощный, все же присутствует. Кроме того, расположение прогнозируемого Воронежского поля в области влияния такого мощного палеозойского рифта как Днепрово-Донецкий также существенно отличает его от кимберлитовых полей Восточной Финляндии.

На площади Воронежского потенциально перспективного района алмазы найдены в юрских, меловых и палеогеновых отложениях. Коренные источники не определены, но их наличие предполагается в зоне Касторенской ГГС. В пределах района выделены, возможно, перспективные Касторенский и Оскольский участки, приуроченные к периферии данной ГГС. О находках алмазов и МСА в осадочных отложениях на этих площадях было сказано выше.

На предлагаемой прогнозно-минерогенической карте выделена еще одна прогнозная площадь – Курско-Белгородский район, который обладает всеми признаками возможной алмазоносности коренных образований.

1. Здесь распространены архейские породы обоянского плутоно-метаморфического комплекса, которые по разломам контактируют с нижнепротерозойскими образованиями, разбиты широтными и субширотными разломами.

Выделенный участок Курского мегаблока имеет северо-западное простирание. С северо-востока он ограничен Тим-Ястребовской рифтогенной зоной, детально рассмотренной выше, а с юго-запада – Михайловско-Белгородской рифтогенной зоной, геофизические характеристики которой сходны с Тим-Ястребовской. Здесь сохранены фрагменты раннеархейского тектогенеза, оконтурены Курско-Бесединская и Обоянская гранитогнейсовые куполовидные структуры, проявлена насыщенность мигматитами различных комплексов архея–нижнего протерозоя. Характерно наличие зон разграничения петрографически контрастных блоков, что является наиболее благоприятными критериями для размещения кимберлитового магматизма. При оптимальной проницаемости подобных блоков возможно поступление в приповерхностные уровни земной коры кимберлитовых и лампроитовых магм. Находки алмазов и МСА в осадочном чехле тяготеют к окрестностям подобных раннеархейских блоков. По тектоническому строению, набору формаций фундамента и расположению на северо-восточном крыле Днепрово-Донецкого авлакогена Курско-Белгородский ПКР сходен с Павловской площадью, выделенной как перспективная для выявления полей проявлений потенциально алмазоносного кимберлитового магматизма, охватывающей Россошанскую ГГС, сложенную породами обоянской серии.

2. По геофизическим данным в подошве стратифицированных структур Михайловско-Белгородской зоны устойчиво выражен горизонт разуплотнения гранито-гнейсового слоя. Накопление здесь гетерогенных вулканогенно-осадочных толщ и мигматитов от базитового ряда до дацит-риолитов (до 15–20% площади) и гранитоидов свидетельствует о многоактной их активизации при значительном преобладании в регионе (более 85% площади) раннеархейских образований. Используя комплексные геофизические данные, многие исследователи считают возможным отнести этот участок к перспективным в отношении коренной алмазоносности [79], что дает основание предполагать наличие алмазов и МСА в осадочном чехле.

3. Имеются прямые признаки алмазоносности осадочного чехла: выявлены алмазы, пиропы и пикроильмениты в батских отложениях у пос. Яковлево и хромшпинелиды алмазной ассоциации западнее г. Обоянь.

В 2003 и в 2004 гг. здесь были проведены полевые работы на Яковлевском и Реутском участках. На первом из них были опробованы верховья рек Липовый Донец (20 км), Ворскла (30 км), Ворскалец (15 км), Пенка (12 км), Пена (13 км), Гремучий (10 км), Солотина (10 км), Маяки (10 км). Итого 120 км. На втором – реки Реут (17 км), Реутец (12 км), Медвенка (9 км), Паники (4 км), Полная (20 км), Трубеж (9 км), Усланка (13 км), Туровка (16 км), Каменка (17 км), Псел (10 км). Итого 127 км. Существенное содержание тяжелой фракции было обнаружено в большинстве проб. В терригенных породах неогена и палеогена, слагающих верхнюю часть осадочного чехла и доступных для наблюдения, пройдены каналы от контакта мела и палеогена до четвертичной толщи и миоцена.

Локальные ореолы индикаторных минералов кимберлитов в рамках проведенных работ выявлены в современных отложениях р. Ворскла в Белгородской области и р. Усланка Курской области. Минералы–спутники алмаза изучены микронзондовыми исследованиями и электронно-растровой микроскопией.

Пиропы установлены в двух шлиховых пробах из аллювиальных отложений р. Ворскла вблизи населенных пунктов Покровка (три зерна) и Быковка (одно зерно). Цветовая гамма зерен представлена сиреневыми и густо-сиреневыми разновидностями. Размеры зерен пиропов колеблются в пределах  $0,15 \times 0,25$ – $0,4 \times 0,7$  мм. Среди них отмечены осколки с реликтами первичного рельефа и единичный кубоид с сочетанием гладкого эндогенного и коррозионного рельефов. Сохранность зерен отнесена к II–III классам. Два остальных зерна пироба несут следы механогенного износа, выраженного в появлении многочисленных ямок и царапин. Сохранность таких пиропов определяется как IV класс.

На диаграмме оксидов кальция и хрома точки составов пиропов ложатся в поле составов гранатов лерцолитовой ассоциации кимберлитового генезиса. Для них характерны умеренные содержания оксида хрома (1,77–4,00%). Пиропы алмазной ассоциации с учетом непредставительности выборки среди них не установлены.

В верховьях р. Ворскла (н. п. Покровка) в ассоциации с пиропами установлены хромшпинелиды (четыре зерна). Они представлены в единичном случае сростком двух округлых октаэдров размером 0,4 мм III класса сохранности, в остальных – округлыми октаэдрами с заметным механогенным износом.

Размеры зерен не превышают 0,3–0,4 мм. Содержания оксида хрома во всех зернах варьируют в пределах 36,29–44,95%. Из них три зерна по содержанию оксида хрома аналогичны хромшпинелидам из концентрата трубки Пионерская Архангельской алмазонасной провинции и катаклазированных дунитов [46], что не противоречит их кимберлитовой природе. Наибольший интерес представляет единичная находка ксеноморфного зерна хромшпинелида размером до 1 мм в аллювиальных отложениях р. Усланка. Зерно имеет магматогенный рельеф поверхности. По содержанию оксидов титана и хрома (64,09%) оно отнесено к алмазной ассоциации. Размер, морфология и состав зерна предполагают его генезис из алмазонасных кимберлитов. Выявленные локальные ореолы рек Ворскла и Усланка тяготеют к периферийным обрамлениям Обоянской ГГС.

Эти находки в совокупности с обнаружением единичных алмазов в районе Яковлево и пиропов II–III классов сохранности повышают в целом перспективность этой части Воронежской антеклизы с установленными благоприятными гранитогнейсовыми куполовидными структурами на поиски алмазонасных кимберлитов.

Результаты полевых работ позволяют выделить промежуточные коллекторы с наиболее представительным содержанием МСА и оконтурить площадь, перспективную для их поисков. Таким коллектором может служить обуховская свита верхнего эоцена, а площадь, благоприятная для поисков, охватывает верховья рек Пена, Ворскла, Солотина, Реут, Реутец и правые притоки р. Псел, где русла проходят по отложениям обуховской свиты. Просмотр шлихов Реутского участка Курской области и результаты анализов по Яковлевскому участку Белгородской области дают возможность выделить Курско-Белгородскую площадь в качестве третьего объекта на перспективы алмазонасности осадочного чехла в пределах территории листа М-37, чему не противоречат ни тектонические особенности региона, ни геофизические параметры его строения.

С. П. Бобровым [79] в северо-западном углу площади были выделены три крупные морфоструктуры: Курская, Архангельская и Быковская в качестве прогнозных кимберлитовых полей. Курская морфоструктура оконтуривает юго-восточную периклиналь Щигровского свода, почти полностью включает Курско-Бесединскую ГГС фундамента и занимает северо-западную часть Курско-Белгородского перспективного района. Быковская морфоструктура расположена в пределах Воронежского перспективного района, занимая его западную часть и полностью захватывая Касторненскую ГГС фундамента. Площади Быковской и Курской морфоструктур автор оценивает в 4800 км<sup>2</sup>, а прогнозные ресурсы – в 111 млн карат. Думается, что, такая оценка преждевременна. Архангельская морфоструктура выделена южнее Курско-Белгородского и Воронежского районов, занимает юго-восточные фрагменты Курско-Бесединской и Обоянской ГГС, а ее восточная часть занята Тим-Ястребовской рифтогенной зоной.

Впервые на территории Курско-Белгородской площади (Яковлевский и Реутский участки) в тяжелых фракциях из образований, связанных с горизонтами несогласий осадочных стратиграфических подразделений мезозоя и кайнозоя, выявлены алмазы, пиропы, пикроильмениты и другие

Таблица прогнозируемых на алмазы объектов и их прогнозных ресурсов к листу М-37 Гостгеолкарты-100/3

№ п/п	Название и ранг объекта и его индекс на карте прогноза	Площадь объекта, км <sup>2</sup>	Вид полезного ископаемого	Характеристика, оценочные параметры оруденения	Завершенная стадия работ	Категория ресурсов	Ресурсы	Рекомендуемые виды работ и их очередность	Источник информации
1	Воронежская кимберлитовая область		Алмазы						
2	Белгородско-Курский прогнозируемый минерагенический район. 8.1.Di/PZ <sub>2</sub>	10 тыс.	Алмазы	Находки единичных алмазов и МСА в юрских и кайнозойских отложениях. Другие интервалы не проверялись	Составление геологической карты масштаба 1 : 1 000 000	Минерагенический потенциал	н. с.	1. Геолого-минерагеническое картирование масштаба 1 : 200 000; 2. Геологическое картирование масштаба 1 : 50 000	
3	Воронежский прогнозируемый минерагенический район. 8.2.Di/PZ <sub>2</sub>	10–12 тыс.	Алмазы	Находки единичных алмазов и МСА в нижнемеловых отложениях. Другие интервалы не проверялись	Составление геологической карты масштаба 1 : 1 000 000	Минерагенический потенциал	н. с.	1. Крупномасштабная аэромагнитная съемка; 2. Геофизические и буровые работы	Морозов, 2004
4	Павловский прогнозируемый минерагенический район. 8.3.Di/PZ <sub>2</sub>	15–20 тыс.	Алмазы	Находки единичных алмазов и МСА по всему стратиграфическому интервалу платформенного чехла	Составление геологической карты масштаба 1 : 1 000 000	P <sub>3</sub>	55 млн карат	1. Аэромагнитная съемка масштаба 1 : 10 000; 2. Бурение поисковых скважин	Кисурин, 2003

минералы-спутники алмазов. Это открывает возможности для более детального палеогеографического изучения указанных отложений, что позволит существенно уточнить прогнозную оценку этой территории на алмазность. Конечно, преждевременно планировать детальные работы на площадях Курско-Белгородского и Воронежского ПКР, тем более, что там совершенно не изучены девонские, каменноугольные и юрские коллекторы, а меловые и палеогеновые несут следы многочисленных переотложений. Поисковые работы должны быть здесь продолжены главным образом путем проведения комплексной аэромагнитной съемки в пределах прогнозируемых кимберлитовых полей и дальнейшими заверочными геофизическими, буровыми и опробовательскими работами по проверке аномалий трубчатого типа, что может быть сделано при работах ГМК-200.

Таким образом, на территории выделились три перспективные площади (табл. 13): Павловская, Воронежская и Курско-Белгородская с различной степенью поисковой изученности. Находки кимберлитовых минералов, в том числе хромшпинелидов алмазной ассоциации, в аллювиальных отложениях рек Ворскла и Уланка, в меловых породах Касторенского участка, что в совокупности с аэромагнитными аномалиями трубчатого типа, находками алмазов в нижнеюрских и меловых отложениях и наличием гранитоидных куполовидных структур Курско-Бесединской, Обоянской и Касторненской раннеархейской консолидации повышают перспективы выделенных Курско-Белгородской и Воронежской площадей на поиски коренных источников алмазов. Они требуют доизучения специализированными поисковыми работами.

---

---

---

## ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Гидрогеологические условия территории определяются как ее структурно-тектоническими, так и геоморфолого-климатическими особенностями. Климат территории в целом континентальный, на северо-западе умеренно континентальный, со среднегодовой температурой 5,0–6,2 °С. Среднегодовое количество осадков в направлении с севера на юг быстро сокращается – с 400–500 мм до 180–200 мм. Основные водные артерии, дренирующие рассматриваемую площадь, принадлежат к бассейну р. Дон – это реки Битюг, Воронеж, Иловля, Медведица, Северный Донец, Хопер, Чир и др. Кроме того, на самом западе территории находятся верховья притоков р. Днепр – Ворсклы, Псела, Сейма и др. В среднем для территории густота гидрографической сети не превышает 2,4 км/км<sup>2</sup>, а глубина эрозионного вреза местами достигает 200 м. Среднегодовое количество осадков колеблется от 0,1 до 3,15 л/(с × км<sup>2</sup>). Основное инфильтрационное питание происходит в пределах Среднерусской и Приволжской возвышенностей и Донецкого кряжа. Модуль подземного стока 0,1–1,7 л/(с × км<sup>2</sup>) [18]. В свою очередь, весьма важным структурно-тектоническим фактором является Воронежская антеклиза, охватывающая большую часть северной половины листа. В ее пределах поверхность кристаллического фундамента приподнята относительно окружающих впадин (Московской, Днепрово-Донецкой) на несколько сот метров (до 1000 м). В связи с отсутствием в своде антеклизы выдержанных водопупоров, благоприятным литологическим составом осадочных пород и значительным количеством атмосферных осадков здесь происходит формирование значительных ресурсов подземных вод. В своде Воронежской антеклизы водоносные горизонты и комплексы от четвертичных образований до пород фундамента находятся в области активного водообмена с благоприятными условиями питания. Подземный сток отсюда направлен от свода к окружающим впадинам – на север, юго-запад и восток.

Гидрогеологические условия территории сложны и неоднородны. Степень изученности водоносных комплексов и горизонтов по площади листа также весьма различается. При этом гидрогеологические исследования на территории как в прошлом, так и ныне связаны главным образом с решением вопросов водообеспечения населения и промышленных объектов. Кроме того, в разные годы были проведены работы различной направленности и масштаба по изучению режима подземных вод, гидрогеологические и инженерно-геологические исследования на железорудных месторождениях. Также осуществлялось обобщение сведений по гидрогеологии, гидрохимии и режиму



подземных вод и оценка прогнозных эксплуатационных запасов подземных вод в пределах административных единиц. Результаты этих и других работ отражены в ряде сводок, а также в изданных мелко- и среднемасштабных гидрогеологических картах. Во второй половине 1990-х годов была предпринята попытка провести полистное гидрогеологическое и инженерно-геологическое доизучение масштаба 1:200 000. Но в связи с проблемами финансирования эти работы были выполнены только для листов IV, VII, XIII (северная половина), XVI и XXII (северная половина). В связи с тем, что подавляющая часть проводившихся ранее и выполняющихся сейчас работ связана с проблемами водоснабжения населенных пунктов и освоения железорудных месторождений, наиболее изученными оказались район КМА и площади, прилегающие к крупным населенным пунктам и промышленным центрам. Значительно менее изучены северный и южный районы листа. Наиболее слабо изученной является территория, охватывающая верховья рек Калитва и Чир [11, 59, 74, 83, 94, 108, 112, 144, 145, 150, 157, 166, 178, 187, 188].

Территория листа расположена в пределах Восточно-Европейского гидрогеологического района, в пределах которого по преобладающей направленности регионального подземного и поверхностного стоков к своему региональному базису дренирования выделяются гидрогеологические провинции – артезианские бассейны I порядка. Непосредственно на листе располагаются части Средне-Русской, Восточно-Русской, Днепровско-Донецкой и Донецкой провинций (сложных артезианских бассейнов пластовых и блоково-пластовых вод). По особенностям питания, движения и разгрузки подземных вод провинции подразделяются на подпровинции – артезианские бассейны II порядка: в Средне-Русской – Московский (I), в Восточно-Русской – Приволжско-Хоперский (II), в Днепровско-Донецкой – Днепровский (III) и Донецко-Донской (IV), в Донецкой – Восточно-Донецкий (V).

Московский артезианский бассейн заходит на территорию листа только частью своей южной периферии, приуроченной к северо-восточному склону Воронежской антеклизы. В его пределах выделяются три гидрогеологических этажа: верхнеэоцен-четвертичный, меловой и докембрийско-девонский, разделенные соответственно водоупорными толщами киевского горизонта и средней–верхней юры. Эта часть бассейна характеризуется маломощным осадочным чехлом (200–250 м) и является областью питания для водоносных горизонтов. Водовмещающими являются осадочные породы всех картируемых здесь подразделений фанерозоя. Основными в водоснабжении являются воды четвертичного и неогенового комплексов, в меньшей мере – нижнемелового и девонского. При этом воды, связанные с четвертичным водоносным комплексом, характеризуются плохой защищенностью от химического и бактериологического загрязнения.

Приволжско-Хоперский артезианский бассейн попадает на территорию листа своей юго-западной частью и структурно соответствует восточному и юго-восточному склонам Воронежской антеклизы. Мощность осадочного чехла здесь закономерно возрастает в восточном и юго-восточном направлениях с 300–500 м до 5,0–5,5 км. В южной половине этого бассейна (в пределах листа) выделяются три гидрогеологических этажа (верхнеэоцен-четвертичный, мел-нижнеэоценовый, докембрийско-девонский), тогда как в северной

только один из-за отсутствия там региональных водоупоров. Подземные воды приурочены ко всем стратиграфическим подразделениям геологического разреза бассейна. Ведущую роль в водоснабжении играют воды нижнемелового и девонского водоносных комплексов, а вспомогательную – неогенового.

Днепровский артезианский бассейн заходит на запад листа только небольшой своей восточной частью. Водовмещающими отложениями здесь служат осадочные породы от карбона до квартера включительно (за исключением нижнеюрских отложений), суммарной мощностью от 200–250 м на севере до 1000–1200 м на юге. Здесь имеются три гидрогеологических этажа – верхнеэоцен-четвертичный, мел-нижнеэоценовый и докембрийско-каменноугольный, разделенные киевским и средне-верхнеюрским региональными водоупорами. Основными водоносными комплексами для водоснабжения являются нижнемеловой и верхнемеловой, вспомогательными – четвертичный и каменноугольный.

Примерно половину площади листа занимает Донецко-Донской артезианский бассейн, приуроченный к юго-западному и южному склонам Воронежской антеклизы. На севере он граничит с Московским бассейном, на западе и северо-востоке – соответственно с Днепровским и Приволжско-Хоперским артезианскими бассейнами. Мощность осадочного чехла с северо-запада на юго-восток в пределах бассейна возрастает с 200–300 м до 5,0–5,5 км. Подземные воды связаны со всеми стратиграфическими подразделениями геологического разреза. В западной части бассейна (в пределах рассматриваемого листа) выделяются три гидрогеологических этажа, такие же как и в Днепровском бассейне. На юго-востоке хотя и выделены также три этажа, но состав их несколько иной, за исключением верхнего. Так, второй этаж включает в себя гидрогеологические комплексы верхнего мела и палеоцена–нижнего эоцена. Нижний, третий этаж сложен докембрийским, каменноугольным и нижнепермским комплексами. Региональным же водоупором, кроме киевской толщи, здесь также являются отложения раннего триаса. В центральных же районах бассейна строение двухэтажное, в связи с тем, что нижние водоупорные толщи – средне-верхнеюрская и нижнетриасовая – здесь отсутствуют, а имеется только лишь киевская толща. Соответственно второй, нижний этаж здесь включает в себя докембрийский, девонский, нижне- и верхнемеловой и палеоцен-нижнеэоценовый водоносные комплексы.

На северо-западе рассматриваемого бассейна в пределах свода Воронежской антеклизы, являющегося областью питания водоносных горизонтов бассейна, выделяется мощная зона активного водообмена. По мере погружения водоносных горизонтов в восточном и юго-восточном направлениях наряду с увеличением количества и мощности водоупорных горизонтов изменяется характер взаимосвязи глубоких водоносных горизонтов, ослабевает дренирующее влияние речной сети и происходит постепенный переход из зоны активного водообмена в зону затрудненного водообмена. Одновременно с этим подземные воды постепенно обогащаются сульфатами, хлоридами, повышается их минерализация. Водоносными горизонтами, представляющими первостепенное значение в водоснабжении, являются верхне- и нижнемеловые, а также девонский водоносные комплексы, а вспомогательное – четвертичного и нижнепалеоценового–среднеэоценового комплексов.

Восточно-Донецкий артезианский бассейн приурочен к Донецкой складчатой области и располагается на крайнем юге рассматриваемого листа. В пределах площади работ он граничит с Донецко-Донским бассейном по Северо-Донецкому региональному надвигу. Здесь также можно выделить три гидрогеологических этажа: четвертичный, верхнемеловой–нижнеэоценовый и каменноугольно-девонский. Региональные водоупоры представлены киевской и нижнетриасовой толщами. Подземные воды в западной части бассейна (в пределах площади работ) приурочены почти исключительно только к каменноугольным отложениям, а на востоке – практически ко всем стратиграфическим подразделениям геологического разреза за исключением триаса, из которых наиболее важными являются каменноугольный и верхнемеловой водоносные комплексы, а вспомогательными – четвертичный и вернеэоцен-нижнеэоценовый комплексы. На основании имеющихся данных, на территории выделяются следующие водоносные комплексы: четвертичных образований; неогеновых отложений; верхнеэоценовых–нижнеэоценовых отложений; нижнепалеоэоценовых–среднеэоценовых отложений; верхнемеловых отложений; нижнемеловых отложений; нижнепермских отложений; каменноугольных отложений; девонских отложений; докембрийских образований.

*Водоносный комплекс четвертичных образований* широко представлен на площади листа. Он включает в себя водоносные горизонты аллювиальных и аллювиально-делювиальных, эолово-делювиальных, флювиогляциальных отложений, находящиеся в сложных соотношениях как между собой, так и с подстилающими горизонтами.

Водоносный горизонт аллювиальных и аллювиально-делювиальных отложений распространен практически повсеместно в долинах рек и крупных балок. Водоносность приурочена к пескам различной зернистости с включением гравия и гальки и прослоями глин и суглинков. Мощность горизонта характеризуется резкими скачками мощности и варьирует в диапазоне от 1–10 м в долинах крупных балок и мелких рек до 40–50 м в долинах таких рек, как, например, Дон или Хопер. Глубина залегания грунтовых вод также весьма изменчива – от 0–10 м на пойме до 20–50 м на террасах. В целом воды безнапорные, но в связи с наличием в горизонте локальных водоупоров (прослоев глин и суглинков) местами наблюдаются напоры до 10 м. Воды описываемого горизонта имеют гидравлическую связь как с поверхностными водами, так и с водами подстилающих отложений – от неогена до архея. Удельные дебиты скважин и колодцев соответственно 0,01–12 л/с, изредка до 18–24 л/с, и 0,03–7,7 л/с. Коэффициенты фильтрации 0,01–40 м/сут. Водопроницаемость в среднем до 100–200 м<sup>2</sup>/сут, а в случае гидравлической связи с водами подстилающих горизонтов и комплексов даже и до 500–1000 м<sup>2</sup>/сут. Минерализация обычно не превышает 1,0 г/дм<sup>3</sup>. Местами наблюдаемое повышение минерализации до 3 г/дм<sup>3</sup> связано либо с подтоком подстилающих, более минерализованных вод, либо с местным загрязнением. Химический состав преимущественно гидрокарбонатный, немного реже сульфатный или хлоридный, со смешанным катионным составом.

Питание осуществляется за счет атмосферных осадков, частично за счет перетока из других водоносных комплексов (горизонтов) и фильтрационных потерь на массивах орошения. Разгрузка – дренаж водотоками, а также путем

эксплуатации колодцев и за счет испарения. Уровень вод и их минерализация сильно подвержены сезонным колебаниям. Качество вод в целом низкое в связи со слабой защищенностью от химического и бактериологического загрязнения. Но воды этого горизонта очень широко используются местным населением, преимущественно сельских населенных пунктов с помощью колодцев. В ряде мест воды горизонта эксплуатируются скважинами совместно водами нижележащих комплексов и горизонтов.

Водоносный горизонт флювиогляциальных отложений распространен только на севере и северо-востоке рассматриваемого листа. Воды приурочены к пескам различной зернистости с включением гравийно-галечного материала.

Коэффициент фильтрации изменяется от 0,76 до 16,9 м/сут, составляя в среднем 2,0 м/сут. Мощность горизонта изменяется от 1,3 до 24,9 м, в среднем составляя 3–8 м. Кровля горизонта находится на глубине от 0,0 до 39,3 м. На большей части своего распространения воды горизонта имеют тесную гидравлическую связь с водами подстилающих отложений.

Воды горизонта безнапорные, но в ряде мест на северо-востоке листа имеют слабый напор – до 5 м. Глубина залегания – 10–43 м. Водопроницаемость – 50–100 м<sup>2</sup>/сут. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,03 до 1,5 л/с, составляя в среднем 0,03 л/с, колодцев 0,001–0,6 л/с, источников 0,001–0,08 л/с. Коэффициент фильтрации – 0,03–18,0 м/сут, в среднем – 0,5–1,5 м/сут.

Воды горизонта преимущественно гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные, кальциевые и магниевые-кальциевые. Минерализация 0,1–1,2, до 2,0 г/дм<sup>3</sup> с общей жесткостью от 1,6–2,0 до 13,5 ммоль/л.

Питание горизонта происходит путем инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка осуществляется в эрозионных врезках с образованием родников, пластовых выходов и мочагин. Воды горизонта эксплуатируются колодцами, а также скважинами, часто совместно с водами нижележащих неогенового и нижнемелового водоносных комплексов.

Локально водоносный горизонт эолово-делювиальных отложений занимает обширные водораздельные пространства, особенно в южной половине площади работ. Воды приурочены к прослоям и линзам мелкозернистых песков и супесей в глинисто-суглинистой толще. Воды преимущественно безнапорные или слабонапорные с величиной напора до 3 м. Они вскрываются колодцами и неглубокими скважинами. Глубины залегания этих вод изменяются от 4 до 30 м, редко больше, в зависимости от положения в современном рельефе. Водообильность горизонта небольшая и испытывает сезонные колебания. Удельные дебиты скважин – 0,01–0,05, до 0,07 л/с, колодцев – 0,01–0,2 л/с, родников – 0,01–0,4 л/с. Коэффициент фильтрации – 0,01–3,4 м/сут. Минерализация изменяется в очень широком диапазоне – от 0,5 до 5 г/дм<sup>3</sup>, а в ряде мест на самом юге листа – и до 9,4 г/дм<sup>3</sup>. Общая жесткость варьирует от 2,5 до 15 ммоль/л. Химический состав в большинстве случаев гидрокарбонатный кальциевый и магниевый-кальциевый, также широко распространены воды смешанного состава.

Питание горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков, вод поверхностного стока, а также за счет просачивания поливных вод. Разгрузка происходит путем родникового стока, оттока в другие водоносные горизонты и за счет испарения.

Повышенная минерализация вод, сильная зависимость их качества от погодно-климатических факторов, низкая водообильность и в целом низкое качество, а также незащищенность от поверхностного химического и бактериологического загрязнения обуславливают незначительную роль вод этого горизонта в водоснабжении и объясняют его отсутствие на карте.

*Водоносный комплекс неогеновых отложений* широко распространен на северо-востоке листа, а также местами присутствует на его западе и в центре. Водоносность связана с песками различной зернистости и сортировки, переслаивающимися с пластами глин и суглинков. Это обуславливает почти повсеместное наличие локальных водоупоров внутри самого комплекса, тогда как нижний и верхний водоупоры на большей части площади распространения комплекса отсутствуют, в связи с чем отмечается наличие гидравлической связи с водами как подстилающих, так и перекрывающих комплексов. Воды – от безнапорных до напорных. В зависимости как от стратиграфического, так и гипсометрического положения величина напора местами достигает 29 и даже 43 м. Удельные дебиты скважин изменяются в широких пределах – от 0,02 до 10,5 л/с, но преобладают 1–3,5 л/с. Коэффициент фильтрации 0,5–55,4 м/сут. Водопроницаемость 25–1900 м<sup>2</sup>/сут. Минерализация составляет 0,2–2,0 г/дм<sup>3</sup>, но местами и выше. Химический состав преимущественно гидрокарбонатный и сульфатно-гидрокарбонатный, реже хлоридный, кальциевый и кальциево-магниевый.

Питание горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и путем перетока из вышележащих четвертичных водоносных отложений.

Неогеновый водоносный комплекс имеет большое значение в хозяйственно-питьевом водоснабжении населения и промышленных объектов.

*Водоносный комплекс верхнеэоценовых–нижнемиоценовых отложений* широко распространен на территории листа за исключением его северных и северо-восточных районов, располагаясь главным образом на водоразделах. Обводнены пески и песчаники с прослоями алевроитов и глин. На подавляющей части площади своего распространения комплекс подстилается киевским водоупорным горизонтом. Но местами этот региональный водоупор отсутствует. Сверху отложения комплекса либо перекрываются глинами и тяжелыми суглинками, залегающими в подошве локально водоносного эолово-делювиального четвертичного горизонта, либо выходят непосредственно на дневную поверхность.

Глубина залегания вод – от 0 до 40 м, воды обычно безнапорные, только местами отмечается напор величиной до 15 м. Удельные дебиты скважин – до 1,4 л/с, колодцев – 0,01–5,4 л/с, родников – 0,1–2,0 л/с. Коэффициент фильтрации 0,03–5,4 м/сут. Водопроницаемость 1–50 м<sup>2</sup>/сут. Минерализация составляет 0,1–2,7, до 5,6 г/дм<sup>3</sup>. Общая жесткость 2,0–6,3 ммоль/л. Химический состав гидрокарбонатный, гидрокарбонатно-хлоридный, гидрокарбонатно-сульфатный смешанного катионного состава.

Воды комплекса широко используются местным населением для индивидуального водоснабжения главным образом с помощью колодцев и каптированных родников.

*Водоносный комплекс нижнепалеоэоценовых–среднеэоценовых отложений* на территории листа распространен практически там же, где и предыдущий комплекс. Водоносность связана с песками, песчаниками, алевролитами,



опоками. Регионально развитого нижнего водоупора нет. Локальными водоупорами являются прослойки глин, опок и мергелей, местами залегающие в подошве самого комплекса. Воды от безнапорных или слабонапорных (напор до 10–13 м) на северо-западе листа до напорных (напор до 50 м) на его юго-востоке. Воды выходят в виде источников по долинам рек и балок, вскрываются колодцами и скважинами на глубинах от 1–2 до 70 м, местами больше. Удельные дебиты скважин – 0,02–4,2 л/с, родников 0,01–1 л/с. Коэффициенты фильтрации – 0,3–6,4 м/сут. Водопроницаемость – от 1 до 200 м<sup>2</sup>/сут. Минерализация 0,3–5,2 г/дм<sup>3</sup>. Общая жесткость изменяется от 1–3 до 35 ммоль/л, но преобладают воды с жесткостью до 10 ммоль/л. Химический состав от гидрокарбонатного кальциевого до хлоридного натриевого.

Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и поливных вод, а также подпитыванием из других комплексов. Воды этого горизонта очень широко используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов и обычно эксплуатируются совместно с водами других нижележащих водоносных комплексов.

*Водоносный комплекс верхнемеловых отложений* широко распространен в центральной части площади. Водовмещающие породы на западе территории представлены главным образом трещиноватыми мергелями и известняками, к востоку и юго-востоку появляются терригенные породы – пески, песчаники, алевролиты. Региональный нижний водоупор присутствует только на самом юго-востоке листа – это образования триаса. Таким образом, на преобладающей части области развития рассматриваемого комплекса отмечается гидравлическая связь с водами ниже- и вышележащих комплексов. Глубины залегания изменяются от 0–10 м на северо-западе территории до 200 м и более на юго-востоке. Воды на севере безнапорные, а на юго-востоке напорные с величиной напора до 80 м и более.

Водоносность зависит от степени трещиноватости пород и поэтому весьма изменчива как по латерали, так и по вертикали. Коэффициенты фильтрации варьируют от 0,02 до 67,7 м/сут. Водопроницаемость от 1–40 до 200–300 м<sup>2</sup>/сут, а в отдельных местах (долина р. Северный Донец у г. Белгород) даже и до 1602 м<sup>2</sup>/сут. Удельные дебиты скважин – 0,001–40 л/с, родников – 0,1–20 л/с и даже до 53 л/с (из закарстованных пород). Минерализация вод изменяется от 0,1–1 г/дм<sup>3</sup> на северо-западе листа до 8,4 г/дм<sup>3</sup> на юго-востоке. Воды гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-сульфатные и сульфатные, в основном кальциевые, натриево-кальциевые и кальциево-магниевые. Общая жесткость изменяется от 0,5 до 7 ммоль/л, а в местах техногенного загрязнения и до 30 ммоль/л.

Питание осуществляется главным образом за счет перетока вод из четвертичного аллювиального и палеогенового комплексов. Разгрузка – за счет перетока в другие водоносные комплексы и в связи с эксплуатацией. Подземные воды рассматриваемого комплекса являются одним из основных источников хозяйственно-питьевого снабжения, главным образом на северо-западе и востоке площади работ.

*Водоносный комплекс нижнемеловых отложений* широко распространен в северной половине территории работ. Водовмещающими являются разнозернистые пески, песчаники, алевролиты, переслаивающиеся с глинами. Региональные водоупоры в кровле отсутствуют, а в подошве наличествуют



только на северо-западе и сложены средне- и верхнеюрскими образованиями. В связи с этим на большей части своего распространения нижнемеловой комплекс имеет гидравлическую связь с выше- и нижележащими комплексами.

Удельные дебиты скважин – 0,02–5,6 л/с. Коэффициенты фильтрации – 0,02–29,8 м/сут, местами (район г. Старый Оскол) до 52,8 м/сут. Водопроницаемость – от 11 до 100 м<sup>2</sup>/сут, местами и выше. Минерализация 0,1–1,4 г/дм<sup>3</sup>, но в ряде мест в южной части распространения комплекса до 8,8 г/дм<sup>3</sup>. Общая жесткость в среднем составляет 2–6 ммоль/л, достигая иногда 22,5 ммоль/л. Химический состав преимущественно смешанный, с некоторым преобладанием гидрокарбонатного и хлоридно-гидрокарбонатного кальциевого и магниево-кальциевого. Питание происходит за счет перетока вод из вышележащих и подтока из нижележащих гидрогеологических подразделений, а также за счет инфильтрации поверхностных вод в местах выхода комплекса на поверхность. Воды комплекса широко используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Эксплуатация ведется с помощью скважин, реже колодцев, зачастую совместно с водами других комплексов.

*Водоносный комплекс нижнепермских отложений* развит очень ограниченно только в субширотной полосе в центральной части территории листа М-37-XXXVI. Комплекс практически не изучен. Верхним водоупором служат отложения триаса. Водоносность связана с пластами разномощных песчаников различной мощности, залегающими на глубинах около 800 м. Водообильность невысокая – удельные дебиты скважин составляют 0,003–0,2 л/с. Минерализация достигает 27 г/дм<sup>3</sup>. Состав хлоридно-натриевый.

Питание осуществляется за счет перетока вод из других водоносных комплексов (горизонтов). Воды этого комплекса на территории работ практического значения не имеют и не используются.

*Водоносный комплекс каменноугольных отложений* распространен на большей части площади работ, отсутствуя только на северо-западе, севере и северо-востоке. Водоносность связана с трещиноватыми песчаниками, известняками, аргиллитами, реже с песками и алевролитами. На юге территории он является первым от поверхности. Глубина залегания в зависимости от структурного положения изменяется от 2–10 до 900–1000 м. Воды – как безнапорные, так и напорные с величиной напора до 753 м.

Водоносность зависит от степени трещиноватости пород. Коэффициенты фильтрации изменяются от 0,003–10 м/сут у известняков до 0,02–4 м/сут у песков. Удельные дебиты скважин 0,006–8,7 л/с, а по отдельным скважинам и до 10–34,8 л/с. Минерализация зависит от глубины залегания вод: вблизи дневной поверхности, в зоне активного водообмена воды пресные и слабосоленоватые – от 0,4 до 3 г/дм<sup>3</sup>, но с глубиной она увеличивается до 48 г/дм<sup>3</sup>. Общая жесткость – от 2 до 20 ммоль/л. Состав вод очень пестрый: хлоридный, сульфатный и гидрокарбонатный в различных сочетаниях, преимущественно натриевый и натриево-кальциевый.

Южнее г. Белгород, в районе с. Маслова Пристань с каменноугольным комплексом связано месторождение минеральной воды «Белгородская» с минерализацией до 7 г/дм<sup>3</sup> хлоридно-натриевого состава [145]. Южнее г. Богучар на курорте «Белая горка» используются бромистые воды с минерализацией до

10 г/дм<sup>3</sup> (Br – 41 мг/дм<sup>3</sup>) [18]. Кроме того, в районе ст. **Вешенская** установлены хлоридные натриевые воды с минерализацией до 9,8 г/дм<sup>3</sup> и содержанием брома до 32 мг/дм<sup>3</sup> [178].

Питание комплекса осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод, а также перетока из вышележащих отложений. Разгрузка происходит путем дренирования эрозионными врезами и водоотливом из угольных шахт (на юге территории), эксплуатацией скважин и колодцев, а также перетоком в другие горизонты и комплексы.

Воды каменноугольного комплекса в центральных и западных районах территории в связи со значительной глубиной залегания имеют небольшое значение в хозяйственно-питьевом водоснабжении, тогда как в южных районах площади они являются основным источником водоснабжения, обычно совместно с верхнемеловым и четвертичным комплексами.

*Водоносный комплекс девонских отложений* распространен весьма широко за исключением Запада Белгородской области и Севера Ростовской. Наличие же девонских отложений в Донбассе только предполагается по геофизическим данным. Обводненными являются пески, трещиноватые известняки, песчаники, доломиты, реже аргиллиты. Разделяющие их глины и массивные аргиллиты, составляющие существенную часть разреза девона, играют роль местных водоупоров в единой гидродинамической системе. Воды комплекса напорные с величиной напора от 9 до 441 м. Водообильность зависит от степени трещиноватости пород и глубины залегания. Удельные дебиты скважин сильно изменяются как по латерали, так и по вертикали от 0,001 до 17 л/с. Коэффициенты фильтрации также варьируют в большом диапазоне от 0,01 до 36 м/сут. Минерализация составляет 0,2–24 г/дм<sup>3</sup>, увеличиваясь на глубине до 30 г/дм<sup>3</sup>. Химический состав смешанный с некоторым преобладанием хлоридно-гидрокарбонатных натриевых и натриево-кальциевых вод, с увеличением глубины залегания водовмещающих отложений возрастает роль хлоридно-сульфатных кальциево-натриевых и натриевых вод.

С девонскими отложениями связаны перспективные проявления минеральных вод: азотных в районе ст. Казанская (Ростовская область) на глубинах 165–186 м с минерализацией до 5,6 г/дм<sup>3</sup>; хлоридного натриевого состава с содержанием брома до 24 мг/дм<sup>3</sup> и метановых (ст. Вешенская) на глубинах 481–572 м с минерализацией 26–30 г/дм<sup>3</sup> и хлоридного натриевого состава с содержанием брома до 140 мг/дм<sup>3</sup> [18].

Вблизи г. Воронеж на уч. Углянец в интервале глубин 247,4–307,0 м были вскрыты и опробованы совместно нижние горизонты девонского комплекса и зона трещиноватых архейско-протерозойских кристаллических пород. Водовмещающие породы представлены трещиноватыми известняками, песчаниками и мигматитами, содержащими напорные пластово-трещинные воды: статический уровень установился на глубине 41,8 м, дебит 2,5 л/с при понижении 17,5 м. По заключению Всесоюзного НИИ курортологии и физиотерапии № 14/133 от 4.08.1989 г., эти воды по величине общей минерализации (3,2–3,5 г/дм<sup>3</sup>) относятся к маломинерализованным, хлоридно-сульфатного кальциево-натриевого состава, со слабощелочной реакцией среды (pH 7,4–7,6).

Формула солевого состава имеет следующий вид:  $M_{3,39} \frac{SO_4 71 Cl 27}{Na 53 Ca 29 Mg 18}$ .

Содержание токсичных и нормируемых элементов не обнаружено, или их концентрация ниже ПДК для питьевых минеральных вод.

В соответствии с ГОСТ 13273-88 «Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые», вода «Углянческая» относится к минеральным питьевым лечебно-столовым (близкий аналог – группа XV, тип Углицкий) и может использоваться в санаторных учреждениях для курсового лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, печени, обмена веществ, мочеполовой сферы, а также для промышленного розлива. Запасы по месторождению Углянец были приняты на НТС Придонской ГРЭ (протокол № 15 от 27.11.1986 г.) по категории В в размере 0,216 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а по категории С<sub>1</sub> в размере 0,095 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В настоящее время месторождение используется для лечебных нужд санаторием «Углянец» и для промышленного розлива. Розлив организован на Воронежском заводе фруктовых вод [149].

Питание комплекса осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, путем перетока вод из вышележащих четвертичных, неогеновых, палеогеновых и нижнемеловых гидрогеологических подразделений, а также за счет подтока из нижележащих горизонтов и комплексов в зонах тектонических нарушений. Разгрузка осуществляется перетоком в более глубокие гидрогеологические подразделения, родниками в долинах некоторых рек (р. Дон), а также эксплуатацией скважинами.

Водоносный комплекс играет важную роль в централизованном водоснабжении населения и промышленных предприятий в Курской, Белгородской и Воронежской областях.

*Водоносный комплекс докембрийских образований* связан с зоной выветривания сильнодислоцированных, метаморфизованных и интрузивных пород верхнего архея–протерозоя. Обводненными являются трещиноватые граниты, гнейсы, кристаллические сланцы, железистые кварциты. Зона выветривания состоит из верхней подзоны с сильно разрушенными и измененными породами и нижней подзоны, где породы пронизаны трещинами, постепенно затухающими с глубиной. Мощность зоны выветривания невыдержанная, с резкими изменениями значений, обычно не превышает нескольких десятков метров. Воды комплекса в основном напорные с величиной напора до 830 м. Безнапорные воды являются исключением, они отмечаются на Михайловском железорудном и Мамонском медно-никелевом месторождениях, а также на участке выхода пород комплекса на поверхность в долине р. Дон. Удельные дебиты скважин – 0,002–0,5 л/с, местами (около г. Воронеж) до 5 л/с. Коэффициенты фильтрации – 0,0001–2,0 м/сут, местами (район г. Нижний Мамон) до 19,2 м/сут. Минерализация в своде Воронежского массива до 1,0 г/дм<sup>3</sup>, состав гидрокарбонатный кальциевый. По мере погружения минерализация возрастает до 10 г/дм<sup>3</sup>, а состав становится хлоридным натриевым. Местами отмечаются радоновые воды с содержанием радона 200–800 эман (г. Лиски, с. Волоконовка). Железнодорожная больница в г. Лиски использует холодные радоновые воды с глубины 185 м в бальнеологических целях. Для хозяйственной деятельности воды комплекса почти не используются, за исключением случаев их неглубокого залегания (г. Павловск).

*Водоупорные горизонты и комплексы.* Региональных водоупоров, развитых по всей площади работ, нет. Наиболее широко распространенным является водоупорный киевский горизонт эоцена, отсутствующий в северо-восточном

углу рассматриваемого листа. Он сложен глинами, плотными мергелями с прослоями алевролитов и опок и разделяет водоносные комплексы нижнего палеоцена–среднего эоцена и верхнего эоцена–миоцена, а также предохраняет нижележащие водоносные комплексы от поверхностного загрязнения. Мощность горизонта достигает 30 м.

*Водоупорный, относительно водоносный комплекс средней и верхней юры* присутствует только на западе листа и очень небольшим участком заходит в пределы Донецко-Донского бассейна у восточной рамки листа. Он отделяет водоносные комплексы верхнего и нижнего мела от нижележащих – каменноугольного, девонского и докембрийского. Этот комплекс сложен переслаивающимися глинами и песками с прослоями песчаников, мергелей и известняков. Мощность комплекса достигает 250 м. В связи с наличием в комплексе пластов песков и алевролитов он обладает локальной водоносностью. Воды напорные с величиной напора до 400 м, редко выше. Минерализация составляет 0,3–2,1 г/дм<sup>3</sup>. Коэффициенты фильтрации – 0,02–15,5 м/сут. Удельные дебиты скважин – 0,03–3,7 л/с, а в отдельных местах (г. Курск) и до 9,7 л/с. Химический состав преимущественно гидрокарбонатный кальциевый и натриевый. В некоторых местах (районы городов Курск и Старый Оскол) воды рассматриваемого комплекса активно эксплуатируются, обычно вместе с водами девонского, редко каменноугольного комплексов.

*Водоупорная толща триасовых отложений* развита только на самом юго-востоке территории работ. Она сложена пестроцветными плотными глинами с редкими прослоями песчаников, алевролитов и алевролитов общей мощностью до 850 м. Этот водоупор отделяет водоносные комплексы нижней перми и карбона от верхнемелового. Толща обладает спорадической водоносностью, приуроченной к зонам трещиноватости в песчаниках. Здесь воды являются напорными с величиной напора до 140–180 м. Минерализация достигает 23 г/дм<sup>3</sup>, состав хлоридный натриевый. Практического значения воды этого комплекса не имеют.

Таким образом, основными водоносными комплексами, с которыми связаны месторождения пресных вод, для Белгородской области являются верхнемеловой и в меньшей мере каменноугольный и нижнемеловой, для Курской области – девонский, нижнемеловой и верхнемеловой, для Воронежской области – четвертичный, неогеновый, девонский и в меньшей степени нижнемеловой, для Ростовской области – каменноугольный и верхнемеловой, в меньшей степени – четвертичный.

Обеспеченность населения пресными водами различных административных районов территории сильно отличается. Так, по Воронежской области утвержденные эксплуатационные запасы пресных питьевых вод составляют 1513,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут, прогнозные ресурсы оцениваются в 3082,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а прогнозируемая потребность на 2005 г. – 1950,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В свою очередь для Белгородской области (в целом) утвержденные эксплуатационные запасы составляют 840,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут, и дефицит на 2005 г. оценивается в 581,9 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а для Ростовской области эксплуатационные запасы приняты в объеме 35,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут при ожидаемой потребности в 2005 г. в 80,4 тыс м<sup>3</sup>/сут. При этом следует отметить постепенное ухудшение качества подземных вод в результате хозяйственной деятельности человека [89, 99, 131, 171, 184, 191, 192].

---

---

## ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА

Изученная площадь расположена в густо заселенном регионе. Влияние антропогенного фактора здесь весьма ощутимо. Природные ландшафты сохранились только в редких, небольших по площади лесах и местами в поймах основных рек.

К природно-техногенным ландшафтам относятся сельскохозяйственные угодья, территории колхозных садов и садовые участки, а также орошаемые или же осушаемые участки пойм. Антропогенное влияние здесь безусловно имеется, но уровень техногенных изменений ландшафта незначителен.

Существенно техногенный ландшафт включает в себя все селитебные, индустриально-селитебные зоны, территории промышленных комплексов, хозяйственных агломераций и отдельных техногенных объектов. Воздействие антропогенного фактора здесь весьма значительно: от существенных внешних преобразований до коренной перестройки всего ландшафта.

Площадь работ является областью активной антропогенной деятельности. Большая ее часть (около 60%) занята агроландшафтами, т. е. землями, используемыми в сельскохозяйственном производстве: пашни, сенокосные угодья, выпасы и т. д. Главенствующее положение занимает земледелие. Основное внимание уделяется возделыванию зерновых и технических культур (сахарная свекла, подсолнечник). Довольно широко развито овощеводство, под которое заняты орошаемые территории и участки пойм рек. Так, в окрестностях г. Воронеж целый ряд хозяйств имеет овощеводческое направление. Меньшую площадь занимают сады и индивидуальные садоводческие товарищества, более широко распространенные в южной половине листа. Животноводство является второстепенным и включает в себя различные виды животноводческих комплексов.

В то же время западная и южная части рассматриваемого листа являются территориями активного горнопромышленного освоения. Здесь осуществляется разработка месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способами. Это отражается на окружающей среде: создание специфических техногенных форм ландшафта, изменение структуры почв, химического и компонентного состава поверхностных отложений и грунтов, а также сказывается на режиме и качестве поверхностных и подземных вод, направленности и активности экзогенных геологических процессов.

Участков, не затронутых в той или иной мере хозяйственной деятельностью человека, на территории листа практически нет. Слабо пораженные деятельностью человека участки – сенокосные и пастбищные луга – имеют

весьма ограниченное распространение. В основном они занимают неудобья: борта и долины балок и крупных оврагов. В последние годы к ним добавились площадки, ранее занятые под сельскохозяйственные культуры, а ныне заброшенные и превратившиеся в луга.

Доминирующее положение в современном ландшафте занимают пахотные земли. В настоящее время они являются объектом воздействия деструктивных экзогенных процессов. Здесь в связи с имеющимися нарушениями технологии землепользования активно проявляются ветровая и линейная эрозии, смыв плодородного слоя (в целом для всей территории эрозийный смыв почвы колеблется от 1 до 5 т/га в год), происходит деградация почв, т. е. снижение содержания гумуса. Так, в южной части листа (Ростовская область) за период наблюдений с 1964 по 1991 г. оно снизилось с 3,8 до 3,3% [87].

Весьма широко на территории работ, главным образом в южных и центральных районах, развито животноводство. Это молочно-товарные и овцеводческие фермы, птицефабрики и т. п. В основном это небольшие по числу голов скота и занимаемой площади предприятия. Но в связи с их многочисленностью (или иначе – высокой плотностью размещения) они оказываются весьма заметным фактором антропогенного воздействия на окружающую среду. Здесь главным является загрязнение почвы, поверхностных и грунтовых вод отходами жизнедеятельности скота из-за слабого развития или даже полного отсутствия очистных сооружений.

Разработка месторождений полезных ископаемых привела к образованию специфических техногенных форм рельефа: на западе и северо-западе территории главным образом отрицательных (т. е. карьеров различной площади и глубины), а на юге в связи с преимущественно подземной отработкой в основном положительных (т. е. отвалов и терриконов), занимающих значительные площади плодородных земель как на водоразделах, так и в долинах балок и рек.

Как один из важнейших факторов, влияющих на экологическую ситуацию в регионе, следует рассматривать транспорт. Этот тип техногенного воздействия на окружающую среду занимает относительно небольшие по площади, линейно-вытянутые участки. Он в первую очередь изменяет рельеф окружающей территории, вызывает перераспределение поверхностного и подземного стока, приводит к активизации эрозийных процессов и загрязнению почв, вод, атмосферы. Зона действия этого типа ограничена первыми сотнями метров от транспортной магистрали [18, 56].

Транспортный тип включает в себя железнодорожный, автодорожный, трубопроводный и электрический подтипы. Железнодорожный подтип – основными загрязнителями являются нефтепродукты, окиси углерода и азота, возможные утечки перевозимых грузов для промышленности. Железнодорожные магистрали по экологической опасности могут быть разбиты на три категории в зависимости от величины грузопотока. Железные дороги с грузонапряженностью свыше 30 млн т/год (20–40 пар составов в сутки) относятся к магистралям с высокой экологической опасностью. Это, например, Воронеж–Лиски, Миллерово–Гуково, Орел–Курск–Белгород–Харьков и др. Экологическая опасность дорог с грузонапряженностью 20–30 млн т/год (10–20 пар составов в сутки) оценивается как средняя. Сюда можно отнести, например,



Липецк–Старый Оскол–Валуйки, железные дороги с грузонапряженностью менее 20 млн т/год имеют относительно слабую экологическую опасность: Волгоград–Белая Калитва–Каменск–Шахтинский.

Автодорожный подтип. В почвенно-растительном слое участков, примыкающих к автомагистралям, отмечены повышенные содержания Mn, V, Pb, Zn (превышение ПДК в 2 раза). Так, по данным СЭС, на основных магистралях в пределах г. Воронеж отмечаются превышения предельно допустимых концентраций: по двуокиси азота – до 1,6 ПДК; пыли – до 2 ПДК; свинца – до 1,3 ПДК.

Трубопроводный подтип. Основными загрязнителями выступают нефтепродукты и аммиак.

Электрический подтип. Рассматривается как источник сильных электромагнитных полей. Поэтому линии электропередач с мощностью 10, 35, 110, 220 и 500 кВт проходят вне населенных пунктов.

Важную роль в улучшении экологической обстановки в регионе играют искусственные насаждения – лесополосы, сады, лесничества, тем более, что лесов первично-естественного происхождения здесь осталось очень мало: только в отдельных местах по долинам рек Дон, Хопер, Северный Донец и некоторых других. Но надо отметить, что эти посадки в свою очередь тоже нуждаются в защите. Так, в ряде мест в лесополосах процент погибших деревьев настолько высок, что эти насаждения уже не могут выполнять тех функций, ради которых они и были созданы. К тому же и крупные садовые хозяйства периодически меняют свое местоположение: старые сады вырубаются, их площади распахиваются, а новые сады закладываются на ранее пахотных землях.

Распределение неблагоприятных экзогенных геологических процессов в целом обусловлено распределением и направленностью хозяйственной деятельности человека и характером современного ландшафта. Так, для пахотных угодий характерно в основном проявление ветровой и линейной эрозии. К бортам степных рек и крупных балок приурочена активизация процессов регрессивной эрозии и оврагообразования. Для площадей, прилегающих к промышленным зонам, характерно загрязнение почвы, поверхностных и подземных вод вредными веществами и т. п. Создание новых, техногенных форм рельефа ведет также и к изменениям в направленности поверхностного стока, усилению дефляции, проседанию грунтов, изменению гидрологического режима подземных вод. В настоящее время подземная добыча угля на юге территории работ приостановлена, шахты законсервированы. Но недостаток финансирования в связи с общим промышленным спадом создает условия для возникновения и развития новых неблагоприятных процессов. Так, затопление шахт подземными водами местами вызывает подъем общего уровня грунтовых вод и подтопление близлежащих площадей, а обрушение кровли подземных выработок – просадки грунта на поверхности.

**Радиоактивное загрязнение местности.** В начале 1960-х годов была пущена Нововоронежская атомная станция. Результаты многолетних наблюдений позволяют заключить, что радиоактивное загрязнение окружающей среды в окрестностях АЭС незначительно и не представляет опасности. Но в случае аварии Нововоронежской АЭС можно рассматривать как один из

самых опасных техногенных объектов с катастрофическими последствиями для природы и человека. Примером такого влияния может служить авария на Чернобыльской АЭС, отголоски которой проявляются и по сей день, выраженные в радиоактивном загрязнении почв изотопом  $Cs^{137}$ . На схеме показаны очаги загрязнения  $Cs^{137}$  с уровнем свыше  $1 \text{ Ки/км}^2$ , в пределах которых возможно превышение среднегодовой эффективной эквивалентной индивидуальной дозы  $0,1 \text{ бэр}$ . Превышение дозы принято недопустимым для населения в соответствии с законом РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС». Изолиния  $1 \text{ Ки/км}^2$  по  $Cs^{137}$  принята в качестве нижней границы зонирования территории радиоактивного загрязнения [18, 55].

**Загрязнение почвенного покрова.** Планомерного изучения почвенного покрова на площади работ не проводилось. При разрозненных мелко- и среднемасштабных экологических работах, проводившихся как при создании карт масштаба  $1 : 200\ 000$  второго поколения, так и тематических исследованиях, было установлено, что почти повсеместно в почвах отмечается превышение ПДК по нитратам и свинцу в  $1,5\text{--}2$  раза, вызванное промышленно-хозяйственной деятельностью человека: внесение удобрений и развитие автомобильного транспорта. Это вынуждает отнести почвы на большей части площади листа к **II–III классам загрязнения. Кроме того, локальные участки вокруг крупных населенных пунктов, горно-обогатительных комбинатов, вблизи шахт и карьеров характеризуются  $2\text{--}8$ -кратным превышением ПДК по содержанию нефтепродуктов, свинца, меди, цинка [18, 55, 157].**

**Загрязнение поверхностных вод.** Поверхностные воды имеют большое значение в обеспечении хозяйственно-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных нужд. Вместе с тем их состояние вызывает беспокойство в связи с поступлением в них загрязняющих веществ, в том числе и опасных для здоровья человека [18, 83, 144, 149, 157, 166]. По экологическому состоянию поверхностные воды территории можно разделить на три группы: 1 – умеренно загрязненные (большая часть малых и средних рек, например, р. Сейм южнее г. Курск); 3 – загрязненные (р. Дон); 4 – грязные (р. Оскол, р. Северный Донец и левые притоки – Быстрая, Глубокая и Калитва). Для последних отмечаются превышения ПДК по фенолам ( $1,5\text{--}3,7$  ПДК), нефтепродуктам (до 4 ПДК), меди ( $2,7\text{--}13,5$  ПДК), цинку (до 1,7 ПДК), марганцу (до 26,6 ПДК). При этом содержание хлорорганических и фосфорорганических пестицидов, для которых ПДК не установлены, достигает временами  $0,0035 \text{ г/дм}^3$ . И это в целом отвечает общей экологической ситуации на той территории, по которой они протекают.

Воды р. Дон южнее г. Павловск превышают ПДК по бору в 1,7 раза, по натрию в 5,7 раза. В отдельных пробах по р. Хопер отмечаются очаги загрязнения с содержанием кадмия 6,7 ПДК, ртути 6 ПДК и содержанием бария 3,5 ПДК. Точечный очаг загрязнения отмечен по р. Карачан около пос. Васильевка с содержанием кадмия 8,1 ПДК, бария 2,4 ПДК. Очаги опасного загрязнения встречены и по р. Савала южнее г. Новохоперск с содержанием бария от 2,4 до 28 ПДК. Эти очаги скорее всего имеют техногенное происхождение.

**Подземные воды.** Водоносные комплексы и горизонты на площади рассматриваемого листа в целом следует отнести к категории незащищенных,

а в меньшей степени к категории условно защищенных. В связи с этим практически на всех известных здесь месторождениях подземных вод отмечается загрязненность теми или иными компонентами. Так, например, воды Усть-Большинского участка Калитвенского месторождения (Ростовская область) загрязнены фенолами (до 2 ПДК) и фтором (до 1,5 ПДК). В свою очередь в водах Быстрианского месторождения (Ростовская область) периодически отмечаются превышения ПДК в 1,5–3 раза по хлоридам, сульфатам, нитратам, аммонию, а также по содержанию железа и реже селена. Почти повсеместно отмечаются повышенные содержания марганца (до 3 ПДК). Наиболее сильно загрязнению подвержены воды, приуроченные к верхнечетвертичным и голоценовым аллювиальным и делювиально-аллювиальным отложениям, а также к неоплейстоценовым лессоидам. Воды месторождений, расположенных вокруг г. Воронеж, содержат от 2 до 10 ПДК таких загрязнителей как нитраты, фенолы, марганец, кадмий, бром. Воды Урюпинского месторождения (апт-сеноманский горизонт) около пос. Добринка (М-37-ХII) превышают ПДК по ртути в 2, йоду в 2,1, барии в 5, нитратам в 15,2, марганцу в 2,5 раз. До 2–3 ПДК превышено содержание кадмия в воде основного водоносного горизонта – верхнемелового, используемого для водоснабжения г. Россошь (Россошанское месторождение) [18, 83, 144, 149, 157, 166].

На западе и юго-западе территории (в пределах листов М-37-ХVI, ХХII) меловые и четвертичные воды имеют, как правило, превышения ПДК по жесткости, минерализации, содержанию  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Ti}$  и  $\text{Ba}$ . Почти 95% проб, отобранных из четвертичных и меловых водоносных комплексов, по двум-трем из этих параметров не соответствуют требованиям ГОСТ для питьевой воды. Чрезвычайно высокое нитрит-нитратное загрязнение отмечается в районе АО «Минудобрения» не только в грунтовых водах, но и в основном верхнемеловом комплексе, где иногда достигает 200 ПДК. Опасное и высоко опасное нитратное загрязнение первых от поверхности подземных вод наблюдается вблизи практически всех крупных населенных пунктов. Здесь основными источниками загрязнения являются, как правило, поля фильтрации, очистные сооружения и отстойники. Так, в районе г. Россошь высоко опасное загрязнение прослеживается на территории площадью около 6 км<sup>2</sup>, примыкающей к полям фильтрации [83].

Основными источниками загрязнения поверхностных и подземных вод являются сточные воды промышленных и горнодобывающих предприятий, животноводческих ферм, загрязненные поверхностные стоки и протечки из канализационных сетей городов и поселков городского типа, а также загрязненные почвы, через которые осуществляется инфильтрация атмосферных осадков. На юге листа большую роль в загрязнении поверхностных (реки Северный Донец и Быстрая) и грунтовых вод играет сброс на рельеф шахтных вод, которые превышают ПДК по содержанию кадмия в 8–15 раз, бериллия в 1,5–8 раз, лития в 1,5–32 раза, а также по общей жесткости и минерализации в 3–5 раз [157].

Следует отметить и такие очень неблагоприятные факторы, влияющие на состояние подземной гидросферы, как разработка крупных месторождений и неконтролируемый водозабор. Так, в результате взаимодействия систем осушения Лебединского и Стойленского карьеров и эксплуатации водозаборов в

нижнемеловом водоносном комплексе сформировалась региональная депрессионная воронка в районе городов Губкин и Старый Оскол, протянувшаяся с запада на восток примерно на 42 км, где уровень подземных вод опущен более чем на 10 м. В районе г. Белгород в результате интенсивной эксплуатации водоносных горизонтов верхне- и нижнемелового комплексов образовались локальные депрессионные воронки, в которых снижение уровня подземных вод составляет от 15–17 до 23–24 м [18].

В связи со спадом, происходящим в сельскохозяйственном производстве в последние годы, отмечается снижение загрязнения подземных вод минеральными и органическими удобрениями и пестицидами. Но, к сожалению, регулярного мониторинга за качеством воды на площади рассматриваемого листа не проводится, поэтому полноценно оценить происходящие изменения в настоящее время не представляется возможным.

В целом, характеризуя эколого-геологическую обстановку на территории работ, можно сказать, что для подавляющей ее части она может быть оценена как напряженная. К данной категории отнесены площади неорошаемых сельхозугодий с сельскими населенными пунктами и с большим количеством локальных источников загрязнения. Для них характерна деградация природных ландшафтов. Антропогенное воздействие связано главным образом с сельскохозяйственным освоением территории, ведущим к активизации таких экзогенных геологических процессов, как ветровая и водная эрозии почв, оврагообразование и т. д. Основными источниками загрязнения компонентов природной среды являются сельхозпредприятия: фермы и животноводческие комплексы, склады горюче-смазочных материалов и удобрений и т. д. Зоны активного горнопромышленного освоения в центре, на западе и юге территории в свою очередь характеризуются таким уровнем техногенной нарушенности природной среды, что обстановку здесь следует признать кризисной. К категории катастрофического состояния отнесены Чернобыльские «пятна» – локальные аномалии  $Cs^{137}$  с загрязнением более 1 Ки/км<sup>2</sup>. Удовлетворительное состояние природной среды отмечается только на отдельных, относительно небольших по площади участках в северной и центральной частях листа по долинам рек Дон, Хопер, Битюг и некоторых других, более мелких.

Таким образом, хотя экологическая обстановка в целом на территории работ пока не является опасной для жизни и хозяйственной деятельности человека, состояние природной среды уже должно вызывать обеспокоенность. Особенно настораживает то, что, несмотря на продолжающийся промышленно-экономический спад, практически повсеместно отмечается тенденция к ухудшению положения. В случае же дальнейшего неконтролируемого развития действующих в регионе эколого-геологических процессов ситуация может быстро стать угрожающей. Так, в очень недалеком будущем площадь пахотных земель может заметно сократиться в связи с нарастающей активностью эрозионных процессов и соответственно ростом овражной сети. При этом естественные причины (повышенные углы наклона поверхности, рыхлость подпочвенного субстрата и т. п.) здесь играют второстепенную роль, а ведущую роль играет активность человека: нарушение правил землепользования, игнорирование необходимых природоохранных мероприятий и т. д. Под угрозой уже находится и возможность обеспечения населения качественной питьевой водой

на значительной части площади работ как из-за недостаточности ресурсов, так и в связи со слабой защищенностью основных водоносных горизонтов и комплексов от поверхностных источников загрязнения, наличием множества случайных, самовольно организованных свалок, отсутствием современных очистных сооружений на животноводческих фермах и в населенных пунктах.

Подводя итог можно отметить, что наиболее угрожающими здоровью населения и состоянию природной среды являются следующие техногенные изменения: загрязнение почв, подземных и поверхностных вод металлами, нитратами, нефтепродуктами, пестицидами и т. д.; несанкционированные сбросы неочищенных промышленных и бытовых вод и отходов; добыча полезных ископаемых без выполнения необходимых рекультивационных мероприятий.

Исходя из всего вышеизложенного, можно наметить основные направления природоохранных действий:

- 1) создание необходимых мощностей очистных сооружений и хранилищ отходов сельскохозяйственного производства;
  - 2) выполнение мероприятий по предотвращению деградации почв и активизации эрозионных процессов;
  - 3) рекультивация земель в местах бывшей добычи полезных ископаемых;
  - 4) восстановление поврежденных и создание новых лесопосадок;
  - 5) контроль за соблюдением норм и правил землепользования.
-

---

---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных работ обобщен и проанализирован весь новый материал, накопленный за последнее десятилетие по стратиграфии фанерозоя, позднего и раннего докембрия, нашедший отражение в легенде Госгеолкарты-1000/3. По платформенной (чехольной) части листа получены новые материалы.

1. Выделены отсутствовавшие ранее в унифицированной схеме надгоризонты в эйфельском и фаменском ярусах.

2. Для юры и нижнего мела существенно уточнены региональные стратиграфические схемы; трассированы по всей территории серии соответствующие региональные подразделения.

3. Для верхнего мела, палеогена и неогена использованы вновь разработанные региональные стратиграфические схемы.

4. В части тектонического районирования осадочного чехла разработана схема, основанная на выделении структурных ярусов, с которыми связано зональное строение легенды; последнее изменяется на различных возрастных уровнях, отвечающих этапам развития чехла.

5. Выявлены перспективные площади на постановку дальнейших работ на алмазы и уран.

6. Оконтурена Варваринская площадь купольно-кольцевой структуры на возможное обнаружение коренных месторождений алмазов.

Работы, выполненные по второму направлению – составлению схематической геологической карты кристаллического фундамента на территории листа М-37 и уточнению прогнозно-металлогенической оценки этого региона – позволили впервые создать новые варианты геологической и прогнозно-минерогенической карт докембрийского фундамента ВКМ масштаба 1 : 1 000 000, которые максимально приближены к кондиционным требованиям государственных карт, а также карту глубинного строения масштаба 1 : 2 500 000.

Всего в процессе работ по докембрийскому освоению Воронежского кристаллического массива помимо карт фундамента были получены следующие новые материалы:

– впервые для всей рассматриваемой территории составлены стратиграфическая и корреляционная схемы и зональная легенда раннего докембрия ВКМ;

– по результатам опробования черносланцевых образований раннего протерозоя на комплекс благородных металлов выделены площади детальных поисковых работ.

Анализ фондовых аналитических материалов по Тим-Ястребовскому и Волотовскому рудным районам, а также полученные нами контрольные



определения золота и МПГ позволили дать прогнозно-минерагеническую характеристику этим крупным благороднометалльным объектам.

С учетом степени изученности на золотоносность, образований раннего докембрия территории листа М-37 представляется, что самыми перспективными являются комплексы нижнего протерозоя, а не архея. Среди первых, безусловно, выделяются черносланцевые отложения тимской свиты, формирующие Воскресенский и Прилепско-Мальцевский высокоперспективные золоторудные узлы, с которыми можно связывать открытие золоторудных месторождений среднего масштаба (20–50 т).

Контрольные аналитические данные, полученные по золоту и платиноидам из опорных скважин Тим-Ястребовской и Волотовской площадей, подтвердили высокий рудный потенциал черносланцевых образований нижнего протерозоя, который позволяет выявить на этой территории промышленные проявления комплексных золото-платинометалльных руд, близких по характеру к месторождениям Сухой Лог, Мурунтау, Олимпиадинское и т. д. Наиболее перспективными участками являются Кшенский и Васильковский, в пределах которых может быть рекомендована постановка прогнозно-поисковых работ. Однако наиболее перспективной представляется Тим-Ястребовская и Волотовская структуры.

Кроме новых картографических и прогнозно-минерагенических материалов по территории листа М-37, были получены объективные данные по экологической обстановке региона. Выявлено, что наиболее угрожающим здоровью населения и состоянию природной среды являются: неконтролируемое загрязнение почв, подземных и поверхностных вод металлами, нефтепродуктами и пестицидами и т. д.; несанкционированные сбросы неочищенных промышленных и бытовых вод и отходов; добыча полезных ископаемых, нарушающая гидродинамические и гидрогеологические режимы грунтовых вод. Рекомендуются следующие мероприятия для нейтрализации воздействия вредных факторов на окружающую среду.

1. Создание необходимых мощностей очистных сооружений и хранилищ отходов сельскохозяйственного производства.

2. Выполнение мероприятий по предотвращению деградации почв и активизации эрозионных процессов.

3. Рекультивация земель в местах бывшей добычи полезных ископаемых.

4. Восстановление поврежденных и создание новых лесопосадок; контроль за соблюдением норм и правил землепользования.

#### **Предложения по результатам выполненных работ**

1. В пределах выделенных перспективных Воскресенской, Волотовской и Прилепско-Мальцевской золоторудных зон следует поставить проведение специализированных поисково-оценочных работ масштаба 1 : 25 000 на благородные металлы. Главными объектами изучения должны стать детальные участки: Кшенский и Васильковский, на которых уже ранее ставилось поисково-картировочное бурение, позволившее выявить проявления золота и платиноидов в черных сланцах раннего протерозоя.

2. На осадочной части чехла, в связи с поисками промежуточных коллекторов алмазов, необходимо поставить ревизионно-поисковые работы на Яковлевском и Верхнереутском участках, с отбором мелкообъемных проб с

применением более масштабного минералогического анализа тяжелых фракций. Впервые на территории Курско-Белгородской площади (Яковлевский и Реутский участки) в тяжелых фракциях из образований, связанных с горизонтами несогласий осадочных стратиграфических подразделений мезозоя и кайнозоя, выявлены алмазы, пиропы, пикроильмениты и другие минералы-спутники алмазов. Это открывает возможности для более детального палеогеографического изучения указанных отложений, что позволит существенно уточнить прогнозную оценку этой территории на алмазность.

3. По результатам минерагенического анализа на уран к первоочередным объектам прогнозно-поисковых работ отнесены Прохоровский рудный район и Белгородско-Кантемировская подзона Южно-Воронежской зоны, а также Преддонецкая ураноносная область. К объектам второй очереди отнесены Белгородский район, Палео-Донская ураноносная минерагеническая зона, Донская потенциально урановорудная зона.

Анализ материалов, использованных при составлении схематической прогнозно-минерагенической карты докембрийского фундамента ВКМ позволил сформулировать следующие основные выводы и наметить главные направления поисковых работ на площади листа (табл. 14).

В пределах КМА выделяются две минерагенические зоны: Алексеевско-Воронежская и Михайловско-Белгородская, приуроченные к нижнепротерозойским рифтогенным структурам, с которыми связаны крупнейшие по запасам железных руд месторождения: Папковское, Лебединское, Стойленское, Погромецкое и др. С ними же ассоциирует перспективное благороднометалльное оруденение, представленное золото-платинометалльной черносланцевой и золото-сульфидно-кварцевой формациями. Оно приурочено к наиболее крупным грабен-синклиналиям на участках их максимального прогиба, где развиты высокоуглеродистые отложения тимской и роговской свит. В настоящее время в Алексеевско-Воронежской СМЗ выделен Тим-Ястребовский рудный район, приуроченный к одноименной грабен-синклинали, где, по результатам работ прошлых лет, выявлены значительные проявления благородных металлов

Таблица 14

**Сводная таблица прогнозных ресурсов полезных ископаемых к листу  
Госгеолкарты М-37**

Группа, подгруппа полезных ископаемых	Вид полезного ископаемого	Количество прогнозируемых объектов	Категория прогноза	Прогнозные ресурсы
<b>Металлические</b>	Ni (Cu, Co)	5	P <sub>3</sub>	Ni – 3160 тыс. т Cu – 1675 тыс. т Co – 174 тыс. т
	Au (МПГ)	2	P <sub>3</sub>	Au – 650 т МПГ – 170 т
	МПГ	1	P <sub>3</sub>	МПГ – 400 т
Радиоактивные элементы	U	9	P <sub>3</sub>	35 тыс. т
<b>Неметаллические</b> Драгоценные и поделочные камни	Алмазы	3	P <sub>3</sub> и МП	55 млн карат

(Тимское, Воскресеновское, Кшенское и др.). Прогнозные ресурсы рудного района составляют по категориям  $P_1 + P_2 + P_3$  1314 т золота и 344 т МПГ.

В качестве перспективного рудного района выделяется также слабо изученная Волотовская грабен-синклиналь, сложенная теми же породами, что и Тим-Ястребовская, где в черных сланцах выявлены проявления и пункты благороднометалльной минерализации. По аналогии с Тим-Ястребовским рудным районом, с учетом геометрических параметров Волотовской структуры, прогнозные ресурсы прогнозируемого района по категории  $P_3$  оцениваются в 250 т золота и 70 т МПГ.

В Белгородско-Михайловской минерагенической зоне по аналогии с Тим-Ястребовским рудным районом прогнозируется Белгородский рудный район, где возможно обнаружение промышленных проявлений золото-платинометалльной черносланцевой формации.

Весьма перспективен Лосевский минерагенический пояс, который по аналогии с подобными структурами других докембрийских областей мира может обладать высоким минерагеническим потенциалом.

Следующей перспективной площадью представляется Эртиль-Калачская структурно-минерагеническая область (СМО). Здесь выявлено несколько перспективных рудопроявлений медно-никелевых руд, связанных с массивами мамонской дунит-перидотит-габброноритовой ассоциации, еланским пироксенит-диоритовым и новогольским габбро-долеритовым комплексами. Здесь выделяются три минерагенические зоны, характеризующиеся разновозрастным и разноформационным проявлением мафит-ультрамафитового магматизма.

В Мамонско-Шишовской структурно-минерагенической зоне выделяются пять никеленосных рудных районов: Аннинский, Песковатский, Ширяевский, Мамонский и Пионерский, в которые объединены близко расположенные месторождения и рудопроявления. Анализ их размещения показал, что они залегают в углеродистых сульфидоносных горизонтах воронцовской серии. Выделен критерий пространственной связи рудоносных массивов мамонской ассоциации и площадей развития углеродистых сульфидоносных пород, который может использоваться при прогнозировании новых рудных районов. В Мамонско-Шишовской СМЗ к ним можно отнести Слободско-Панинский, Таловский и Даниловский рудные районы, где отмечаются группы массивов, залегающие в углеродистых сульфидоносных породах.

В Еланско-Эртильской зоне наиболее перспективны на обнаружение малосульфидных платинометалльных руд крупные, существенно габброидные массивы Елань-Коленовский и Вязовский, которые относятся к расслоенным массивам. В связи с этим, в Эртиль-Калачской зоне прогнозируется Елань-Вязовский рудный узел, перспективный на платиноиды.

В Новогольско-Жердевской структурно-минерагенической зоне выделены массивы габбро-долеритов, которые по характеру расслоенности, петрохимическим особенностям и металлогенической специализации отнесены к ранне-платформенной траптовой формации, с которой в других регионах связаны крупные месторождения платиноносных медно-никелевых и малосульфидных платинометалльных руд.

---

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Опубликованная*

1. *Афанасьев Г. В.* Типоморфизм и металлогения гигантских кольцевых структур в основании древних платформ и срединных массивов // Региональная геология и металлогения, 2004, № 22. С. 74–88.
2. *Афанасьев Г. В., Клюев Н. К.* Предпосылки рудоносности Восточно-Воронежского геоблока Русской платформы // Разведка и охрана недр, 2000, № 3–4. С. 12–16.
3. *Ахмедов А. М., Шульдинер В. И., Богданов Ю. Б.* и др. Усовершенствовать общую стратиграфическую шкалу докембрия СССР и разработать принципы и методику создания детальных стратиграфических схем для Госгеолкарты-50. Итоги НИР по основным направлениям ВСЕГЕИ за 1991 г. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1992.
4. *Балуев А. С., Моралев В. М.* Структурный контроль и геодинамические условия внутрислитного магматизма на Восточно-Европейской платформе // Изв. вузов. Геология и разведка, 2001, № 1. С. 13–30.
5. *Биезайс Я. Я., Борис Е. И., Максимкина Л. В.* Геолого-геофизическая модель Мирненского кимберлитового поля Якутской алмазоносной провинции // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. С. 4–18.
6. *Бондарев А. А., Молотков Д. С., Молотков С. П.* О перспективах коренной и россыпной алмазоносности восточной части Воронежской антеклизы // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. С. 569–572.
7. *Бородулин М. И., Калужная Л. Т., Манюта М. Г.* О глубинном строении Днепровско-Донецкого авлакогена // Строение земной коры и верхней мантии по данным сейсмических исследований. – Киев: Наукова Думка, 1997. С. 35–43.
8. *Буш В. А., Уйманова Л. Н., Ермаков Ю. К.* Геодинамическое моделирование позднеархейских–раннепротерозойских структур Воронежского массива и его окружения // Геотектоника, 2001, № 5.
9. Геология СССР. Ростовская область. Т. 46. – М.: Недра, 1970.
10. Гидрогеология СССР. Т. IV. Воронежская и смежные области. – М.: Недра, 1971.
11. *Голубев Ю. К., Прусакова Н. А., Ваганов В. И.* Принципы ранжирования алмазоперспективных площадей для территории Восточно-Европейской платформы // Проблемы прогнозирования поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. С. 52–56.
12. *Грачев А. Ф., Николаев В. Г., Сеславинский К. Б.* Эволюция структуры, осадконакопления и магматизма Восточно-Европейской платформы в позднем докембрии и палеозое // Тектоника и магматизм Восточно-Европейской платформы. – М.: Гео-инвест, 1994. С. 5–36.
13. *Гриненко Л. Н.* Источники серы никеленосных и безрудных интрузий габбро-долеритов на северо-западе Сибирской платформы // Геология рудных месторождений. 1985, № 1.
14. *Грушевой Г. В., Иванова Т. А.* Перспективы ураноносности осадочного чехла Воронежской антеклизы // Геологический вестник Центральных районов России, 2000, № 4. С. 15–22.

15. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. – М.: Изд-во ЦРГЦ, 1995.
16. Демченко Б. М., Сычкин Н. И., Лосицкий В. И. и др. Минералогия Воронежского кристаллического массива (ВКМ) // Геол. вестник центральных районов России, 1999, № 1–2.
17. Дмитраков Л. И., Сазонов В. Н., Фоменко А. Е. К вопросу об ураноносности Воронежского кристаллического массива (ВКМ) и его чехольного обрамления. – Геологический вестник центральных районов России, 1999, № 3. С. 5–14.
18. Додин Д. А., Чернышов Н. М., Якуевич Б. А. Платинометалльные месторождения России. – СПб.: Наука, 2000.
19. Дюжиков О. А., Дистлер В. В., Струнин Б. М. и др. Геология и рудоносность Норильского района. – М.: Наука, 1988.
20. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной карты Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третьего поколения). – СПб.: ФГУП ВСЕГЕИ, 2003.
21. Иосифова Ю. И., Николаева С. К., Перевозчикова И. В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (новая серия). Лист М-37, (38) – Воронеж. Объяснительная записка. – СПб.: ФГУП ВСЕГЕИ, 2001.
22. Кононова В. А. Кимберлитовые породы Приазовья. – М.: Наука, 1978, С. 320.
23. Кузьменко Ю. Т., Гордасников В. Н. Тектоническая карта центральных районов Восточно-Европейской платформы. – М.: Изд-во «Центргеология», 1988.
24. Лукьянова Л. И., Лобкова Л. П., Михайлов М. В. и др. Кимберлитовый и лампроитовый магматизм и проблемы коренной алмазности Восточно-Европейской платформы // Тектоника и магматизм Восточно-Европейской платформы. – М.: Гео-инвест, 1994. С. 43–49.
25. Манаков А. В. Технология выделения литосферного корня на основе интегрированного анализа геофизических данных // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. С. 270–277.
26. Мануковский С. В. Морсовские отложения Воронежской антеклизы // Проблемы литологии, минералогии и стратиграфии осадочных образований Воронежской антеклизы. Тр. НИИГ ВГУ. Вып. 11. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2002. С. 68–77.
27. Мануковский С. В., Савко А. Д. Мамонская толща: распространение, мощности, структурное положение // Проблемы литологии, минералогии и стратиграфии осадочных образований Воронежской антеклизы. Тр. НИИГ ВГУ. Вып. 11. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2002. С. 31–39.
28. Миленко А. В. Обоснование общей схемы геоморфологических уровней // Геол. журнал, т. 43, № 1, 1983. С. 105–115.
29. Михайлов М. В., Поляков А. А., Кузьмина Т. С., Ладыгина М. Ю. Перспективы алмазности Юго-Востока Воронежской области // Минерал, 1999, № 1. С. 7–11.
30. Михайлов М. В., Беляев Г. А., Кузьмина Т. С. и др. Перспективы обнаружения на Русской платформе новых среднепалеозойских месторождений алмазов // Региональная геология и металлогения, 2000, № 12. С. 158–177.
31. Мясников В. И., Чернышов Н. М. Новый тип золотого оруденения в протерозойских толщах Тим-Ястребовской структуры // Отечественная геология, 1992, № 12.
32. Налдретт А. Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометалльных руд. – СПб.: Изд-во СПб ГУ, 2003.
33. Неваленный Ю. В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000. Изд. 2-е. Серия Донецкая. Лист L-37-V (Шахты). Объяснительная записка. – М., 2000.
34. Нефтяные и газовые месторождения СССР. Кн. 1. – М.: Недра, 1987.
35. Нижний карбон Московской синеклизы и Воронежской антеклизы. – М.: Наука, 1993.

36. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Белгородской области. – М.: РГФ, 1987.
37. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Воронежской области. – М.: РГФ, 1986.
38. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Курской области. – М.: РГФ, 1985.
39. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Ростовской области. – М.: РГФ, 1988.
40. *Огороков В. А., Савко А. Д.* Литология фаменских отложений Воронежской антеклизы. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1998.
41. Палеогеоморфологический атлас СССР. Карты палеорельефа и коррелятных отложений / Гл. ред. А. В. Сидоренко. – М., 1983.
42. *Подвысоцкий В. Т., Зинчук Н. Н., Афанасьев В. П.* Морфологические особенности индикаторных минералов. – Мирный: ЯНИГП ЦНИГРИ АК «АЛРОСА» (ЗАО), 2002.
43. *Рослый И. М.* Поверхности выравнивания Донецкой возвышенности // Изв. АН СССР, 1968, № 2. С. 23–32.
44. *Ружицкий В. О., Быков И. Н., Точилин М. С.* и др. Эксплозивная ультраосновная брекчия Русской платформы // ДАН СССР, сер. геол., 1965, т. 162, № 6. С. 56–58.
45. *Савко А. Д., Мануковский С. В., Мизин А. И.* и др. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы. Тр. ВНИИГ ВГУ. Вып. 3. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001.
46. *Савко А. Д., Шевырев Л. Т., Ильяхи В. В.* Ассоциации минералов-индикаторов алмазоносности в осадочном чехле Воронежской антеклизы // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. С. 423–434.
47. *Савко А. Д., Шевырев Л. Т., Ильяхи В. В.* Прогноз коренной алмазоносности Воронежской антеклизы // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании «АЛРОСА», современное состояние, перспективы, решения. – Мирный, 2003. С. 170–185.
48. *Савко А. Д., Шишов А. В., Мануковский С. В.* Тектоно-седиментационные особенности эйфельского этапа развития Воронежской антеклизы // Проблемы литологии, минералогии и стратиграфии осадочных образований Воронежской антеклизы. Тр. НИИГ ВГУ. Вып. 11. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2002. С. 39–46.
49. *Самодуров П. С.* Древняя кора выветривания на осадках среднего карбона в юго-восточной части Донбасса // Кора выветривания, 1952, № 1. С. 73–86.
50. *Смирнова А. А.* Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия Брянско-Воронежская. Объяснительная записка. Лист М-38-1. – М., 1969.
51. *Соболев Н. В.* Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. – Новосибирск: Наука, 1974.
52. *Стромов В. А.* О роли сульфидных горизонтов продуктивной толщи Печенги в размещении медно-никелевых месторождений // Сов. Геология, 1985, № 2.
53. *Фоменко А. Е., Сазонов В. П., Дмитраков Л. И.* Перспективы ураноносности Воронежского кристаллического массива // Разведка и охрана недр. – М., 1999, № 4. С. 8–12.
54. *Харькив А. Д., Зинчук Н. Н., Крючков А. И.* Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений. – М.: Наука, 1995. С. 345.
55. *Черный С. Д., Дак А. И., Сафьянников Ю. В.* и др. Минералогические критерии и перспективы алмазоносности юго-восточной части Воронежского кристаллического массива // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. С. 437–442.
56. *Чернышов Н. М.* Формационно-генетические типы платинометалльных провинций Воронежского кристаллического массива // Платина России. Проблемы развития МСБ платиновых металлов. – М., 1994.



57. Чернышов Н. М. Металлогения раннего докембрия Воронежского кристаллического массива // Вестник Воронежского ун-та. Сер. Геол., 1996, № 1.
58. Чернышов Н. М. Минерально-сырьевой потенциал эндогенных платиново-медно-никелевых и благороднометалльных формаций ВКМ (история открытия, основные этапы изучения и перспективы освоения) / Вестник Воронежского ун-та. Сер. Геол., 2002, № 1.
59. Чернышов Н. М., Базаров В. Л., Египко О. М. Магматические образования Воронежского кристаллического массива // Стратиграфия СССР. Нижний докембрий. Кн. 2. – М.: Недра, 1989.
60. Чернышов Н. М., Молотков С. П., Молотков Д. С. Минерагенический прогноз потенциально алмазоносных эскпловивных трубок в регионе ВКМ на глубинной геолого-геофизической основе // Проблемы прогнозирования поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. С. 348–351.
61. Шитлов И. И., Красенков Р. В., Сорская А. С., Язова Э. А. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Серия Брянско-Воронежская. Объяснительная записка. Лист М-37-ХII.– М., 1982.
62. Шитлов И. И., Язова Э. А., Красенков Р. В. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Серия Брянско-Воронежская. Объяснительная записка. Лист М-37-ХVIII.– М., 1982.
63. Эколого-географическая карта масштаба 1 : 4 000 000 / Ред. О. А. Евтеев, Л. Ф. Январева. – М.: Изд-во МГУ, 1996.
64. Эколого-гидрогеологическая карта России масштаба 1 : 5 000 000 / Ред Г. С. Вартамян. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1994.
65. Эринчек Ю. М. Перспективы алмазоносности Сибирской платформы на основе анализа глубинного строения территории // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. С. 561–568.
66. Эринчек Ю. М. Изучение глубинного строения Восточно-Европейской платформы в связи с проблемой алмазоносности // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании «АЛРОСА», современное состояние, перспективы, решения. – Мирный, 2003. С. 221–226.
67. Cameron E. M., Siddeley G., Durham C. C. Distribution of ore elements in rock for evaluating ore potential: nickel, copper and sulfur in ultramafic rocks of the Canadian Shield. – Canad. Inst. Of Mining and Metallurgy, spec. v. 11. 1971.
68. Haughton D. R., Roeder P. L., Skinner B. J. Solubility of sulfur in mafic magmas // Economic Geology, v. 69, 1974.
69. Melezhic V. A., Hadson-Edwards K. A., Green A. N., Grunenko L. N. Pechenga area, Russia – Part 2: nickel-copper deposits and related rocks // Trans. Inst. Mining Metall (Section B), v. 103, 1994.

### Фондовая

70. Алексеев В. Г. (отв. исп.) Информационный отчет о проведении гидрогеологической съемки, гидрогеологического изучения и инженерно-геологической съемки масштаба 1 : 200 000 на площади листов М-37-ХI, ХVII. ФГУ ГП «Воронежгеология», Воронеж, 2002.
71. Алтунин Е. Г. Выполнение количественной оценки прогнозных ресурсов категорий Р<sub>3</sub>, Р<sub>2</sub>, Р<sub>1</sub> каолинов на территории Воронежской области по состоянию на 1.01.1998 г. ФГУ ГП «Воронежгеология», Воронеж, 1997.
72. Аполлонова И. П., Баи-Балаев Г. Ф., Дьяконова Н. И. и др. Отчет Шаталовской геологосъемочной партии о комплексной геологической съемке масштаба 1 : 200 000 в пределах листа М-37-IX, проведенной в 1959 г. ГУЦР, М., 1960.

73. *Арутюнов Г. И., Капкин Б. А., Дубровин О. А.* Отчет о комплексной геологической съемке масштаба 1 : 50 000 на площади планшетов М-37-94Г, -95В (южные половины) и М-37-106Б, -107А (северные половины), произведенной в 1960–1961 гг. в верховьях рек Чир, Ольховая и Лозовая. ВДТГУ, Ростов-на-Дону, 1961.

74. *Астафьев Э. Н., Бобух В. А., Дерацун Т. В.* и др. Обобщение результатов глубокого параметрического бурения в Ростовской области и разработка рекомендаций по изучению глубинного строения районов, перспективных на нефть и газ. ЮГПО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1981.

75. *Афанасьев Г. В., Грушевой Г. В., Фоменко А. Е.* и др. Рекомендации по постановке глубинного геологического картирования масштаба 1 : 200 000, специализированного на уран, золото и полиметаллы в перспективных структурах Воронежского массива. ВСЕГЕИ, СПб., 1999.

76. *Бабайцев О. В.* Отчет о предварительной разведке гранитоидов Яковлевского месторождения с целью производства щебня для строительных целей в районе шахтного поля ствола № 2, проведенной в 1990–1992 гг. ЦРГУ, М., 1992.

77. *Бердников М. Д., Богданов В. М., Маслов О. А.* и др. Промежуточный отчет о результатах работ по составлению геологической карты докембрия юго-восточной части Воронежского кристаллического массива на топооснове масштаба 1 : 500 000. ТГУЦР, Воронеж, 1969.

78. *Бердников М. Д., Маслов О. А., Митина Е. М., Шибанов В. М.* Промежуточный отчет о результатах работ по составлению геологической карты докембрия юго-восточной части Воронежского кристаллического массива на топооснове масштаба 1 : 500 000. ТГУЦР, Воронеж, 1967.

79. *Бобров С. П., Боброва П. С., Хлестунов И. К.* и др. Оценка перспектив алмазности территории Курской области. ООО «Притяжение», Калуга, 2002.

80. *Богданов В. М., Бердников М. Д., Зайцев Ю. С.* и др. Отчет о результатах геологического картирования докембрия ВКМ на топооснове масштаба 1 : 500 000 на территории деятельности Придонской комплексной геолого-разведочной экспедиции. ТГУЦР, Воронеж, 1976.

81. *Богданов В. М., Бердников М. Д., Костюков В. И.* и др. Отчет о результатах геологического картирования Новохоперской и Калачско-Эртильской тектонических зон юго-востока ВКМ на топооснове масштаба 1 : 500 000. ТГУЦР, Воронеж, 1979.

82. *Богданов В. М., Паничев В. В., Костюков В. И.* и др. Отчет о результатах геологического картирования докембрийских образований в пределах Воронежского блока на топооснове масштаба 1 : 500 000. ПГО «Центргеология», Воронеж, 1981.

83. *Богданов Ю. Б., Петров Б. В., Супруненко Э. И.* и др. Сопоставление архейских образований КМА, Украинского и восточной части Балтийского щитов с целью последующей оценки перспектив металлогенности архейской КМА. Отчет ВСЕГЕИ, СПб., 1991.

84. *Бородин Н. Г., Шитлов И. И., Шитлова В. М.* и др. Отчет Ликинской геологосъемочной партии о комплексной геологической съемке масштаба 1 : 200 000 в пределах листа М-37-Х, проведенной в 1960–1961 гг. ГУЦР, М., 1961.

85. *Булатников Н. Н., Соловьев Б. Л., Турова С. А., Брюхович Н. С.* Отчет о комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1 : 200 000 площади листа М-37-XXXV (Каменск-Шахтинский). ВДТГУ, Ростов-на-Дону, 1971.

86. *Буцуева Н. М., Зонн М. С., Лореттова Р. Н.* Отчет Валуйской геологосъемочной партии о комплексной геологической съемке масштаба 1 : 200 000 в пределах листа М-37-ХV, проведенной в 1959 г. ГУЦР, М., 1961.

87. *Вальбе С. П., Токарева В. Г., Ширяева Н. И.* и др. Обобщение материалов сравнительного анализа результатов геофизических и буровых работ с целью повышения эффективности нефтегазописковых работ на Севере Ростовской области. ЮГПО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1984.

88. Ваганов В. И. Региональный среднемасштабный прогноз на алмазы по центральной части Восточно-Европейской платформы с составлением карты закономерностей размещения и прогноза масштаба 1 : 1 000 000 и карт врезок масштаба 1 : 200 000 и 1 : 500 000. ГПП «Центргеология», М., 1995.

89. Ваганов В. И. Разработка методических рекомендаций по технологии среднемасштабных прогнозно-минералогических исследований на алмазы в центральных районах Российской Федерации. ЦРГЦ, М., 1998.

90. Введенская Н. В., Ружицкий В. О., Скульский В. Д. и др. Отчет о работах по поискам алмазов на территории Воронежского кристаллического массива и прилегающих районов. ТГУЦР, М., 1975.

91. Вергель Н. Л., Клейменов В. М., Лючкин В. А. и др. Отчет о результатах работ по объекту «Поисковые работы на пески для строительных работ в 12 районах Курской области». ООО НПП «Хорс», Курск, 2001.

92. Волочаев Ф. Я., Петренко В. И. Изучение и оценка ресурсов железоалюминиевого сырья Белгородского района КМА. ЦРГУ, М., 1987.

93. Воротильников Е. П., Нарыжных В. М. Геологический отчет о поисках железных руд на Малоархангельской, Орловской, Хотынецкой и Мантуровской аномалиях, проведенных в 1960–1961 гг. ГУЦР, с. Знаменка, 1962.

94. Голубев Ю. К. Седиментологические особенности формирования верхнепалеозойских и мезозойских осадочных толщ центральных районов Восточно-Европейской платформы для прогноза алмазности. ЦНИГРИ, М., 1997.

95. Голубев В. К., Варламов В. А., Фельдман А. А. Оценить возможности выявления постдевонского магматизма Восточно-Европейской платформы и его алмазоносность (Центральный и Восточный районы). – М.: МПР, ЦНИГРИ, 1997.

96. Глушков Б. В. (отв. исп.). Отчет о проведении геологического доизучения, комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1 : 200 000 с эколого-геологическими исследованиями на площади листов М-37-ХVI, М-37-ХХII (северная часть). ВГУ, Воронеж, 1999.

97. Горбаткина Т. Е., Розановская Е. М., Савина В. С. Отчет Курской геологосъемочной партии (Тимский отряд) о комплексной геологической съемке масштаба 1 : 200 000 листа М-37-II, произведенной в 1955–1956 гг. ГУЦР, М., 1957.

98. Гороховский В. В. (отв. исп.). Геолого-экологические исследования и картографирование масштаба 1 : 1 000 000 территории Ростовской области. ГПП «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1993.

99. Горюшкин В. В. Выполнение количественной оценки прогнозных ресурсов категорий  $P_3$ ,  $P_2$  огнеупорных глин на территории Воронежской области. ГПП «Воронежгеология», Воронеж, 1997.

100. Григорьев А. И. (отв. исп.). Оценка обеспеченности населения Воронежской области ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (1 этап). ГПП «Воронежгеология», Воронеж, 1995.

101. Грушевой Г. В., Радюкевич Н. М., Иванова Т. А. и др. Отчет по теме «Оценить перспективы платформ России на выявление комплексных месторождений урана на основе составления прогнозно-металлогенических карт в масштабах 1 : 5 000 000 для территории России и 1 : 2 500 000 для Русской платформы». ВСЕГЕИ, СПб., 1997.

102. Двойнин В. В. Отчет о поисках золотоносных конгломератов в пределах Оскольского железорудного района КМА в 1985–1989 гг. ГПП «Белгородгеология», Белгород, 1990.

103. Двойнин В. В., Воевода Н. И. Оценка германиеносности и золотоносности железорудных месторождений Белгородской области. ЦРГУ, М., 1993.

104. Двойнин В. В., Котельников В. С., Львов И. П. Геологический отчет о поисках апатитовых руд в Орловско-Алексеевской и Малоархангельско-Острогжской структурно-формационных зонах. ЦРГУ, М., 1992.

105. *Дубровин О. А. (отв. исп.)*. Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 на площади листа М-37-XXIX (Миллерово). ВДТГУ, Каменск, 1969.
106. *Дунай Е. И.* Оценка и учет прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых по Белгородской области по состоянию на 1.01.1993 г. АООТ «Белгородгеология», 1993.
107. *Дунай Е. И.* и др. Выполнение количественной оценки прогнозных ресурсов по категориям  $P_3$ ,  $P_2$ ,  $P_1$  твердых полезных ископаемых на 1.01.1998 г. на территории Белгородской области. ОАО «Белгородгеология», Белгород, 1998.
108. *Дьяконова А. К.* Отчет о результатах структурно-поискового бурения на Сергеевской площади. ВДТГУ, Каменск, 1964.
109. *Дьяконова А. К.* Отчет о результатах структурно-поискового бурения на Митякинской площади. ВДТГУ, Каменск, 1964.
110. *Егоров А. Е. (отв. исп.)*. Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Воронежская область (2-й этап). ГПП «Воронежгеология», Воронеж, 1999.
111. *Ендовицкий В. И.* Геологический отчет о результатах структурно-поискового бурения на Миллеровской и Тренивской площадях за 1960–1961 гг. ВДТГУ, Каменск, 1962.
112. *Ендовицкий В. И.* Геологический отчет о результатах структурно-поискового бурения на Северо-Белянской площади за 1962–1963 гг. ВДТГУ, Тагинский, 1963.
113. *Ендовицкий В. И.* Геологический отчет о результатах структурно-поискового бурения на Литвиновской площади за 1962–1965 гг. ВДТГУ, Тагинский, 1965.
114. *Ендовицкий В. И., Варачев М. И.* Геологический отчет о результатах структурно-поискового бурения на Березовской площади. ВДТГУ, Ростов-на-Дону, 1969.
115. *Ендовицкий В. И., Варачев М. И., Марков М. А.* Геологический отчет о результатах структурно-поискового бурения на Хлоповской площади. ПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1971.
116. *Ендовицкий В. И., Варачев М. И., Марков М. А.* Геологический отчет о результатах структурно-поискового бурения на Крутовской площади. ВДТГУ, Каменск, 1972.
117. *Ермаков Ю. Н., Крестин Е. М.* и др. Составление схематической геологической карты раннего докембрия масштаба 1:1 000 000 центральных районов Восточно-Европейской платформы. – М.: ПГО Центргеология, 1986.
118. *Ермаков Ю. Н., Стрыхин А. В.* Изучение закономерности размещения редкометалльных проявлений на территории Воронежского кристаллического массива с целью оценки их перспектив и разработки рекомендаций по направлению поисковых работ. ПГО «Центргеология», М., 1981.
119. *Ермакова Л. Д.* Геологический отчет о результатах структурно-поискового бурения на Скосырской площади северо-восточной части Донбасса. ВДТГУ, Ростов-на-Дону, 1962.
120. *Жарков В. К., Исайкин В. Г., Коробейников В. И., Прохоров П. П.* Отчет о поисках подземных вод для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения р. п. Белая Калитва Ростовской области. ПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1981.
121. *Зеленищikov Г. В., Соловьева Б. Л., Ефанова В. А.* и др. Отчет о геологической съемке масштаба 1:50 000, проведенной на площади листа М-37-83В в 1964–1967 гг. ВДТГУ, Ростов-на-Дону, 1967.
122. *Зеленищikov Г. В., Лихачев В. А., Зеленищikова К. Х.* Отчет по глубинному геологическому изучению среднего масштаба юго-восточного склона Воронежской антеклизы на Шумилинском участке. ВДТГУ, Ростов-на-Дону, 1978.
123. *Иконников Н. И., Кузнецов В. А.* и др. Палеогеография, условия формирования и вещественный состав палеогеновых, мезозойских и палеозойских россыпей (титан, циркон, золото, алмазы). ТГУЦР, М., 1973.
124. *Казакова Н. К., Прынев И. Е., Экнадиосянц Э. К.* Отчет о гидрогеологической съемке территории листа М-37-XXXVI (Тагинский) масштаба 1:200 000. ВДТГУ, Ростов-на-Дону, 1970.

125. *Казаченко Р. В., Конох А. С., Муравьева Е. Н.* Геологический отчет о результатах структурно-поискового бурения на Ильинской площади в 1985–1989 гг. ПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1989.

126. *Касатов А. С.* Информационный отчет о результатах поисковых работ на алмазы в пределах юго-восточной части Воронежской антеклизы (применительно к масштабам 1:200 000–1:500 000) за 1990–1994 гг. ФГУ «Центргеолфонд», М., 1995.

127. *Касатов А. С., Михайлов М. В.* и др. Информационный отчет по оценке алмазности юго-восточной части Воронежской антеклизы (Павловская площадь) за 1995–1997 гг. ФГУ «Центргеолфонд», М., 1998.

128. Каталог радиоактивных аномалий. ГФУГП «ЦГЭ», М., 2001.

129. *Кириков В. П.* и др. Отчет о составлении серийной легенды по Госгеолкарте-1000 (третье издание), серия Центрально-Европейская. ФГУП ВСЕГЕИ, СПб., 2001.

130. *Кисурин П. Н.* (отв. исп.). Геологическое изучение и оценка минеральных ресурсов территории Российской Федерации и ее континентального шельфа. (Прогнозно-поисковые работы на алмазы на Павловской площади). ФГУ ГП «Воронежгеология», Воронеж, 2003.

131. *Колеснева С. С., Дюкова Е. А., Трецалина Т. И., Протопопова Н. В.* Отчет Эртильской геологосъемочной партии о комплексной геологической съемке масштаба 1:200 000 в пределах листа М-37-V, проведенной в 1960 г. ГУЦР, М., 1961.

132. *Конах С. В.* (отв. исп.). Составление сводных геолого-промышленных карт по Белокалитвенскому, Тащинскому и Краснодонскому угленосным районам Восточного Донбасса. ГПП «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1993.

133. *Кононов Н. И.* Геологический отчет о результатах структурного бурения на Дядинской площади в 1970–1974 гг. ГПП «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1974.

134. *Кононов Н. И., Ендовицкий В. И., Маркова М. А.* и др. Геологический отчет о результатах структурного бурения на Каюковской площади. ВДТГУ, Каменск, 1973.

135. *Кононов Н. И., Кононова С. В., Марков М. А.* Геологический отчет о результатах структурного бурения на Милютинской площади в 1978–1981 гг. ЮПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1981.

136. *Кононов Н. И., Кононова С. В., Марков М. А.* Геологический отчет о результатах структурного бурения на Донецкой площади в 1979–1981 гг. ЮПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1982.

137. *Кононов Н. И., Кононова С. В., Марков М. А.* Геологический отчет о результатах структурного бурения на Обливской площади в 1981–1982 гг. ЮПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1983.

138. *Кононов Н. И., Кононова С. В., Марков М. А.* Геологический отчет о результатах структурного бурения на Западной площади в 1981–1983 гг. ЮПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1984.

139. *Кононова С. В., Марков М. А.* Геологический отчет о результатах структурного бурения на Южно-Хлоповской площади в 1971–1975 гг. ПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1975.

140. *Кононова С. В., Марков М. А.* Геологический отчет о результатах структурного бурения на Колушкинской площади в 1975–1976 гг. ВДТГУ, Каменск, 1977.

141. *Кононова С. В., Марков М. А.* Геологический отчет о результатах структурного бурения на Покровской площади в 1976–1978 гг. ПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1979.

142. *Кононова С. В., Марков М. А.* Геологический отчет о результатах структурного бурения на Комсомольской площади в 1979 г. ПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1979.

143. *Корнев В. В.* Оценка обеспеченности населения Курской области ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (1-й этап). ГПП «Югозапгеология», пос. Геологов, 1995.

144. *Котельников В. С., Двойнин В. В., Белых В. И.* и др. Геологический отчет о поисках магнетит-апатитовых руд на Дубравинском участке и сопредельных площадях



Оскольского рудного района КМА, проведенных в 1983–1987 гг. ГПП «Воронежгеология», Воронеж, 1987.

145. *Лосицкий В. И. (отв. исп.)* Изучение особенностей геологического строения и металлогении Воронежского кристаллического массива с целью составления прогнозно-металлогенических карт масштаба 1 : 500 000. ГПП «Воронежгеология», Воронеж, 1999.

146. *Лючкин В. А.* Выполнение количественной оценки прогнозных ресурсов по категориям  $P_3$ ,  $P_2$ ,  $P_1$  железных руд, меди, никеля, кобальта, рудного золота, песков стекольных и формовочных, ювелирных, поделочных камней на 1.01.1998 г. на территории Курской области. ГПП «Югозапгеология», пос. Геологов, 1997.

147. *Макаров Л. Н., Юдина В. В., Нарсеев А. В.* и др. Обобщение материалов по золотоносности раннедокембрийских образований Воронежского кристаллического массива. ГПП «Воронежгеология», Воронеж, 1987.

148. Материалы по ликвидации скважин 1-Пм, 1-Мж, 2-Мж, 3-Мж, 3-Рм, 5-Рм, 4-Хл, 5-Хл, 6-Хл. Фонды Донской нефтегазоразведочной экспедиции. ВДТУ, Каменск, 1967, 1974, 1985.

149. *Мельников И. Д. (отв. исп.)*. Составление схематической карты расположения месторождений полезных ископаемых и подземных вод, перспективных участков, скважин, режимной наблюдательной сети Тамбовской области масштаба 1 : 50 000 с целью придания землям, входящим в контур подсчета запасов и расположенных вблизи наблюдательных скважин, статуса государственных. ОАО ГПП «Тамбовгеология», Тамбов, 2000.

150. *Михайлов В. М., Поляков А. А.* Прогнозная оценка территории Русской платформы на выявление среднепалеозойских месторождений алмазов на основе реконструкций девон-раннекаменноугольного этапа ее развития. ВСЕГЕИ, СПб., 1999.

151. *Мовшович Е. В. (отв. исп.)*. Отчет по объекту «Осиновская параметрическая скважина». ЮГУ ГП «Южгеология», Ростов-на-Дону, 2002.

152. *Молотков С. П., Костоков В. И. Лосицкий В. И.* Изучение особенностей геологического строения и металлогении Воронежского кристаллического массива с целью составления прогнозно-металлогенических карт масштаба 1 : 500 000. ВГУ, ОАО «Белгородгеология», НКПФ «Хорс», ГПП «Воронежгеология», Воронеж, 1999.

153. *Молотков С. П., Маслов О. А., Друзев А. М.* Отчет Южно-Воронежской ГСП о геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1 : 50 000, проведенной в 1962–1963 гг. на площади листов М-37-57В, Г-69Б, -70А. ГУЦР, Воронеж, 1964.

154. *Морозов О. А. (отв. исп.)*. Отчет по объекту № 330 «Геологическое изучение и оценка минеральных ресурсов недр территории РФ и ее континентального шельфа». ФГУНПП «Аэрогеология», М., 2004.

155. *Морозов О. А. (отв. исп.)*. Прогнозно-поисковые работы в пределах Унечской, Калужской и Воронежской площадей с составлением итоговой карты прогноза алмазности центральных районов РФ. ЗАО «Концерн РОССНедра», М., 2004.

156. *Назарков А. Г. (отв. исп.)*. Отчет о гидрогеологическом, инженерно-геологическом и геологическом доизучении, эколого-геологических исследованиях и картографировании масштаба 1 : 200 000 на площади листа М-37-VII с подготовкой к изданию геологических карт по листам М-37-VII, XIII (Обоянь, Белгород). ОАО «Белгородгеология», Белгород, 2001.

157. *Немененок В. Т. (отв. исп.)*. Отчет о комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемке, геолого-экологических исследованиях и картографировании с геологическим доизучением масштаба 1 : 200 000 площади листа М-37-XIII. ГПП «Белгородгеология», Белгород, 1994.

158. *Паничев В. В., Радьков В. М., Богданов В. М.* и др. Отчет о результатах групповой геологической съемки масштаба 1 : 50 000 и глубинного геологического картирования масштаба 1 : 200 000 (Криушанско-Панинская площадь). ПГО «Центргеология», Воронеж, 1981.



159. *Пархоменко В. Н. (отв. исп.)*. Отчет о комплексной гидрогеологической, инженерно-геологической съемке для целей мелиоративного строительства III очереди Савальской ГОС (листы М-37-23В, Г, -35А) и групповой геологической съемке масштаба 1 : 50 000 с общими поисками на площади листов М-37-23В, Г; -35А. ПГО «Центргеология», Воронеж, 1990.

160. *Пархоменко В. Н. (отв. исп.)*. Отчет о проведении геологического и гидрогеологического доизучения, инженерно-геологической съемке масштаба 1 : 200 000 с эколого-геологическими исследованиями на площади листов М-37-IV (Воронеж). ГПП «Воронежгеология», Воронеж, 2000.

161. *Петрухин М. А. (отв. исп.)*. Доизучение инженерно-геологических и гидрогеологических условий с геолого-экологическими исследованиями и картографированием масштаба 1 : 200 000 площади листа М-37-XXXVI (Морозовск). ЮГУ ГП «Южгеология», Ростов-на-Дону, 2002.

162. *Пискунова З. К. (отв. исп.)*. Изучение закономерностей распространения минеральных подземных вод на территории Ростовской области с оценкой их перспективности и рекомендациями по направлению поисков и разведки. ПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1986.

163. *Полищук В. Д., Полищук В. И., Дунай Е. И.* и др. Отчет картосоставительской партии по геологическому картированию докембрия Воронежской антеклизы. ТГУЦР, Белгород, 1972.

164. *Полищук В. Д., Полищук В. И., Соколов Н. А.* и др. Отчет о результатах работ по глубинному геологическому картированию докембрия в пределах Старооскольского и Белгородского железорудных районов масштаба 1 : 200 000. ПГО «Центргеология», Белгород, 1984.

165. *Попов И. П., Черепашенко Г. П., Куковский А. И.* и др. Обобщение результатов геологоразведочных работ по Восточному Донбассу за период с 1975 по 1988 г. с оценкой прогнозных ресурсов ископаемых углей. ПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1988.

166. *Прасолова А. И.* Отчет о результатах изысканий источников водоснабжения г. Обояни, проведенных в 1967–1970 гг. ТГУЦР, с. Черныцыно, 1970.

167. *Пронин В. Г. (отв. исп.)*. Геологическое доизучение масштаба 1 : 200 000 на площади листов L-40-IX, XV на 1989–1991 гг. Информационный отчет в 2 томах. – М.: ГНПП «Аэрогеология», Фонды КАГЭ-1, 1992.

168. *Пронин В. Г. (отв. исп.)*. Геологическое доизучение масштаба 1 : 200 000 листов М-37-XXXV, XXXVI и подготовка к изданию Государственных геологических карт масштаба 1 : 200 000. ФГУ НПП «Аэрогеология», 2001.

169. *Радьков В. М. (отв. исп.)*. Отчет о геологическом доизучении масштаба 1 : 200 000 на площади листов М-37-XVII (Павловск), XI (Бобров). ФГУ ГП «Воронежгеология», Воронеж, 2002.

170. *Расулова С. Д.* Информационный отчет за 2004 г. по объекту 232-6 «Оценка перспектив выявления промышленных месторождений урана в палеодолинах визейского возраста на Скопинской площади на основе составления комплекта геолого-прогнозных карт масштаба 1 : 200 000». ГФУГП «ЦГЭ», М., 2004.

171. *Розановская Е. М., Бородин Н. Г., Симонова Г. Ф.* Отчет Белгородской геолого-съемочной партии о комплексной геологической съемке масштаба 1 : 200 000 в пределах листа М-37-XIV, проведенной в 1958–1959 гг. ГУЦР, М., 1960.

172. *Романов И. И. (отв. исп.)*. Отчет о результатах поисковых работ на новых участках и оценке перспектив бокситоносности юго-западного склона Воронежской антеклизы. ТГУЦР, Белгород, 1979.

173. *Романов И. И. (отв. исп.)*. Отчет о результатах поисковых работ на бокситы в юго-восточной части Белгородского района КМА за 1976–1981 гг. ПГО «Центргеология», Белгород, 1981.

174. Романов И. И. (отв. исп.). Отчет о результатах поисковых работ на бокситы в районе Гостищевского месторождения богатых железных руд КМА (Белгородская обл.). ПГО «Центргеология», Белгород, 1982.
175. Романченко А. А., Дубровин О. А. Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1 : 200 000 на площади листа М-37-XXX (Боковская). ВДТГУ, Каменск, 1965.
176. Рыборак В. М. (отв. исп.). Отчет о проведении геологического, гидрогеологического и инженерно-геологического доизучения масштаба 1 : 20 000 с эколого-геологическими исследованиями на площади листа М-37-ХII (Новохоперск). ГГП «Воронежгеология», Воронеж, 1999.
177. Савко К. А. (отв. исп.). Отчет о результатах мелкомасштабного геологического картирования Россошанского блока в пределах листов М-37-ХVI, ХХII (северная часть). ГГП «Воронежгеология», Воронеж, 1994.
178. Савко А. Д. (отв. исп.). Оценка перспектив базальных горизонтов осадочного чехла Воронежской антеклизы на золото, титан, цирконий, нерудные полезные ископаемые. ВГУ, Воронеж, 1999.
179. Самохвалов М. Г. (отв. исп.). Геологическое строение и полезные ископаемые докембрия центральной части Белгородского рудного района КМА. ПГО «Центргеология», Белгород, 1990.
180. Сафьянников Ю. В. Отчет о ревизионных геологоразведочных работах на алмазы в южной части Воронежского кристаллического массива в 1995–1997 гг. АК «Алмазы России-Саха», г. Мирный, 1997.
181. Семенов П. В. (отв. исп.). Оценка обеспеченности населения Белгородской области ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (1-й этап). ТОО «Белводгео», Белгород, 1995.
182. Скоморохов А. И., Кучеренко В. И., Кушнерова Т. Н. Отчет о комплексной геолого-гидрогеологической съемке района г. Курска, проведенной в 1969–1973 гг. ТУГЦР, с. Черничино, 1973.
183. Скоморохов А. И., Истомин А. П., Кушнерова Т. Н., Цуканова Т. Е. Отчет по комплексной геологической, гидрогеологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1 : 50 000 для целей мелиорации в бассейне р. Тускарь. ПГОЦР, пос. Геологов, 1983.
184. Смирнова Н. И. (отв. исп.). Отчет по составлению обзорной карты подземных минеральных вод центральных районов масштаба 1 : 1 000 000 с оценкой естественных ресурсов. ГГП «Центргеология», М., 1992.
185. Соколова Н. А., Полищук В. Д., Горяшин В. И., Вассерман И. С. Отчет о комплексной геологической, гидрогеологической съемке масштаба 1 : 50 000 и глубинном геологическом картировании масштаба 1 : 200 000 на площади листов М-37-29В, -40Б, -41А за 1982–1987 гг. ПГО «Центргеология», Белгород, 1987.
186. Соловьев В. В. Отчет о результатах поисков золотоносных конгломератов в Обоянско-Костельевской зоне КМА. ПГО «Центргеология», Москва, 1990.
187. Тазов Н. П. (отв. исп.). Отчет о групповой геологической съемке масштаба 1 : 50 000 с общими поисками, эколого-геохимическим и эколого-радиометрическим картированием масштаба 1 : 50 000 на площади листов М-37-40Г, -41Б, В, Г. ГГП «Белгородгеология», Белгород, 1995.
188. Тишалева О. А., Соловьев Б. Л., Зеленичиков Г. В. и др. Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1 : 200 000 площади листа М-37-ХХIV (Вешенская). ВДТГУ, Ростов-на-Дону, 1977.
189. Федорова В. С. Кадастр химического состава лечебных минеральных вод СССР Лечминресурсы, М., 1989.
190. Фоменко А. Е., Сазонов В. П., Калужный А. А. и др. Проект геологоразведочных работ по объекту № 265 «Проведение прогнозно-поисковых работ на Прохоровской и Бобровской площадях в юго-восточной части Воронежского кристаллического массива». ГФУГП «ЦГЭ», М., 2002.

191. *Фомичев Ю. М.* Кадастр месторождений лечебных грязей СССР. Лечминресурсы, М., 1990.
192. *Харченко В. И. (отв. исп.)*. Отчет о результатах предварительной разведки подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Острогожска Воронежской области. ПГО «Центргеология», Воронеж, 1989.
193. *Ходос М. Л. (отв. исп.)* Составить комплекс сводных геологических карт Ростовской области с целью повышения эффективности проведения геологоразведочных работ. Саратов, 1988.
194. *Шабельский Ю. Д. (отв. исп.)*. Подготовка материалов для компьютерной базы данных о состоянии ресурсов подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Ростовской области. ЮГУГП «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1999.
195. *Шанин О. Б.* Оценка перспектив осадочного чехла Воронежской площади в масштабе 1 : 500 000. ГФУГП «ЦГЭ». М., 1981.
196. *Шапошников Л. Ф. (отв. исп.)*. Обобщение и анализ результатов геолого-геофизических работ на Волошинской, Чеботовской и Серебрянской площадях с целью определения эффективности геологоразведочных работ и совершенствования их методики. ЮПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1988.
197. *Шутилов И. И. (отв. исп.)*. Отчет о групповой гидрогеологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1 : 200 000 и геологическом доизучении с ГК территории листов N-37-XXXV, XXXVI; M-37-V, VI; M-38-I, проведенной в 1978–1983 гг. ПГО «Центргеология», М., 1983.
198. *Шутилов И. И., Красненков Р. В., Сорская Л. С.* и др. Отчет о гидрогеологической, инженерно-геологической съемке масштаба 1 : 200 000 и глубинном геологическом изучении юго-восточной окраины Воронежского массива, проведенных на территории листа M-37-XVIII в 1966–1967 гг. ГУЦР, М., 1973.
199. *Шобанов В. Д., Копейкин Ю. М., Немененок Т. И.* и др. Отчет о результатах глубинного геологического картирования масштаба 1 : 200 000 района Еланьского, Вязовского и Таловского массивов. ПГО «Центргеология», Воронеж, 1984.
200. *Экнадиосянц Э. К., Афанасьев Г. В., Зайцев А. В.* Составление комплекта геологических карт Ростовской области масштаба 1 : 500 000. ПГО «Южгеология», Ростов-на-Дону, 1991.
201. Эксплуатационные запасы подземных вод, прошедшие Государственную экспертизу по состоянию на 1.01.2001 г. МПР РФ, М., 2002.
202. Эксплуатационные запасы подземных вод, прошедшие Государственную экспертизу по состоянию на 1.01.2003 г. МПР РФ, М., 2004.
203. *Якшин В. М., Семашко А. П., Желваков А. В.* и др. Выделение районов, перспективных для поисков промышленных месторождений урана на основе составления геолого-прогнозной карты масштаба 1 : 1 500 000 на территорию Воронежского и Волго-Уральского поднятий. ВИМС, М., 1976.

---

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
<b>Стратиграфия</b> .....	8
<b>Магматизм</b> .....	86
<b>Метаморфические образования</b> .....	107
<b>Тектоника</b> .....	110
<b>История геологического развития</b> .....	124
<b>Геоморфология</b> .....	137
<b>Полезные ископаемые</b> .....	143
<b>Закономерности размещения полезных ископаемых и оценка перспектив района</b> .....	178
<b>Гидрогеология</b> .....	221
<b>Эколого-геологическая обстановка</b> .....	232
<b>Заключение</b> .....	239
<b>Список литературы</b> .....	243

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение)**  
**Серия Центрально-Европейская**  
**Лист М-37 — Воронеж**  
**Объяснительная записка**

Редактор *Е. А. Зотова*

---

Подписано в печать 23.12.2011. Формат 70 × 100/16. Гарнитура Times New Roman.  
Печать офсетная. Печ. л. 16 + 12 вкл. Уч.-изд. л. 32  
Тираж 150 экз. Заказ 81011005

---

Картографическая фабрика ВСЕГЕИ  
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., 72  
Тел. 328-8121, факс 321-8153