

## Геолого-тектоническое строение верхней части разреза кристаллического фундамента центральной части Восточно-Европейской платформы и его отражение в структурах верхней части осадочного чехла

По результатам современной высокоточной аэромагнитной съемки выполнено геолого-тектоническое картирование архейско-нижнепротерозойского кристаллического основания и рельефа его поверхности. Откартирована зона тройного сочленения древних континентов: Фенноскандии, Сарматии и Волго-Уралии. Показывается унаследование рельефом современной дневной поверхности древних (докембрийских) геолого-тектонических форм, а также определяющее значение для структур фанерозойской части разреза и современной тектонической активности древней геолого-тектонической делимости.

В рамках программы по обновлению геофизической основы для новой серии листов Государственной геологической карты масштаба 1:200 000 на территории центральной части Восточно-Европейской платформы ГНПП «Аэрогеофизика» проводит современную комплексную высокоточную аэромагнитную съемку масштаба 1:50 000. Высокое качество используемых новейших технических средств, современные компьютерные технологии обработки и геофизической интерпретации данных, позволяют получать принципиально новое качество геофизической информации о строении осадочного чехла, петрофизических характеристиках пород, слагающих верхнюю часть разреза кристаллического фундамента, и о глубине залегания последнего. Сопоставление выделяемых разноглубинных структурных форм в вертикальном разрезе, в свою очередь, приводит к выделению элементов прямой или обратной унаследованности структур, позволяющему, в ряде случаев осуществить переход от статическим к динамическим и ретроспективным системам.

В настоящей статье приводятся результаты геологической интерпретации новых данных по юго-западной части Московской синеклизы примерно в границах территории современной Московской области. На рисунке №1 показана карта аномального магнитного поля этой территории и карта одной из его локальной составляющих.

### 1. Геолого-тектоническое строение верхней части разреза кристаллического фундамента

В результате выполненных работ оказалось, что тектоническая структура верхней части разреза кристаллического фундамента представляет собой гетерогенное и гетерохронное образование, разделяющееся по петрофизическим характеристикам, предполагаемому составу и возрасту пород, типам и возрасту и характеру главных деформаций на отдельные структурно-вещественно-петрофизические области (далее СВПО). В пределах каждой из областей выде-

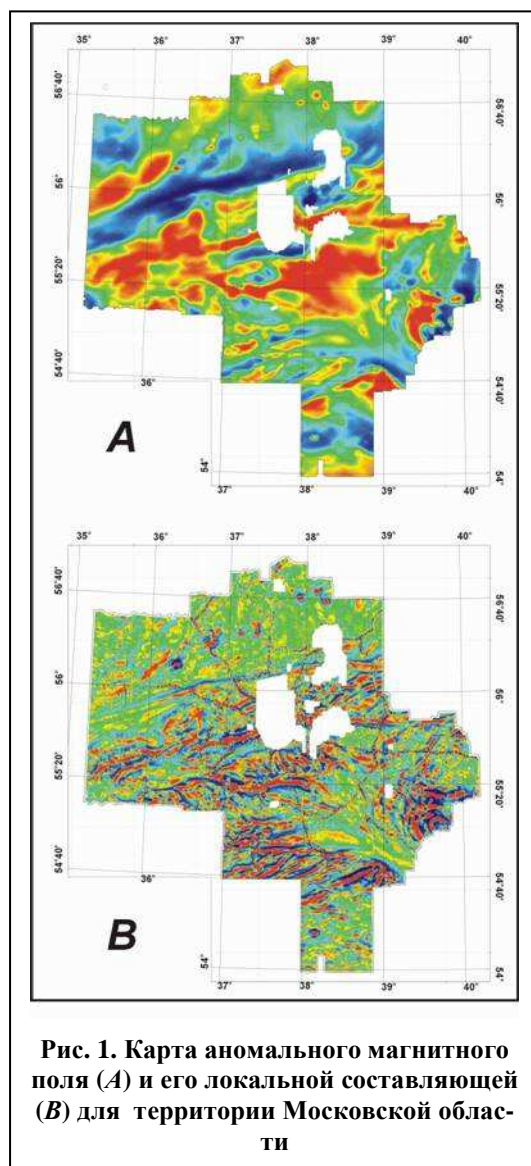


Рис. 1. Карта аномального магнитного поля (А) и его локальной составляющей (В) для территории Московской области

лены одноименные стратифицированные вещественно-петрофизические комплексы, слагающих их образований. Всего на изученной территории можно выделить шесть структурно-вещественно-петрофизических областей (Рис. 2.) с северо-запада на юго-восток: Лотошинскую, Дмитровскую, Московскую, Серпуховскую и Сокольническо-Веневскую.

Наиболее древними по возрасту слагающих пород и времени главных деформаций являются образования Лотошинской и Сокольническо-Веневской СВПО, наиболее молодой – Московской, образования Дмитровской и Серпуховской СВПО, по-видимому, занимают в геохронологической шкале промежуточное положение.

На рисунке 3 приведена схема геолого-тектонического строения рассматриваемых областей,



**Рис. 2. Главные элементы геолого-тектонической делимости верхней части разреза кристаллического фундамента Московского региона (структурно-вещественно-петрофизические области и зоны).**

на которой для каждой СВПО показана относительная возрастная последовательность залегания элементарных объектов картирования в стратифицированных вещественно-петрофизических комплексах (цветом, снизу-вверх), намечены субизометричные интрузивные тела, нарушающие первичную расслоенность. Также на схеме показаны результаты геологической интерпретации границ между выделяемыми образованиями с подразделением на нормальные геологические и тектонические различного порядка.

На рисунке 4 приведена схема изменчивости петрофизических характеристик элементарных вещественно-петрофизических подразделений для каждой СВПО с учетом относительной последовательности формирования главных элементов геолого-тектонической делимости.

Показанные на рисунках и другие имеющиеся данные позволяют провести описание структурно-вещественно-петрофизических характеристик выделенных главных элементов тектонической делимости.

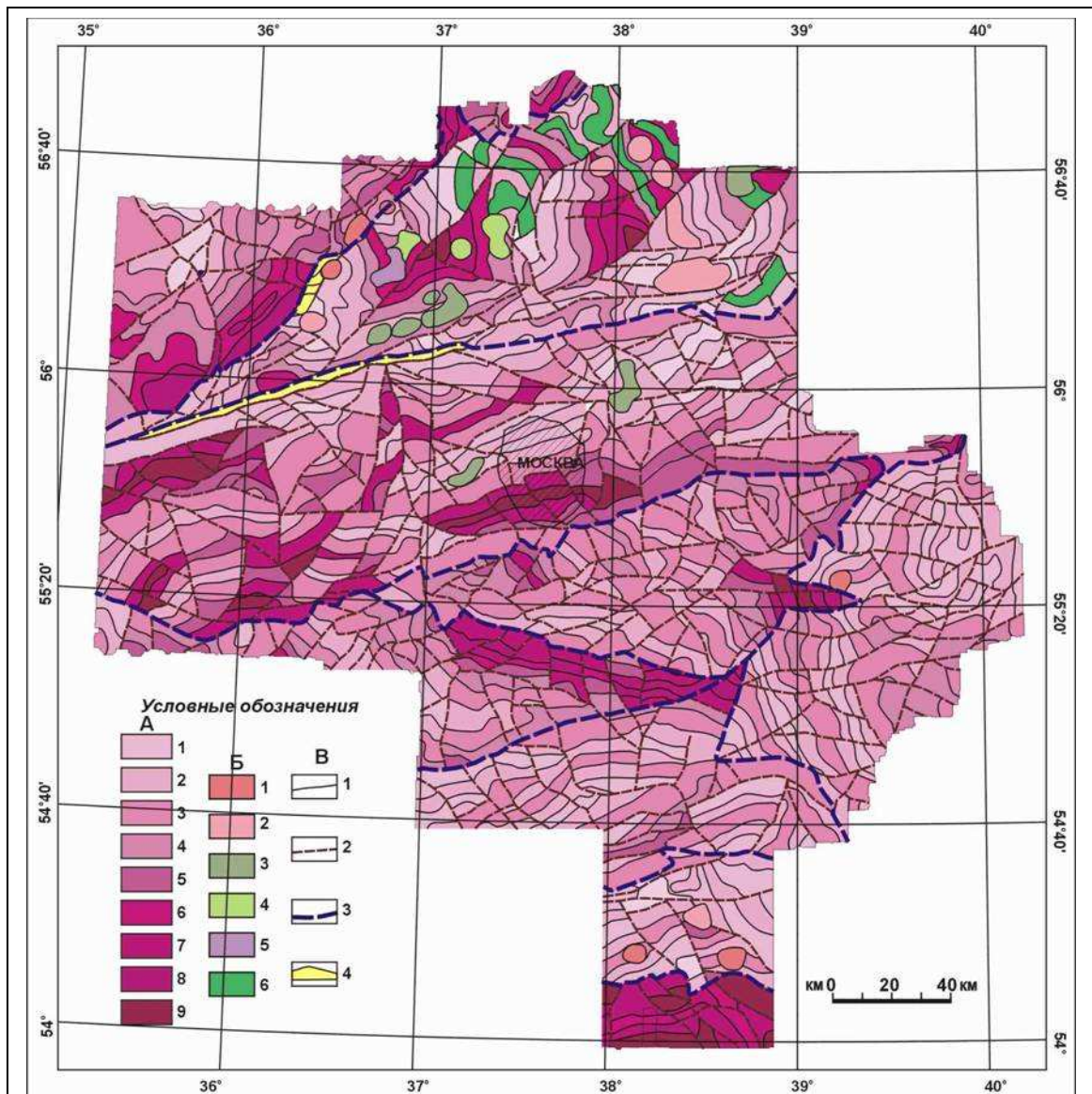
**Лотошинская структурно-вещественно-петрофизическая область** расположена в северо-восточной части района работ. Предполагаемый вещественный состав нижней части комплекса представлен переслаиванием амфиболитов, гнейсов амфибол-биотит-плагиоклазовых с гранатом, местами мигматитизированных, метасоматитами, а верхней части - мигматитизированными гнейсами и мигматитами по гнейсам плагиоклазовым и биотит-плагиоклазовым. Интрузивные образования в пределах Лотошинской области устанавливаются только в зоне ее тектонического контакта с Дмитровской СВПО: отмечается несколько субизометричных тел пород, близких по физическим свойствам к плагиогранитам или сиенитам.

Тектоническая структура области неоднородна. Вблизи границы с Дмитровской СВПО преобладают складчатые структуры линейной формы с простираем параллельным этой границе. Как правило, непосредственно вдоль границы фиксируется антиклинальная структура, сменяющаяся в северо-западном направлении синклиальной формой. По мере удаления от шовной зоны складчатые формы теряют отчетливые признаки линейности и начинают приближаться по морфологии к брахиформам. Эта тенденция позволяет предполагать, что основными пликативными формами, характерными для Лотошинской области являются брахиструктуры. Линейные же складчатые формы, сформировавшиеся, по-видимому, позднее, характеризуют зону тектонического контакта с относительно молодой складчатой областью. Из разрывных нарушений удалось зафиксировать преимущественно направления ортогональных к простираению осей складок. Большой частью для них могут быть обозначены только вертикальные перемещения.

Сопоставляя вероятные состав, возраст и структурные особенности территории Лотошинской области с главными элементами тектонической делимости фундамента Восточно-Европейской платформы (Л.П. Зоненшайн и др. 1990), можно предполагать, что вся эта область, в целом, является фрагментом наиболее древнего в структуре кристаллического фундамента архейского кратона (архона), реоморфизованного в протерозое - окаймленного купола.

**Сокольническо-Веневская структурно-вещественно-петрофизическая область** расположена в самой южной части территории и отчетливо разделяется на две подобласти: Сокольническую на юге и Веневскую на севере. В пределах территории Веневской подобласти пробурены две глубокие скважины, вскрывшие кристаллический фундамент. Имеющиеся петрофизические и вещественные характеристики пород позволяют сопоставлять образования веневского комплекса с образованиями обоянской серии. Возраст пород здесь может быть оценен как раннеархейский. Вероятный состав пород - переслаивание гнейсов и габбро-амфиболитов.

Для территории выхода на поверхность фундамента образований сокольнического комплекса также предполагается сопоставление с частью наиболее древних образований в регионе - с породами обоянской серии. Основываясь на этом, и на петрофизических характеристиках пород можно предполагать, что сокольнический комплекс на исследованной части тер-



**Рис. 3. Схема геолого-тектонического строения верхней части разреза кристаллического фундамента территории Московской области.**

Условные обозначения

А. Стратифицированные вещественно-петрофизические комплексы отдельно для каждой СВПО (1, 2, ...7 – предполагаемая последовательность залегания сверху вниз). Б. Субизометричные интрузивные тела, нарушающие первичную расслоенность (1 – плагиограниты или сиениты, 2 – гранодиориты или диориты, 3 – габбро, 4 – диабазы, 5 – перидотиты, 6 – габбро серпентинизированное). В. Границы между выделенными образованиями: 1 – нормальные геологические, 2 – тектонические, 3 – тоже между СВПО и зонами, 4 – зоны милонитизации и катаклаза в масштабе схемы.

ритории представлен, в основном, мигматитами и полимигматитами по гнейсам плагиоклазовым, биотит-плагиоклазовым с амфиболом. По стратиграфическому положению обозначенные образования соответствуют нижней части архейской акротемы.

Развитие интрузивных образований предполагается только в пределах Веневской подобласти. Они представлены тремя субизометричными объектами с петрофизическими характеристиками близкими к плагиогранитам или гранодиоритам.

Тектоническая структура Сокольническо-Веневской области может быть охарактеризована по тому небольшому фрагменту, который удалось изучить в рамках работ по проекту

(см. Рис. 3). Здесь можно отметить относительную приподнятость ее южной части, тектонический контакт между субобластями, наличие линейных пликативных структур, осевые линии которых субпараллельны этому контакту. В пределах Веневской подобласти отмечается приуроченность интрузивных тел к осевым линиям антиклинальных складок.

Совокупность приведенных характеристик: вероятные состав, возраст и структурные особенности Сокольническо-Веневской структурно-вещественно-петрофизической области не исключают для этого случая предположения о наличии здесь фрагмента наиболее древнего в структуре кристаллического фундамента архейского кратона (архона), реоморфизованного в протерозое - ядра окаймленного купола (Соколь-

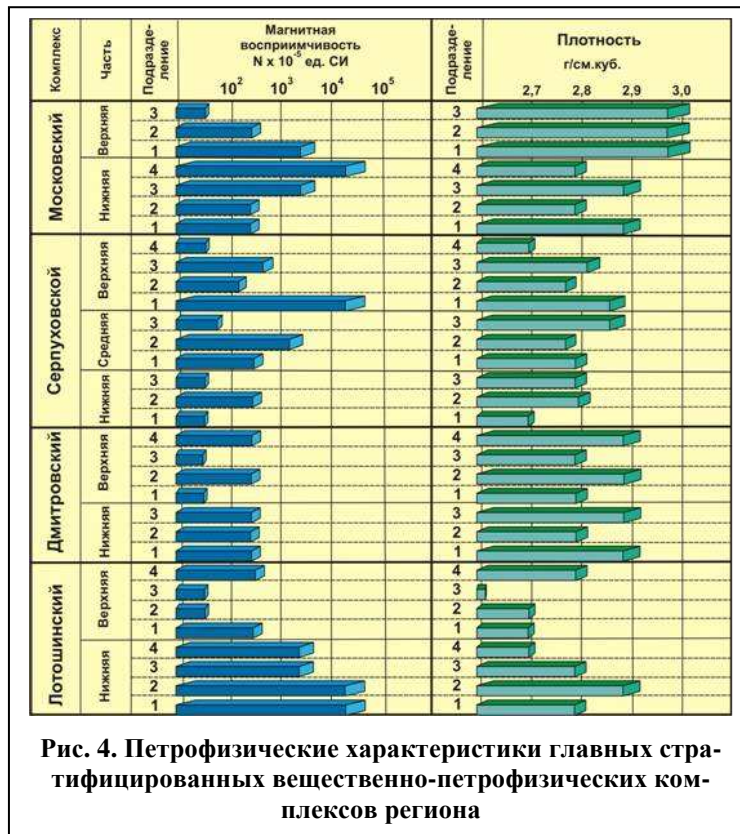


Рис. 4. Петрофизические характеристики главных стратифицированных вещественно-петрофизических комплексов региона

ническая подобласть) и его оболочки (Веневская подобласть).

**Дмитровская структурно-вещественно-петрофизическая область** расположена на севере и северо-востоке территории. Изученные петрофизические и стратиграфические особенности образований слагающего ее стратифицированного вещественно-петрофизического комплекса, общая пространственная позиция этой территории, позволяют предполагать, что нижняя часть дмитровского комплекса представляет собой толщу переслаивания амфиболитов и амфиболовых сланцев с вероятным распространением и мигматитов по этим образованиям. Для верхней части при аналогичном составе субстрата вероятно более существенное развитие мигматитизации.

Интрузивные образования в пределах Дмитровской СВПО проявлены наиболее значительно по сравнению с другими фрагментами изученной территории (см. рис. 3.). Здесь намечаются контуры интрузивных тел, как субизометричных и секущих стратифицированные образования, так и линейных вытянутых, залегающих согласно со слоистостью метаморфического субстрата. Среди субизометричных секущих интрузивных образований по особенностям петрофизических характеристик намечаются: плагиограниты или сиениты, гранодиориты или диориты, габбро, диабазы, перидотиты. Отсутствие отчетливых дислокаций у выделенных тел свидетельствует о их относительно молодом, постскладчатом, возрасте. Линейные вытянутые согласно со слоистостью интрузивные тела по физическим свойствам похожи на серпентинизированные габбро. Участие последних в складчатых структурах позволяет предполагать для них наиболее древний возраст по сравнению с другими магматическими образованиями исследованной территории.

Тектоническая структура Дмитровской СВПО отчетливо просматривается на рисунке 3. В общем виде, она может быть охарактеризована как сложнопостроенное складчато-блоковое клиновидное сооружение горст-антиклинорного типа.

Сопоставляя вероятные состав, возраст и структурные особенности территории Дмитровской структурно-вещественно-петрофизической области с главными элементами тектонической делимости фундамента Восточно-Европейской платформы (Л.П. Зоненшайн и др. 1990), можно предполагать, что вся эта область, в целом, является фрагментом позднеархейского зеленокаменного пояса.

**Серпуховская структурно-вещественно-петрофизическая область** при первичном районировании по материалам аэромагнитометрии и гравиметрии она была разделена на четыре части, отличающихся друг от друга, по первому впечатлению, некоторыми специфическими особенностями (Рис.2.). Однако, анализ петрофизических характеристик стратифицированных вещественно-петрофизических образований по этим территориям не позволил выделить значимых различий между этими частями.

Результаты бурения, оцененные вещественно-петрофизические характеристики, а также общая пространственная позиция территории распространения образований серпуховского комплекса, позволили сопоставлять его нижнюю часть с михайловской серией, а среднюю и верхнюю части - с курской серией Воронежского кристаллического массива. В этом случае можно предполагать, что вещественно-нижняя часть комплекса представлена парагнейсами по песчаникам и сланцам с прослоями мраморов, средняя часть - в основании сложена ортогнейсами по основным эффузивам, а выше - парагнейсами по песчаникам и сланцам, верхняя часть же в основании содержит либо ортогнейсы по основным породам, либо железистые кварциты, и выше - переслаивание пара- и ортопород. По всему разрезу весьма вероятно развиты мигматиты, возможно наиболее проявленные в верхней части. Из интрузивных образований выделено только одно тело суббизометричной формы, которое по петрофизическим характеристикам может быть сопоставлено с плагиогранитами или сиенитами.

Тектоническая структура Серпуховской СВПО может быть охарактеризована как сложнопостроенное блоково-складчатое сооружение синклинорного типа. В ее пределах можно выделяются четыре крупных тектонических блока, отличающихся друг от друга по некоторым особенностям деформаций: Серпуховская, Воскресенская, Пушинская и Шатурская зоны (соответственно индексы «А», «Б», «В», «Г» на рис. 2). Границы между выделенными зонами чаще всего имеют извилистый вид, что может соответствовать разрывным нарушениям с пологим сместителем - надвигам. Рассматривая ориентировку осей складок по всей Серпуховской структурно-вещественно-петрофизической области, легко видеть их веерообразный рисунок. Подобная структура, по-видимому, связана с обликанием складками Украинско-Воронежского (на юго-западе) и Волго-Уральского (на востоке) сегментов областей архейской кратонизации.

Сопоставляя вероятные состав, возраст и структурные особенности территории Серпуховской структурно-вещественно-петрофизической области с главными элементами тектонической делимости фундамента Восточно-Европейской платформы (Л.П. Зоненшайн и др. 1990), можно предполагать, что вся эта область, в целом, является фрагментом раннепротерозойского зеленокаменного пояса.

**Московская структурно-вещественно-петрофизическая область** образует широкую полосу восток-северо-восточного простирания, протягивающуюся через центральную часть исследованной территории. Приведенные (см. Рис.4.) петрофизические характеристики подразделений московского комплекса указывают на его четкое расчленение, прежде всего по плотности слагающих пород на две части: нижнюю и верхнюю.

Для Московской СВПО известны данные о фундаменте по 7 глубоким скважинам, вскрывшим кристаллический фундамент. Петрофизические и вещественные характеристики предполагаемых в ней образований позволяют проводить достаточно уверенную их корреляцию с образованиями брянской серии нижнего протерозоя. В этом случае нижняя часть комплекса представляет собой переслаивание плагиогнейсов в различной степени чарнокитизированных, а верхняя - гранулитов биотит-гиперстеновых, плагиоклаз-гиперстеновых, гранат-плагиоклазовых с пачкой кристаллических сланцев в самой верхней части разреза. Из интрузивных образований здесь предполагается наличие двух тел, соответствующих по петрофизи-

ческим параметрам габбро. Одно из них расположено в зоне пробуренной группы Щелковских скважин, вскрывших кроме метаморфических пород габбро-нориты.

Тектоническая структура Московской СВПО достаточно проста (см. рис.3.). Она образует собой крупную синклинорную форму, состоящую из линейных, параллельных, положительных и отрицательных складчатых форм. В целом, с запада на восток по простиранию можно отметить «омоложение» образований, слагающих осевую часть складчатой области, что указывает на ее общее погружение в этом направлении. Разрывные нарушения устанавливаются преимущественно вкост простирания складчатости. Интрузивные образования габброидов приурочены к осевой части синклинория.

Анализируя вероятные состав, возраст и структурные особенности территории Московской структурно-вещественно-петрофизической области с главными элементами тектонической делимости фундамента Восточно-Европейской платформы (Л.П. Зоненшайн и др. 1990), можно предполагать, что вся эта область, в целом, является фрагментом раннепротерозойского гранулитового пояса.

\* \* \*

По своему пространственному положению в структуре докембрийского основания Восточно-Европейской платформы, территория Московской области занимает особую тектоническую позицию. Она охватывает область тройного сочленения главных тектонических блоков (континентов) платформы, которые (по S. Bogdanova, 1993) именуется Фенноскандией (северо-восток), Волго-Уралией (юго-восток) и Сарматией (юго-запад). Проведенные исследования показали особенности строения зоны сочленения.

## **2. Структуры современного рельефа поверхности кристаллического фундамента**

На рисунке 5 приведены главные структуры современного рельефа поверхности кристаллического фундамента, выделенные в результате геолого-геофизической интерпретации материалов аэромагнитной съемки. Главные структуры рельефа, разделены на положительные; переходные и субизометричные отрицательные; и линейные отрицательные.

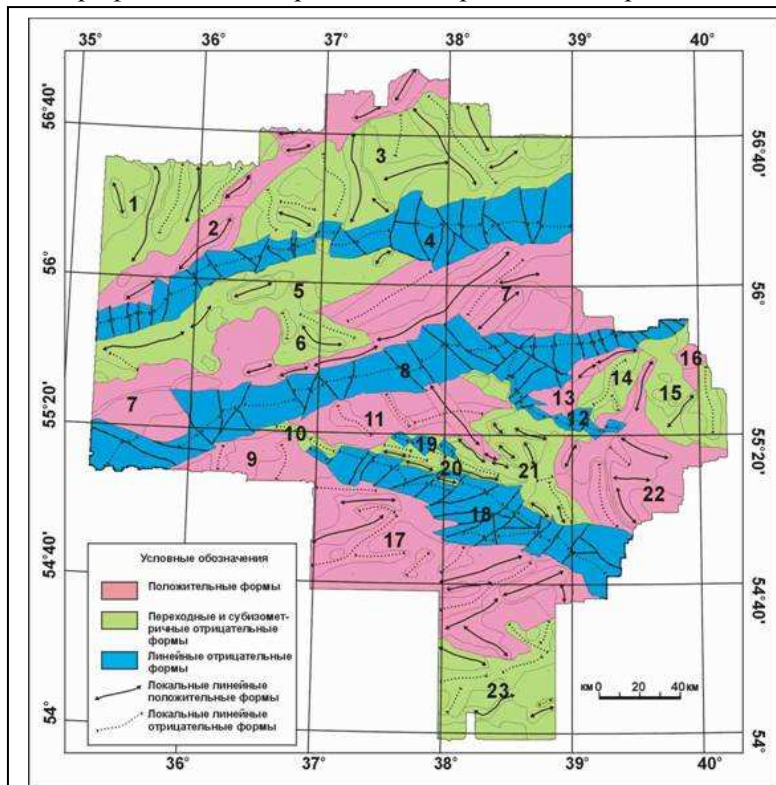
*К главным положительным структурам* отнесены: Решетниковский вал, Тучковско-Черноголовкинский, Домодедовский, Серпуховско-Каширский, Северо-Мещерский, Рошальский выступы и Куровской гребень.

Решетниковский вал оконтурен на части территории, выделяемого ранее Нелидовского выступа. Вал отчетливо прослеживается в северо-восточном направлении от западной до северной границ площади аэросъемки. Средние абсолютные отметки его осевой части колеблются около -1200 м, создавая относительные превышения над окружающими структурами в 500-700 м. Конфигурация вала хорошо совпадает с зоной развития линейной складчатости в юго-восточной части Лотошинской области фундамента, которая выше описана как предполагаемая фронтальная часть надвига нижнеархейских пород на нижнепротерозойские. Отражение этой структур фундамента в его рельефе, по-видимому, свидетельствует об активизации древнего надвига на этапе формирования рельефа.

Тучковско-Черноголовкинский выступ по простиранию может быть разделен на две части: западную и восточную с границей в районе Звенигородской депрессии. Абсолютные отметки западной части выступа колеблются от -1500 до -1300м, относительные превышения над структурами, расположенными к северу - 300-400 м, к югу - (Подмосковный авлакоген) измеряются первыми тысячами метров. Для восточной части выступа изменчивость абсолютных отметок рельефа колеблется в интервале -1700 - -1300 м, относительные превышения над окружающими структурами аналогичны западной части. Вся территория выступа отчетливо совпадает с центральной частью Московской структурно-вещественно-петрофизической области, а простирание линейных структур рельефа с простиранием осей складчатых форм в фундаменте.

Домодедовский выступ образует в центральной части исследованной площади относительно небольшую положительную структуру. Абсолютные отметки поверхности фундамента здесь в основном колеблются в интервале --1700- -1500 м. Сопоставляя морфологические особенности выступа с геолого-тектоническим строением складчатого основания, можно увидеть целый ряд коррелирующихся с выступом элементов в строении последнего. Это либо разрыв-

ные нарушения, либо оси пликативных структур, либо отдельные разновидности вещественно-петрофизических образований. При этом центральная часть выступа практически совпадает с наиболее эродированным (приподнятым) ядром антиклинальной складки.



**Рис. 5. Схема структур рельефа поверхности кристаллического фундамента (нумерация структур с северо-востока на юго-запад)**

Положительные формы: 2- Решетниковский вал, 7-Тучковско-Черноголовкинский выступ, 9-северная часть Серпуховско-Каширского выступа, 11-Домодедовский выступ, 13- Куровской гребень, 16- Рошальский выступ, 17- центральная и южная части Серпуховско-Каширского выступа, 22- Северо-Мещерский выступ;

Переходные и субизометричные отрицательные формы: 1- Микулинская ступень, 3- Запрудненская ступень, 5- Рузско-Софринская ступень, 6- Звенигородская депрессия, 10- Нарофоминский желоб, 14- Кривандинская депрессия, 15- Шатурская депрессия, 20- Коломенские валы, 21- Воскресенская депрессия, 23- Новомосковская ступень;

Линейные отрицательные формы: 4- Гжатск-Сергиев-Посадский авлакоген, 8- Подмосковный авлакоген, 12- Егорьевский желоб, 18- Пачелмский авлакоген. 19- Барыбинский желоб.

Куровской гребень в изученном регионе наименее контрастен. Обрамление гребня осевыми линиями складчатых форм фундамента свидетельствует о связи процесса формирования рельефа древней поверхности с тектоническими формами его внутреннего строения.

Абсолютные отметки наиболее приподнятой части гребня не превышают, по видимому, -1600 м, относительные превышения над расположенными южнее структурами рельефа поверхности фундамента 100-200 м., над осевыми частями фрагментов Подмосковного авлакогена - 2-2,5 тыс. м.

Серпуховско-Каширский выступ представлен фрагментом на юго-западе исследованной площади. Средние абсолютные отметки в пределах его поверхности плавно возрастают с северо-запада на юго-восток с -1200м до -1000м. На этом фоне отмечаются небольшие вытянутые и неправильной формы поднятия и впадины с генеральным простиранием их осевых линий в ВСВ направлении. Относительные превышения между ними обычно около

100 м. Сопоставление общего контура и локальных структур рельефа Серпуховско-Каширского выступа с геолого-тектоническим строением самого фундамента и в этом случае указывает на наличие целого ряда коррелирующихся элементов. Важно и то, что общая конфигурация выступа хорошо совпадает с площадями Серпуховской и Пущинской структурно-фациальных зон Серпуховской структурно-вещественно-петрофизической области.

Северо-Мещерский выступ границей субмеридионального простирания разделяется на две части: восточную, более приподнятую, и западную, опущенную. Для восточной части выступа характерны абсолютные отметки поверхности фундамента -1100 - -900 м, для западной - -1400 - -1100м. Поверхность выступа осложнена локальными линейными впадинами и поднятиями с амплитудой около 100м. Локальные положительные и отрицательные формы поверхности выступа хорошо согласуются с линейными ядрами складок в фундаменте, местами пол-

ностью совпадая в плане. Да и сам контур поднятия хорошо совпадает в плане с ядром антиклинорной структуры в складчатом основании.

**Переходные и субизометричные отрицательные формы:** на площади исследований представлены соответственно ступенями: Микулинской, Запрудненской, Рузско-Софринской, Новомосковской и депрессиями: Звенигородской, Кривандинской, Шатурской, Воскресенской; Нарофоминским желобом и Коломенскими валами. В таблице №1 приведены краткие характеристики этих структур.

**Таблица 1. Основные характеристики переходных и субизометричных отрицательных форм рельефа поверхности фундамента**

Наименование структуры и средние отметки поверхности фундамента	Локальные формы рельефа поверхности фундамента	Особенности корреляции форм рельефа и структур фундамента
Микулинская ступень. -1600 - -1400м,	Линейные положительные и отрицательные формы субмеридионального простираения с относительными амплитудами до 200 м.	Общее совпадение ступени с полого дислоцированной частью Лотошинской СВПО. Локальные формы рельефа ступени обнаруживают совпадение с пликативными структурами фундамента. Знак деформаций рельефа и структур фундамента противоположный.
Запрудненская ступень. От -2000- -1800 м на западе до -2100 - -2200м (на востоке).	Субизометричные и линейные разноориентированные поднятия с амплитудой около 100м.	Помимо общего совпадения направлений ориентации осей тектонических структур в фундаменте и в его рельефе, отмечается практически полное совпадение осевых линий ряда структурных форм на двух рассматриваемых уровнях.
Рузско-Софринская ступень и Звенигородская депрессия. Около -1700 - -1600 м,	Превышения локальных форм над базисом до 200 м.	Для ступени - общая параллельность осевых линий складок в кристаллическом фундаменте и локальных структурных форм его рельефа. Для депрессии - внешние ограничения хорошо совпадающие с разрывными нарушениями в фундаменте..
Нарофоминский желоб. -1800 – -1600м	Небольшая отрицательная структура, на границе нескольких крупных структурных форм	В фундаменте приурочивается к ядру антиклинальной складки и крупному разрывному нарушению, разделяющему Серпуховскую и Воскресенскую зоны Серпуховской СВПО.
Кривандинская депрессия. От -1600 м в крайних частях до -2000 м в центральной части.	В СЗ части округлы с относительной амплитудой около 100 м. В ЮВ части - линейный субмеридиональный прогиб с относительной глубиной более 200 м.	Кривандинской депрессии соответствует самой восточная часть Шатурской структурно-фациальной зоны Серпуховской СВПО. Осевые части депрессии совпадают с осевыми частями крупных синклиналичных структур.
Шатурская депрессия. -2000 - -1800 м.	Прогиб с северо-восточным простираением оси.	В геологической структуре фундамента хорошо совпадает с узкой синклиналичной складкой.
Воскресенская депрессия. На западе -1800 - -1600 м, на востоке - -1700 - -1500 м.	Локальные линейные положительные структуры ССЗ простираения и с относительными превышениями около 100 м.	Наблюдается достаточно отчетливая площадная корреляция конфигурации депрессии с синклиналичной структурной формой складчатого основания.
Коломенские валы. -1800 - -1500м	Относительные превышения в пределах 100-200 м.	Тяготеют к крупному тектоническому нарушению в фундаменте - границе между Серпуховской и Воскресенской зонами Серпуховской СВПО.
Новомосковская ступень. От -1500 до -1200 м.	Сквозная ветвящаяся локальная структура с относительной глубиной до 200 м.	Общая ориентировка осей складок в фундаменте и линейных структур рельефа его поверхности достаточно близки, хотя конкретные оси и знаки чаще не совпадают

**Главные линейные отрицательные структуры**, на исследованной площади представлены Гжатско-Сергиев-Посадским, Подмосковным, Пачелмским авлакогенами и сопряженными с последними двумя Егорьевским и Барыбинским желобами.

Гжатско-Сергиев-Посадский авлакоген пересекает всю исследованную территорию с запада на восток. По простиранию в пределах авлакогена уверенно выделяются три отрезка: западный - относительно погруженный с отметками до -3500 - -3000 м, центральный - наиболее узкий и менее погруженный фрагмент - -2500 - -2000 м, и восточный, плавно погружающийся на восток. На этом фоне в районе г. Софрино наблюдается локальный максимум глубины до 4000 м. Рассматривая положение этого авлакогена по отношению к структурам кристаллического фундамента (см. Рис. 2.) можно видеть его совершенно четкую приуроченность к зоне тектонического контакта Московской и Дмитровской структурно-вещественно-петрофизических областей. Четкое совпадение южной границы грабена с зоной разлома, а всего его контура с зоной приразломных дислокаций Дмитровской СВПО наглядно свидетельствует о связанных механизмах образования этих структур.

Подмосковный авлакоген также пересекает исследованную площадь с запада на восток параллельно Гжатско-Сергиев-Посадскому. По простиранию в зависимости от изменчивости глубины по осевой линии может быть разделен на несколько фрагментов. Самый крайний, западный фрагмент, вероятно имеет отметку центральной части дна около -4000 м. Далее, после небольшой перемишки на восток до г. Москвы происходит достаточно плавное погружение структуры от -2500 - 2000 м до -4000 - -3500 м в ее самой глубокой части. Затем намечается общее поднятие дна грабена до отметки -2000 - -2500 м на востоке площади. По приуроченности к структурам складчатого основания Подмосковный авлакоген также четко совпадает с границей Московской СВПО, но залегает не за пределами этой области, а внутри нее. Значительная часть авлакогена (центральная часть) отчетливо совпадает с осью линейной антиклинальной складки.

Пачелмский авлакоген расположен в южной половине изученной площади. Его днище сравнительно плавно погружается на юго-восток от абсолютных отметок около -2000 м до -4000 м. На этом фоне отмечаются отдельные блоки, нарушающие плавное падение осевой линии дна. При сопоставлении контура описываемой структуры с геолого-тектоническим строением фундамента платформы обнаруживается (см. Рис.3) его весьма четкое совпадение (до пересечения с участком меридионального колена р. Оки) с границами крупной антиклинальной складки в восточной части Серпуховской структурно-фациальной зоны. При этом северо-восточная граница грабена отчетливо совпадает с границей крупного тектонического нарушения, разделяющего две структурно-фациальные зоны Серпуховской СВПО. Интересно, что и отмеченные выше осложнения в падении дна авлакогена в ЮВ направлении хорошо разграничиваются крупными разрывными нарушениями в фундаменте. Приведенные сопоставления позволяют рассматривать Пачелмский авлакоген, как структуру явно инверсионную по отношению к породам фундамента.

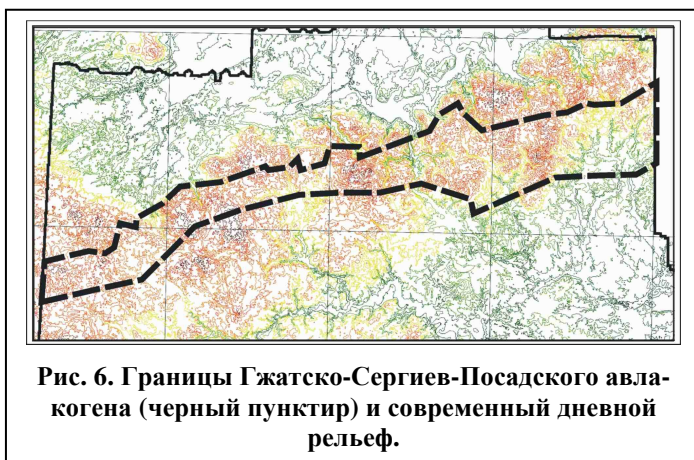
Егорьевский и Барыбинский желоба образуют небольшие ответвления от главных структур и напоминают по внешнему виду фрагменты структуры типа «ласточкин хвост» - типичную структуру в зонах замыкания авлакогенов.

### **3. Особенности отражения глубинных тектонических структур в рельефе современной дневной поверхности и неотектонических явлениях**

Приведенные данные о глубинном строении изученной территории при сопоставлении с основными формами рельефа современной дневной поверхности региона позволили заметить целый ряд специфических пространственных совпадений. Прежде всего, оказалось, что главные положительные структуры современного рельефа Московской области самым явным образом отражают глубинные неоднородности особых тектонических зон фундамента. И оказалось, что эти формы современного дневного рельефа пространственно соответствуют древним авлакогенам.

На рисунке №6 подобное соответствие иллюстрируется на примере Гжатско-Сергиев-Посадского авлакогена. Здесь черными линиями показан контур авлакогена, выделенный по

результатам аэромагнитной съемки, а цветом обозначен современный дневной рельеф. И при сопоставлении оказывается, что границам древнего авлакогена практически полностью соответствует Клинско-Дмитровская гряда современного дневного рельефа. А выше мы показали, что пространственная позиция этого авлакогена четко связывается с тектонической границей между Дмитровской и Московской



**Рис. 6. Границы Гжатско-Сергиев-Посадского авлакогена (черный пунктир) и современный дневной рельеф.**

структурно-вещественно-петрофизическими областями между архейским и раннепротерозойским комплексами.

Аналогичным образом в современном дневном рельефе обозначается позиция Пачелмского авлакогена, отражающегося не только положительными современными структурами рельефа, но и ортогональной формой современной речной сети в его контурах, явно указывающей на молодые положительные движения в контурах структуры. И эта позиция

Пачелмского авлакогена отчетливо связывается со структурами древнего кристаллического основания.

Обозначенные примеры указывают на общую, современную активность древних тектонических структур фундамента, проявляющихся вдоль границ между главными докембрийскими тектоническими блоками.

Но, как показали сопоставления, и внутри древних крупных блоков фундамента весьма часто фиксируются особые пространственные сочетания структурных форм, указывающие на специфическую унаследованность современным дневным рельефом древних тектонических образований.

Одним из наиболее показательных примеров такого сочетания может рассматриваться территория на востоке Московской области, являющаяся центром распространения современных торфяных болот Шатурского района (Рис. 7). Здесь область максимального развития торфяных болот явным образом приурочивается к ядру синклинойной складки в докембрийском основании (левая часть рисунка). И этой отрицательной тектонической структуре соответствует впадина в рельефе поверхности фундамента (правая часть рисунка). Следовательно в этом случае удастся зафиксировать весьма четкую прямую унаследованность современным дневным рельефом древних, погребенных структурных форм.

Другой такой пример может быть приведен по центральной части региона (Рис. 8.). Здесь видно, что русло современной реки (р. Москва) четко совпадает в плане с осевой линией крупной синклинойной складки в докембрийских метаморфических образованиях (левая часть рисунка). И это же русло отчетливо совмещается с осевой зоной крупной линейной впадины в рельефе кристаллического основания (правая часть рисунка). Следовательно, и здесь имеет место прямое унаследование современным рельефом древних структур.

Подобные примеры унаследования для изученной территории могут иллюстрироваться далее и далее.



**Рис. 7. Сопоставление современных особенностей поверхности (болота, торфяные скопления) со структурой кристаллического основания (слева) и рельефом его поверхности (справа). Стрелка указывает на центр древних структурных форм.**

Весьма показательным оказывается направление течения верхней (до г. Москва) части одноименной реки, которая с севера обтекает в восток-северо-восточном направлении положительную (инверсионную) форму современного рельефа над Подмосковным авлакогеном. Прорезая же эту рельефную форму в районе города Москва, река принимает юго-восточное направление течения, в соответствии с простираем главных складчатых форм в кристаллическом основании. И реки Нара и Протва скатываются с той же положительной инверсионной структуры в том же юго-восточном направлении.

Особый интерес в сопоставлении древних и современных структурных форм может



быть обозначен для участка Решетниковского наднадвигового вала. Здесь можно зафиксировать целый ансамбль пространственно сопряженных геологических образований, сформированных в самом широком диапазоне геологической истории. С одной стороны, это шовная зона между двумя крупными тектоническими блоками, которая обусловила формирования в ЮВ части Лотошинской СВПО линейных северо-восточного простираения преднадвиговых складок в архейском основании. В поверхности рельефа кристаллического фундамента эта шовная зона проявилась линейным валом также северо-восточного простираения. А в современном дневном рельефе осевая водораздельная линия легла еще более к юго-востоку от шовной надвиговой границы, как бы подчеркивая не только факт проявленности субгоризонтальных тектонических дислокаций, но и предоставляя возможность определения угла падения сместителя и амплитуды подвижек.

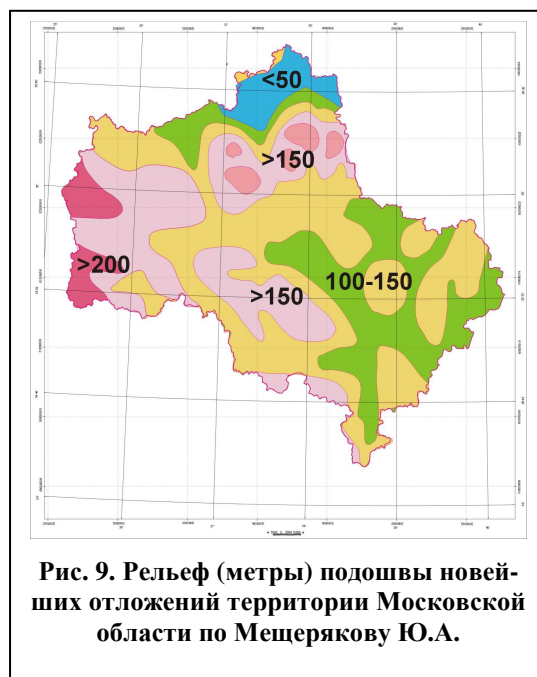
Дополнительно к показанным отдельным примерам неотектонического унаследованного режима формирования современного дневного рельефа, на рисунке № 9 по Мещерякову Ю.А. приведена карта рельефа подошвы новейших отложений территории Московской области. Сопоставление этой карты с приведенными нашими данными о глубинном геолого-тектоническом строении территории и здесь позволяет увидеть много общего. Так для всей территории Гжатско-Сергиев-Посадского авлакогена отмечается положительная деформация подошвы новейших толщ. То же оказывается характерным для западной части Подмосковского авлакогена и северо-западной части Пачелмского. Фиксируется область современного опускания территории на севере Московской области, которая пространственно совпадает с Лотошинской и Дмитровской СВПО кристаллического основания. И многое другое.

Интересным оказывается проведение сопоставления вертикальных амплитуд рассматриваемых разноуровневных тектонических деформаций. Так, например ширина сложной синклинойной формы в кристаллическом основании, показанная на рисунке №7 (левая часть) близка к 20 км, что даже при средних углах падения крыльев структуры указывает на ее возможную амплитуду не менее 10-15 км. Для выделенной на этом месте субизометричной Кривандинской депрессии в рельефе поверхности фундамента (Рис.№ 7, правая часть рисунка) отрицательная амплитуда близка к 400 – 500 м. В современном же рельефе земной поверхности относительные превышения водоразделов над местностью развития Шатурских болот измеряются первыми десятками метров. Близкие соотношения амплитуд отрицательных структурных форм фиксируются и для ситуации показанной на рисунке №8.

Для территории современной Клинско-Дмитровской гряды, представляющую собой, как это показано выше, молодую положительную инверсионную структуру над Гжатско-Сергиев-Посадским авлакогеном, характерны превышения современного дневного рельефа над окружающими территориями в 100 и более метров. Для авлакогена здесь, напротив, характерны отрицательные амплитуды близкие и превышающие 1-1.5 км.

Полученные на описанных и других примерах данные о масштабах вертикальных амплитуд для структур различного уровня глубинности поновляют предполагать, что амплитуды структур кристаллического основания (от многих км, до первых десятков км) и рельефа его поверхности (первые и многие сотни метров) различаются примерно в 20-40 раз, а амплитуды структур рельефа фундамента и рельефа современной земной поверхности (от первых до нескольких десятков метров) в 10-20 раз. Можно ожидать, что и осадочном чехле платформы на изученной территории, значительная часть деформаций характеризуется амплитудами, уменьшающимися снизу в верх по разрезу.

И. Б. Карасик и А. К. Певнев (1997) приводят данные о скоростях современных вертикальных движений по территории Москвы и окрестностей, измеренных по результатам повторного нивелирования, выполненного в 1957 и 1978 г.г. По их данным южная и юго-западная части города отделены от его остальной территории линией, скорость вертикальных движений вдоль которой резко изменяется на 1-1,5 мм в год. При этом южная и юго-западные части города испытывают относительное воздымание, а остальная территория – опускание. Отмеченная линия хорошо совпадает с границей между Тучковско-Черноголовкинским выступом фундамента на севере и Подмосковным авлакогеном на юге, которая, в свою очередь, совмещается с крупным разрывным нарушением в фундаменте на границе раннепротерозойских синклиной и антиклиной форм. Подобное обстоятельство, на наш взгляд, свидетельствует о продолжающейся активности древнего разрывного нарушения вплоть до настоящего времени.



**Рис. 9. Рельеф (метры) подошвы новейших отложений территории Московской области по Мещерякову Ю.А.**

## Заключение

1. Кристаллическое основание территории Московской области представляет собой зону сочленения между древними континентами: Фенноскандией, Волго-Уралией и Сарматией. В пределах этой зоны выделены несколько основных геолого-тектонических областей, формирование которых может быть отнесено к трем главным фазам развития платформы в архейско-раннепротерозойское время. Выделены Лотошинская и Сокольническо-Веневская структурно-вещественно-петрофизические области, которые, весьма вероятно, образуют наиболее древние фрагменты Фенноскандии и Сарматии (соответственно). Для этих областей предполагается раннеархейский возраст и формационная принадлежность к образованиям, связанным с окаймленными гранитными куполами.

Далее от центра древних континентов и ближе к центру Московской области откартированы Дмитровская (на севере) и Серпуховская (на юге) структурно-вещественно-петрофизические области. Предполагается, что эти области в позднеархейское время нарастили по обрамлению раннеархейские континенты и формационно относятся к зеленокаменным поясам. При этом, для Дмитровской СВПО предполагается широкое развитие магматических образований различного состава, в то время, как практически вся территория Серпуховской СВПО практически амагматична. Важным является обстоятельство, что структурно-вещественно-петрофизические характеристики образований Серпуховской области, обрамляющие древние архоны Сарматии (Сокольническо-Веневской области) и Волго-Уралии (ви-

димо, за пределами площади работ) практически не отличаются по своим вещественно-петрофизическим параметрам.

Наиболее молодой по возрасту формирования кристаллического основания является структура Московской структурно-вещественно-петрофизической области. Она прямолинейно рассекает все ранее сложившиеся соотношения между древними структурно-вещественно-петрофизическими областями, имея при этом наиболее дискордантные соотношения с областями, расположенными на юге территории и относительно более согласные с северными областями. Предполагаемый возраст консолидации структур Московской СВПО – ранний протерозой, наиболее вероятная формационная позиция – гранулитовый пояс.

Внутри каждой из выделенных структурно-вещественно-петрофизических областей адекватно масштабу проведенной аэромагнитной съемки и глубине залегания под чехлом кристаллического основания выделены и откартированы элементарные вещественно-петрофизические неоднородности и образуемые ими пликативные и дизъюнктивные нарушения, оказавшиеся специфическими для каждой из областей.

2. Современный рельеф поверхности кристаллического фундамента в значительной степени унаследован от его древнего геолого-тектонического плана. При средней глубине залегания метаморфогенного основания около 1.4-1.8 км здесь прорисовываются три главные структурные формы, разрезающие древний пенеппен на отдельные части. Это Гжатско-Сергиев-Посадский, Подмосковский и Пачелмский авлакогены. И здесь оказывается важным, что пространственная позиция каждого из них четко определяется структурой кристаллического основания. Так, первый из названных авлакогенов оказывается приуроченным к шовной зоне между Дмитровской и Московской структурно-вещественно-петрофизическими областями фундамента, второй – к границе между Московской и Серпуховско СВПО, а третий – к границе между крупными блоками в пределах Серпуховской области.

Но и внутри фрагментов древнего пенеппена локальные формы современного рельефа фундамента, как правило, также хорошо согласовываются со структурными неоднородностями его геолого-тектонического строения. Т.е. рельеф поверхности фундамента может рассматриваться как рельеф структурный.

3. Рельеф современной дневной поверхности также в существенной мере оказывается структурным и тесно связанным с поверхностью и геолого-тектоническим планом кристаллического фундамента. Эта связь обычно опосредована через рельеф поверхности фундамента и проявляется либо в прямой, либо в инверсионной форме. Но, практически во всех изученных ситуациях наиболее крупные формы рельефа современной дневной поверхности территории оказываются тем или иным образом связанными со структурами фундамента.

4. Сопоставленные с архейско-нижнепротерозойским структурным планом данные по неотектонической и современной тектонической активности территории позволили увидеть динамику и масштабы действия механизмов унаследования. Оказалось, что неотектонические, структурные формы явным образом коррелируются со структурами фундамента и современные процессы преобразования рельефа также определяются геолого-тектоническими неоднородностями фундамента. А соотношение общих масштабов тектонических деформаций уменьшается снизу – вверх примерно в логарифмическом масштабе.

5. Из изложенного следует, что для центральной части Восточно-Европейской платформы, вдали от крупных молодых складчатых форм, главными элементами, определяющими развитие деформаций осадочного чехла, вплоть до формирования и изменения структурных форм современного дневного рельефа, являются элементарные геолого-тектонические образования кристаллического фундамента, сформированные, главным образом, в дофанерозойское время.

Картирование кристаллического основания здесь проведено по результатам современных высокоточных аэромагнитных съемок.

## Литература

Зоненшайн Л. П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. В 2 кн. – М. Недра. 1990. – Кн. 1. 328 с. : ил.

Карасик И.Б., Певнев А.К. О современных движениях земной коры в Москве. // Геодезия и картография. 1997. №5, стр. 25-31.

Bogdanova, S., The three-segment hypothesis for the East European Craton. Abstr. EUG VII, Strasbourg, 4-8 April, 1993 Terra Nova, Abstr., 5: 313.

*Опубликовано:*

*Геолого-тектоническое строение верхней части разреза кристаллического фундамента центральной части Восточно-Европейской платформы и его отражение в структурах верхней части осадочного чехла. // «Георесурсы». 2003 г.*