



УДК 551.510.38

## БИОГЕОСФЕРА ЦЧР – ВКЛАД ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ТЕМПЫ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЙ

А.Д.Савко, Л.Т.Шевырев

*Воронежский государственный университет*

Вклад естественных процессов в состояние окружающей среды Центрального Черноземья – изменения климата, тектонических условий (поднятия и опускания блоков региона), поступление из недр токсичных веществ, влияние на эрозионные процессы, почвообразование и т.д. - мало известная, но весьма важная проблема. Дискуссию вызывает даже вопрос о том, являются ли современные черноземы продуктом почвообразования наших дней или достались в наследство от прежних эпох и, как неповторимый памятник природы и национальное достояние, нуждаются в особо бережном отношении. Авторы, рассмотрев историю изменения климатов и тектонических режимов за последние 15 тысяч лет, пробуют показать, что наблюдаемые ныне сложные процессы в биосфере имеют аналоги в недавнем геологическом прошлом, причем темпы климатических изменений иногда существенно превосходили современные.

### 1. Создание эталона природной изменчивости окружающей среды в ЦЧР за последние 15 тысяч лет. Реконструкция вариаций климата. Современные и ископаемые черноземы

При изучении тенденций в изменении окружающей среды ее современное состояние следует сравнивать с аналогичными показателями недавнего исторического и геологического прошлого. Для биосферы ЦЧР такими интервалами могут быть временные срезы 70-х, 80-х, 90-х г.г. прошлого века. На соответствующих комплексах космических снимков, сведенных в космофотокарту масштаба 1:500 000 во ВНИЦ Природа, действительно отражены строение почвенного покрова, состояние лесных массивов, особенности эрозионной сети. При сопоставлении подобных карт разных лет можно фиксировать изменения в состоянии перечисленных природных комплексов во времени. Так, например, дистанционное изображение разных лет эталонного участка 3 (Воронежский биосферный заповедник), полученное с советских и российских космических аппаратов (рис. 1), показывает определенные изменения контуров даже этого охраняемого лесного массива. Хорошо видно, в 1980-е г.г. на западе бора в Рамонском районе возникло значительное по площади редколесье, не наблюдаемое ранее. В 1990 г.г. лес здесь снова восстановился. Заметно меняется и ход денситометрических кривых на снимках разных временных срезов. Причиной могут быть изменения структуры леса по составу древесных пород, изменения гидрологического режима (высыхание болот, явления подтопления и т.д.), влияние человека (вырубки, посадки, пожары), которые могут быть выявлены при полевом обследовании.

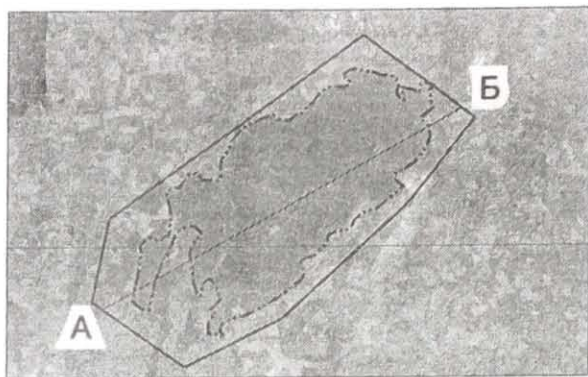
Денситометрические характеристики известной почвенными исследованиями В.В.Докучаева Каменной степи (эталонный участок 3, рис. 2), также явственно со временем меняются. Это естественно увязывать с изменениями в содержании гумуса пахотного слоя, влиянием вносимых в почву химических веществ.

Абсолютизировать даже подобные прецизионные (из-за значительной разрешающей способности - 20-30 м, - высокой точности привязки объектов) материалы нельзя: каждое из названных десятилетия отличалось от других степенью специфической хозяйственной нагрузки. 1970-ые г.г. были временем интенсивной мелиорации, массового строительства водохранилищ, противоэрозионных мероприятий. В 1980-ые г.г. мелиоративные работы стали менее интенсивными, но сплошная распашка склонов, речных пойм, придорожных полос продолжилась. В 1990-ые г.г. имело место резкое снижение обрабатываемых площадей при одновременном росте нагрузки на лесные массивы (дачное строительство, вырубка, пожары).

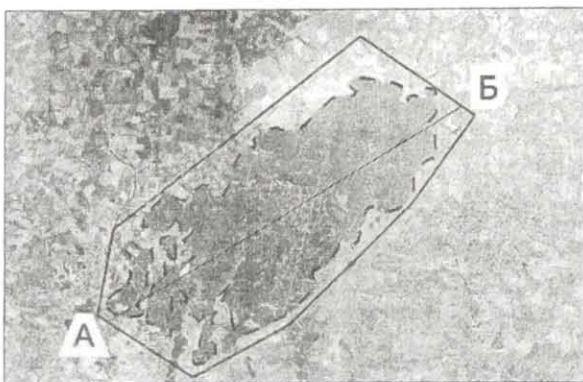
Подобные перепады не способствуют составлению объективного прогноза изменений природной среды в ближайшем будущем и в отдаленной (весь XXI век) перспективе, так как остаются неизвестными идущие одновременно с техногенными и общие тенденции собственно природных процессов, прежде всего, изменений климата (среднегодовых температур, иссушения, гумидизации и т.д.). Современная наука не может убедительно вычлнить роль собственно антропогенного фактора в повсеместно наблюдаемых – нередко весьма грозными последствиями, - изменениях климата, выявить предел, до которого человечество вообще в состоянии влиять на него. Это ярко высветил состоявшийся осенью 2003 г. по инициативе Президента РФ Всемирный климатологический конгресс, на котором мировое научное сообщество так и не пришло к единому мнению по названному ключевому вопросу, стоимость которого исчисляется (в случае подписания основными странами Киосского протокола) сотнями миллиардов долларов. Оспоренным оказался и сам список вредных веществ, вырабатываемых промышленностью, негативно влияющих на климат планеты. И здесь речь прежде всего идет о двуокиси углерода, в огромных масштабах выбрасываемой при вулканических извержениях. Именно последняя может быть ответственна за мелкие частные вариации кли-

### КОСМОФОТОМОНИТОРИНГ - ИЗМЕНЕНИЕ КОНТУРОВ ЛЕСНОГО МАССИВА 1970 - 2000 г.

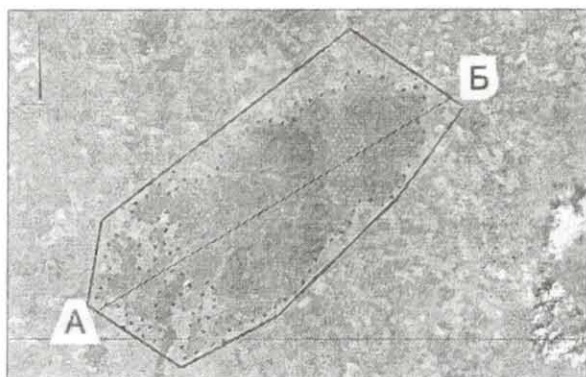
1970 -е



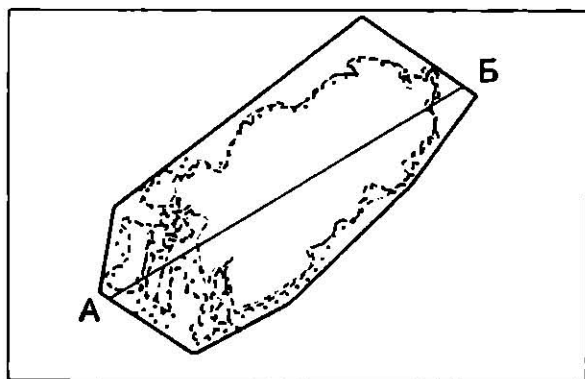
1980-е



1990-2000 г.



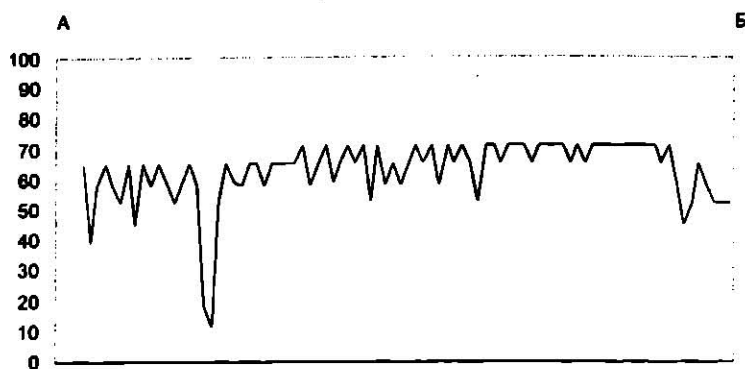
### НАБЛЮДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГРАНИЦ ЛЕСНОГО МАССИВА В 1970-2000 г.



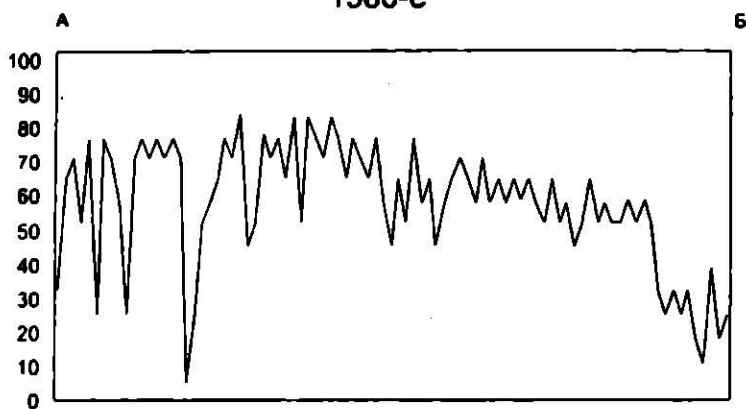
15 0 15 30 45 км

### ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

1970-е



1980-е



1990-2000

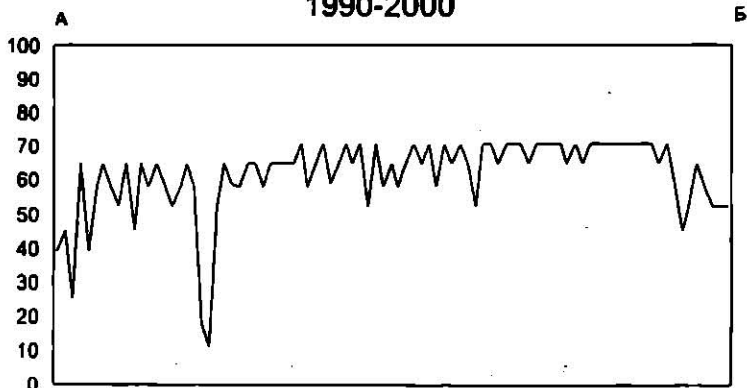
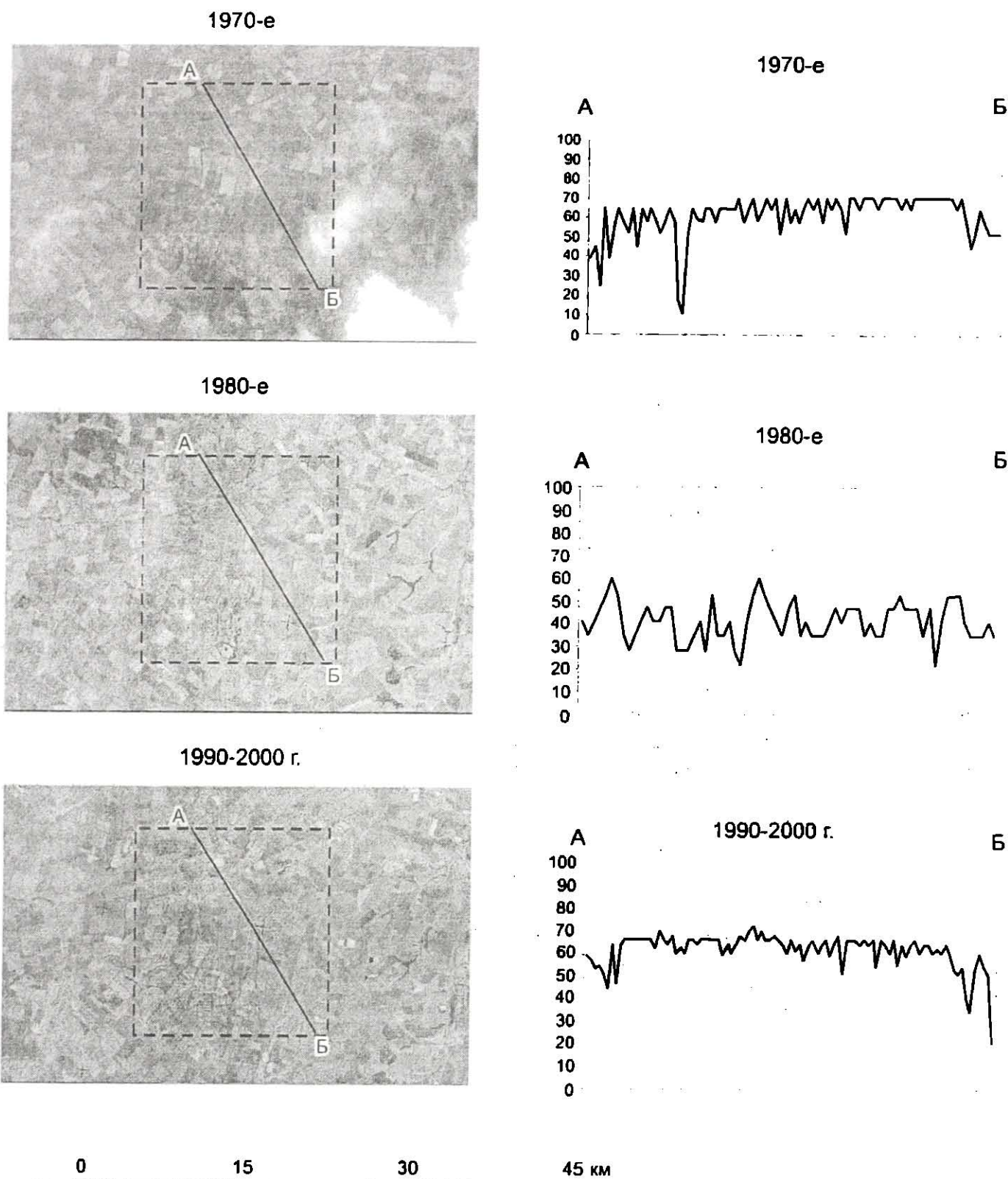


Рис. 1. Пример исследований дистанционных (КФС) материалов разных лет для эталонного участка № 3 (Воронежский биосферный заповедник)



**МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ  
СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ЧЕРНОЗЕМОВ (1970 - 2000 г.)**

**ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИЕ  
ПРОФИЛИ ПО ЛИНИИ АБ**



**Рис. 2. Пример исследований дистанционных (КФС) материалов разных лет для эталонного участка № 8 (Каменная степь, НИИ им. Докучаева)**

матических обстановок, длительностью в первые сотни лет. Впрочем и это не доказано. Вспомним, что последний чудовищный по масштабам пеплопад был на Русской равнине действительно во время последнего валдайского оледенения: 33000-35000 лет назад частицы трахитовой тефры размерностью 10-50 мкм сформировали на обширных пространствах Европы от Испании до Урала пропластки и линзы мощностью до 1 м. Источники тефры известны – Флегрейские поля к северо-западу от Неаполя (Г.В.

Холмовой). Однако обращает на себя внимание, что из всего валдайского ледниковья пеплопады пришлись на наиболее теплый интервал (мологосекнинское или мончаловское межледниковье). Наиболее холодные калининский и осташковский временные интервалы валдая выпадениями тефры на Русской платформе не сопровождалась. Приходится констатировать, что как ни привлекательна гипотеза о причинной связи похолоданий с активизацией поступления вулканических продуктов (газов, теф-

ры) в атмосферу, ее аргументация весьма уязвима. И потому, что современная вулканология не может характеризовать ход вулканической активности Земли в позднем плейстоцене и голоцене с детальностью палинологического фиксирования смены флористических сообществ, а также из-за мощного маскирующего воздействия прочих факторов (миграция морских течений, связанная, в том числе, и с тектоническими поднятиями морского дна).

Все говорит о том, к убедительным, планетарного значения, выводам можно придти единственным путем: исследованием природных процессов в основных регионах Мира, в т.ч. на Русской равнине, благодатнейшем объекте (многократные покровные оледенения плейстоцена, однообразный рельеф и оттого хорошо выраженная климатическая зональность, огромные размеры). Параметры изменения климата «записаны» и в имеющих мировое значение разрезах голоцена и верхнего плейстоцена Шкурлатовского эталонного участка (Воронежская область, Павловский район, бассейны Среднего Дона и малой р. Гаврило). Здесь работами ВГУ открыты Памятники природы, спорово-пыльцевые комплексы которых подробно освещают эволюцию растительности и климата в Центральном Черноземье в последние 15 тысяч лет. Подробное исследование позволяет создать эталон природной изменчивости окружающей среды в Центральном Черноземье, наметить продолжительность и порядок естественных климатических циклов в голоцене и позднем плейстоцене, тем самым лучше понять, что привнесено в естественный процесс современной антропогенной нагрузки.

Использование материалов, вновь полученных и ранее собранных ВГУ в содружестве с академическими институтами Москвы (Е.А.Спиридонова, Л.И.Алексеева, Д.И.Суляржицкий, ГИН, ИА РАН) и Санкт-Петербургского университета (более 300 спорово-пыльцевых проб, около 30 определений возраста органических остатков по  $^{14}\text{C}$ , десятки малакологических, карпологических, иных палеонтологических определений), позволило восстановить ход кривой изменений климата и растительности в голоцене и позднем плейстоцене [1-4 и др.]. На рис. 3, составленном с использованием материалов [5,6], хорошо видно, что вариации климата в последние 15 тысяч лет были огромными, а ландшафты менялись от перигляциальных холодных степей-тундр конца валдайского ледникового (12-14 тысяч лет назад) до полупустынных обстановок недавнего суббореального времени (особенно на рубеже 4,0 тысячи лет назад). При этом рубежом плейстоцена и голоцена оказывается дата 10,4 тысячи лет (начало заполнения осерединского веза, сформировавшегося в самом конце терминального этапа плейстоцена). Если обратиться к материалам, опубликованным Е.А. Спиридоновой [5], Е.А. Спиридоновой и Ю.А. Лаврушиным [6], В.В. Паниным и др.[7], С.А. Сычевой и др. [8], то можно увидеть, что эти материалы характеризуют не только юго-восток, но и весь Центрально-Черноземный район.

Как видим, темпы изменения климата в отдельные временные интервалы были колоссальными, существенно превосходящими наблюдаемые ныне. Так, в самом начале уже упомянутого суббореального периода, т.е. 4,5-4,0 тысяч лет назад, (весь суббореальный интервал – 4,5-2,5 тысячи лет назад) ландшафты в регионе сменились от лесных (смешанные леса, преимущественно сосновые боры) до полупустынных, как предполагает Е.А.Спиридонова, типа современного Прикаспия (высокое участие представителей сем. Chenopodiaceae). В течение всего лишь нескольких сотен лет сформировалась и мощная высокоплодородная ископаемая почва (рис. 4). Выходы этой почвы в карьере ОАО Павловск-гранит наблюдались в 1980-е г.г. вдоль большей части северо-восточного рабочего борта в совершенно особой геолого-структурной ситуации: в пределах выраженного тектонического поднятия, связанного с периодическим воздыманием гранитного купола-протрузии, подстилающего четвертичную толщу. Ее залегание, химизм, плодородие подробно охарактеризованы [4]. Тем не менее климатическая обстановка времени образования ископаемых «елизаветовских» черноземов явно нуждается в уточнении. Можно ли однозначно утверждать, что, в частности, столь значительное участие маревых в палинологическом комплексе свидетельствует о ксеротермическом максимуме – опустынивании? Не может ли оно объясняться широким развитием нарушенных земель – результат очередного частного воздымания купола гранитоидов, - прежде всего осваиваемых представителями этого семейства? К подобному выводу склоняется и Т.Ф.Трегуб, просмотревшая разрез поймы р. Гаврило (скважина 3а). Этот разрез, расположенный всего в 200 м ниже по течению р. Гаврило от стратотипических выходов древних елизаветовских черноземов (вне зоны влияния купола), принципиально отличен и по петрографическому составу (преимущественно глины), и главное, по палинологическим спектрам.

Как бы там ни было, продолжающиеся наблюдения в важнейшем Шкурлатовском страторайоне способны существенно повлиять на наши оценки современных климатических тенденций и особенно причин, их вызывающих. Именно здесь были впервые получены данные, говорящие о том, что более поздние («современные») черноземы, выщелоченные, нередко истощенные, – реликтовые образования, памятники природы, доставшиеся нам от прошлого. Их возраст по  $^{14}\text{C}$  -  $2840 \pm 170$  лет [2, с. 62] Ныне они уже не образуются в крае. Данный вывод служит дополнительным обоснованием для особо бережного отношения к земельным ресурсам.

## 2. Ископаемые черноземы – источник уникальной информации о природных процессах в Центральном Черноземье

Воронежским госуниверситетом открыты значительные запасы погребенных почв на юге Воронежской области, Их высокое плодородие подтверждено экспериментально Институтом им. Докучаева, куда они были направлены по прямому указа-

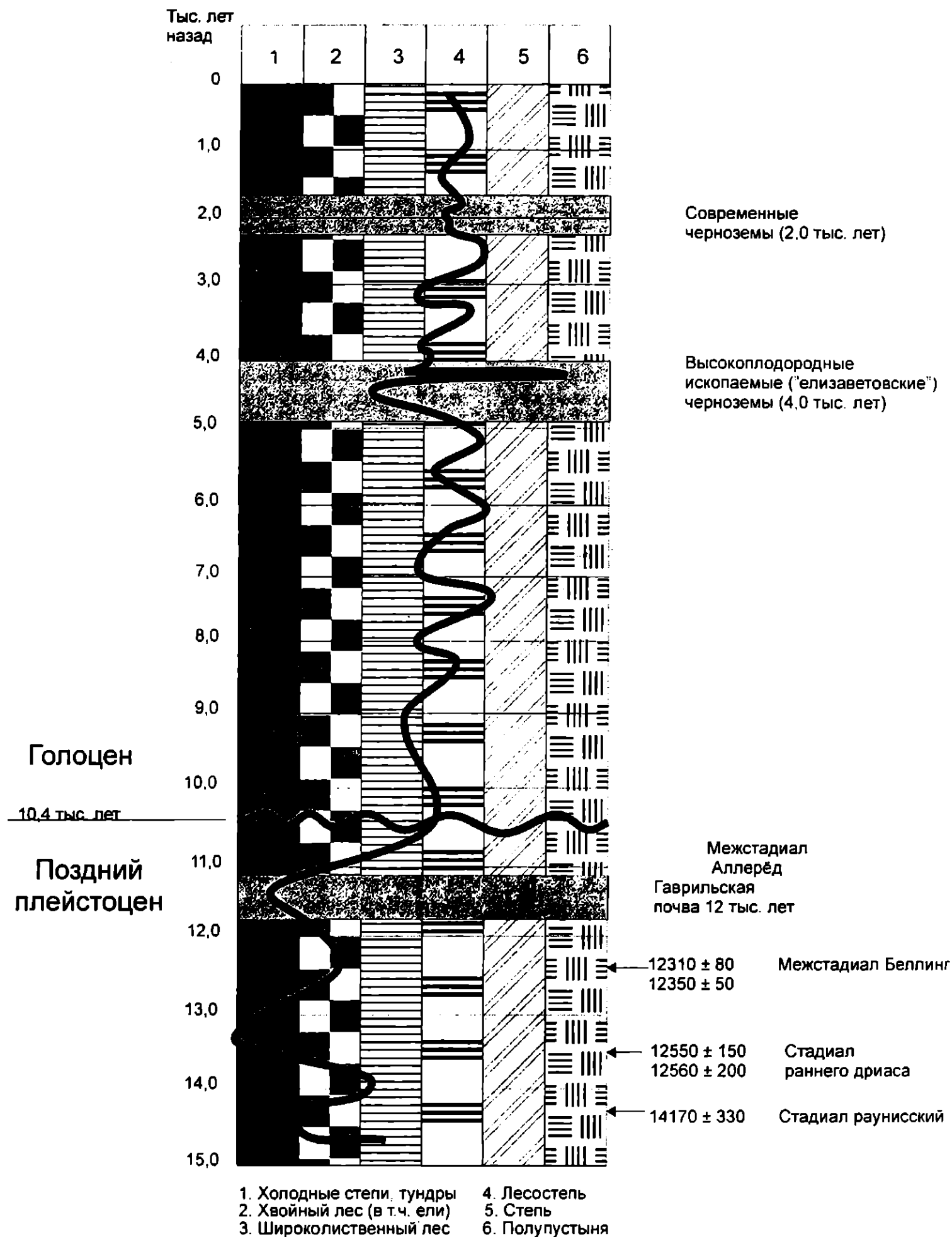


Рис. 3. Изменения климатов и растительности в ЦЭР за последние 15 тысяч лет. С использованием материалов Е.А.Спиридоновой [1991]

нию академика В.А.Ковды [4]. При том, что мощности современных черноземов в районе не превышают 0.3 м, выявленные ископаемые почвы имели мощность до 1 м и более. Развитие их обнаружено под пойменными алевритами (глубины 2-4 м) на

значительных площадях. Возраст древних почв составляет по радиоуглеродному датированию  $3970 \pm 160$  лет (ЛУ-1661), намного превышая возраст основных черноземов. Эта дата хорошо соответствует наблюдениям археологов: на подобных по воз-

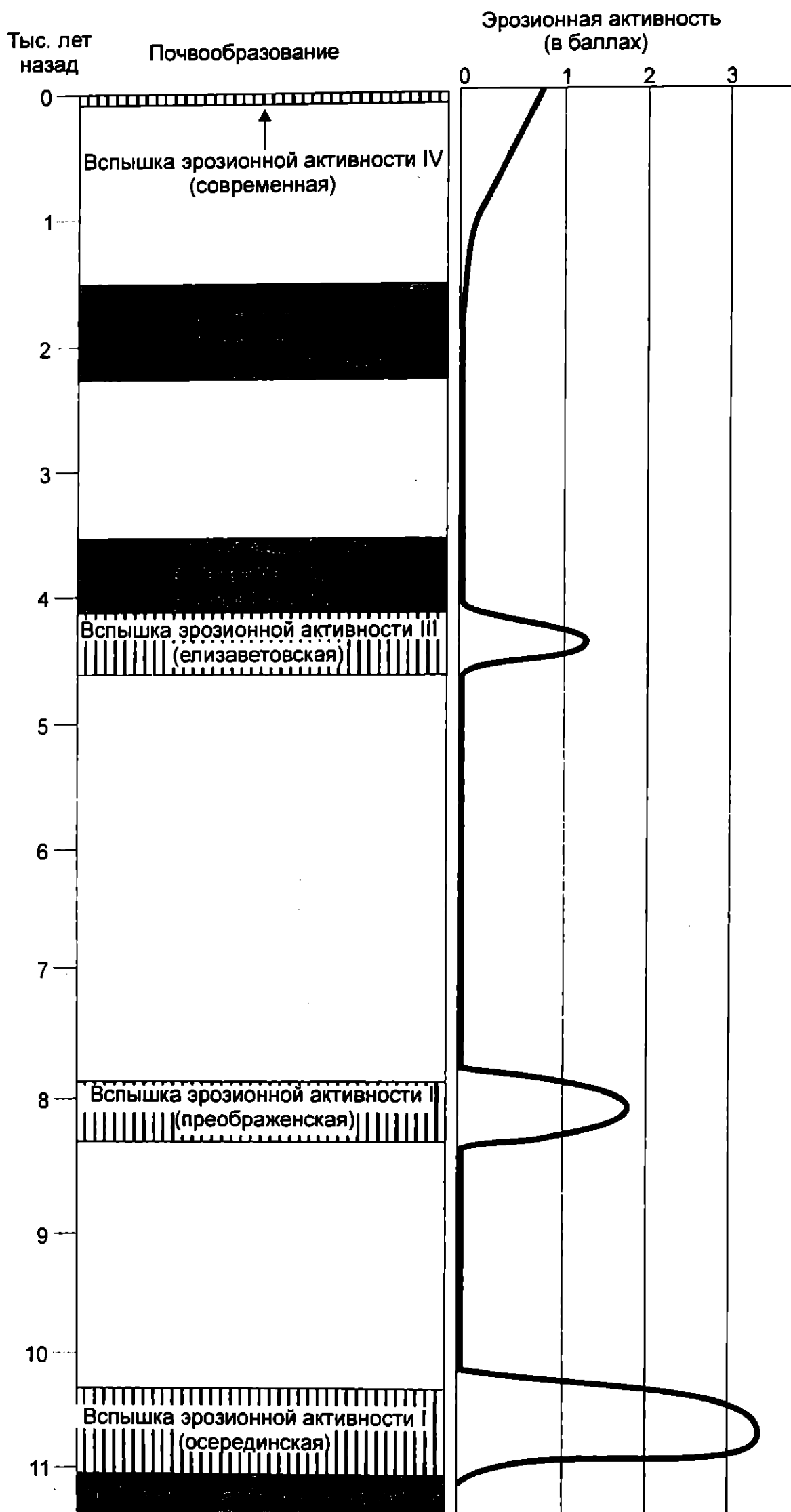


Рис. 4. Этапы почвообразования и активизации эрозионной активности в ЦЧР

расту и генезису образованиях расположены курганы эпохи бронзы доно-волжской абашевской культуры (Подклетнинский курганный могильник), Мосоловского поселения металлургов-литейщиков и др. [9]. Тот факт, что исторически недавно елизаветовские почвы находились на поверхности земли, а ныне на отдельных площадях перекрыты многометровыми толщами позволяет оценить темпы изменчивости ландшафтных ситуаций. Становится понятно, что перед людьми эпохи бронзы наш край представлял в существенно ином облике, вероятно, с большим количеством нарушенных пространств.

Эпохи почвообразования в ЦЧР возникали неоднократно и самая поздняя из них, оставившая современные черноземы, не была самой продуктивной, т.е. образовавшей почвы наивысшего плодородия и мощностей. Более древние и иногда более продуктивные уровни почвообразования отмечены на рубежах около 4 тысяч лет (уже охарактеризованный выше елизаветовский уровень) и 12 тысяч лет (гаврильский уровень);

Таким образом, становится понятно, что новейшая геологическая история региона представляет собой длительную череду временных интервалов трех типов: в тектоническом отношении «спокойных» (а); активных (б); с промежуточными режимами тектонической активности (в). Для накопления черноземов были более благоприятными длительные (сотни лет) условия тектонического покоя, теплый и влажный климат, что и фиксируется на графике (см. рис. 4). В этапы тектонической активности мощные черноземы регионального развития не возникали, зато активизировались эрозионные процессы. В ходе работы выявлены системы таких ныне погребенных оврагов, мощно проявившиеся 10,4 тысячи лет назад (осерединский), 8 тысяч лет назад (преображенский), 4,5 тысячи лет назад (елизаветовский). Современная эпоха тоже оказывается интервалом несколько повышенной эрозионной активности, хотя и не столь значительной как в прошлом.

Интересной задачей могло бы стать выяснение экономического значения древних высокоплодородных почв, особенно в условиях, когда на территории ЦЧР столь часто сталкиваются с пространствами, почвенного слоя лишенными начисто (песчаные пустоши юго-восточного Петропавловского района, склоны меловых плато, смытые, нарушенные земли).

### 3. Вклад естественных геохимических процессов в состояние окружающей среды

Проведенными специализированными геохимическими исследованиями определенно показывают, что наблюдаемые повышенные концентрации тяжелых металлов и прочих вредных для человека веществ (ртути, мышьяка, таллия, селена и др.) не всегда связаны с деятельностью предприятий или экологически не безупречной региональной агро-

культурой (складирование и использование удобрений, средств защиты растений и т.д.). Весьма часто наблюдаемые аномалии вызваны естественными причинами – поступлением названных элементов из недр по глубинным разломам. В результате изучения более 300 проб (спектральный анализ выполнен в лаборатории ЦНИГРИ) на 48 элементов в приповерхностной части осадочного чехла ЦЧЭР выявлены многочисленные площади, породы которых содержат высокие концентрации летучих, некоторых малых металлов и таких индикаторов глубинности коренных источников как Ni, Cr, Cu. Положение пунктов приведено на рис. 5 и 6. Впервые летучие элементы (Hg, Sb, Tl, As и др.) были обнаружены нами в частицах ультратонкого золота [10], но позднее их удалось встретить и во вмещающих породах. Обнаружение этих элементов там – верный признак существования в ЦЧР современных потоков восходящих флюидов. Полагают, Hg и Sb на Тянь-Шане поступали с глубин около 80 км. Вряд ли местные источники менее глубинные. Известно, что В.М. Максимовым [11] на основе магнитотеллурических исследований выявлены линейные тектонические элементы, прослеженные в верхней мантии до глубины 200 км - Липецкий фланг Богучарско-Ливенской зоны. *Современные деформации кровли верхней мантии ЦЧР рассмотрены и А.И. Дубяньским [12].* Охарактеризуем естественные поверхностные геохимические аномалии высокой контрастности для некоторых химических элементов.

*Сурьма.* При кларке  $10^{-5}$  % в 10 пунктах установлена в количестве от сотых долей % до 0,04-0,08 %. В миоценовых песках с.Никольского под Мичуринском, нижнечетвертичных флювиогляциальных песках у Чертовицого под Воронежем Sb еще больше – 0,2%. Общая черта, сближающая отложения с повышенным содержанием сурьмы, - интенсивное ожелезнение.

*Мышьяк* (кларк  $1,7 \times 10^{-4}$  % по массе) в концентрациях до 0,1% встречен в интенсивно омарганцеванном прослое среди песков верхнего плейстоцена у с.Никольского Данковского района на севере Липецкой области. Никаких предприятий, использующих это опасное вещество, здесь нет; поверхностное заражение исключено.

*Ртуть.* Содержания элемента по техническим возможностям спектральная лаборатория ЦНИГРИ не определяла. Высокая способность к возгонке ведет к исчезновению природных концентраций элемента даже из недавно отобранных проб. Однако этот металл обнаружен рентгеновским микрозондированием в золотинах многих проявлений Липецкой, Воронежской областей. То, что ртуть в осадочном чехле сравнительно распространена, свидетельствуют находки зерен киновари HgS в русловом аллювии р.р. Манина, Воронеж у Липецка, в башкирских известняках Белгородско-Марковской зоны.



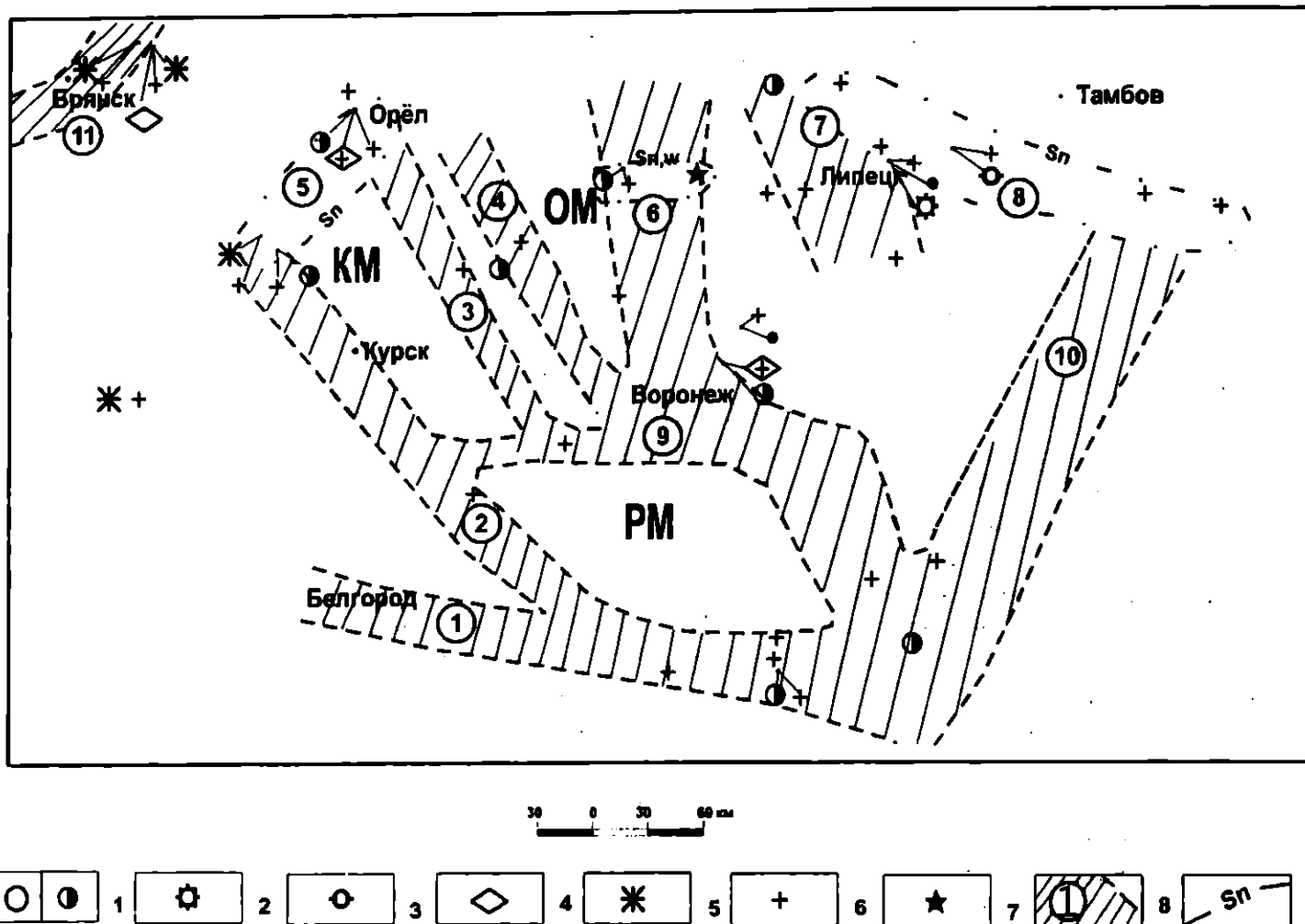


Рис. 5. Точки с аномальными содержаниями летучих, некоторых цветных и малых металлов в обнажениях естественных и искусственных (карьеры) Центрального Черноземья, связанными с современными природными процессами (поступление элементов из недр с подземными водами и потоками флюидов): 1 – Sb, десятые доли %; 2 – As, десятые доли %; 3 – Bi – сотые доли %; 4 – Zn, десятые доли %; 5 – Cd – сотые доли %; 6 – Sn, тысячные доли %; 7 – W, сотые доли %; 8 – зоны тектонической активизации; 9 – ореолы рассеяния. Цифры в кружках – зоны фанерозойской тектонической активизации, в т.ч. Белгородско-Марксовская (1), Рассошинско-Киселевская (2), Новооскольско-Воронцовская (3), Алексеевско-Жилыевская (4), Рыльско-Стегаловская (5), Ливенско-Богучарская (Кривоборско-Масальская, Посеевско-Мамонская (6), Липецкая (7) Новочеркутинская (8), Рельевка-Лиски-Давыдовка, по Г.И.Раскотову (9), Мигулинско-Новохоперская (10), Навлинская (11)

**Висмут.** Заметные содержания Bi (0,001%) установлены только в донских водноледниковых песках у п.Свобода близ г.Тамбова. Это на два порядка выше кларка элемента ( $2 \times 10^{-3}\%$ ). И здесь пески интенсивно ожелезнены.

**Олово.** На севере Центрального Черноземья обнаруживаются несколько ореолов рассеяния этого малого металла в породах от меловых до четвертичных. В небольшом карьере на окраине с.Сергеевка под Губкином во вскрытой линзе охр киевской свиты содержания Sn определены в 0,01%, при кларке  $2,5 \times 10^{-4}\%$ . Интересно, что в аллювиальных песках террасы Дона у с.Отскочного Липецкой области вместе с оловом встречен и вольфрам, кларк которого для земной коры весьма низок -  $1 \times 10^{-4}\%$ . Проб с очень высоким содержанием вольфрама (0,01%) в этом интересном разрезе две.

**Медь. Никель. Хром.** Недра в ряде районов ЦЧР обогащены этими элементами, связанными с интрузиями базитов и гипербазитов. На рис.6 показаны опробованные обнажения, осадочные породы которых содержат Cu, Ni, Cr в очень заметных количествах. Большинство точек с высоким содержанием Cr (десятые доли %, на уровне кларковых для гипер-

базитов, не для осадочных пород) отчетливо тяготеет к зонам фанерозойской тектонической активизации и явно избегает срединных массивов фундамента. По аномально высоким содержаниям Cr в осадочных толщах выделяются районы Орловской и Липецкой областей, а также площади, обрамляющие Рассошанский срединный массив. Иногда достаточно распространенные «хромовые» аномалии сопровождают повышенные концентрации никеля (сотые доли %, при кларке для земной коры  $5,8 \times 10^{-3}\%$ ). Обнаружены последние в юрских алевритах и ракушняках Михайловского карьера, близ контакта с кварцитами курской серии нижнего протерозоя; в ожелезненных, омарганцеванных песках аптского яруса Казначеевского карьера близ Орла; в аптском песке балластного карьера в г. Лев Толстой; в аптских ожелезненных песках карьера в Малоархангельске Орловской области; в песчаных карьерах, разрабатывающих верхнеплейстоценовые (Тамбовский у г. Воронежа), нижнеплейстоценовые (Чертовицкий) ожелезненные, омарганцеванные толщи в черте Воронежа. Максимальные концентрации Ni (0,2% в пробе 1939) встречены в сеноманских фосфатоносных песках Полпинского месторождения



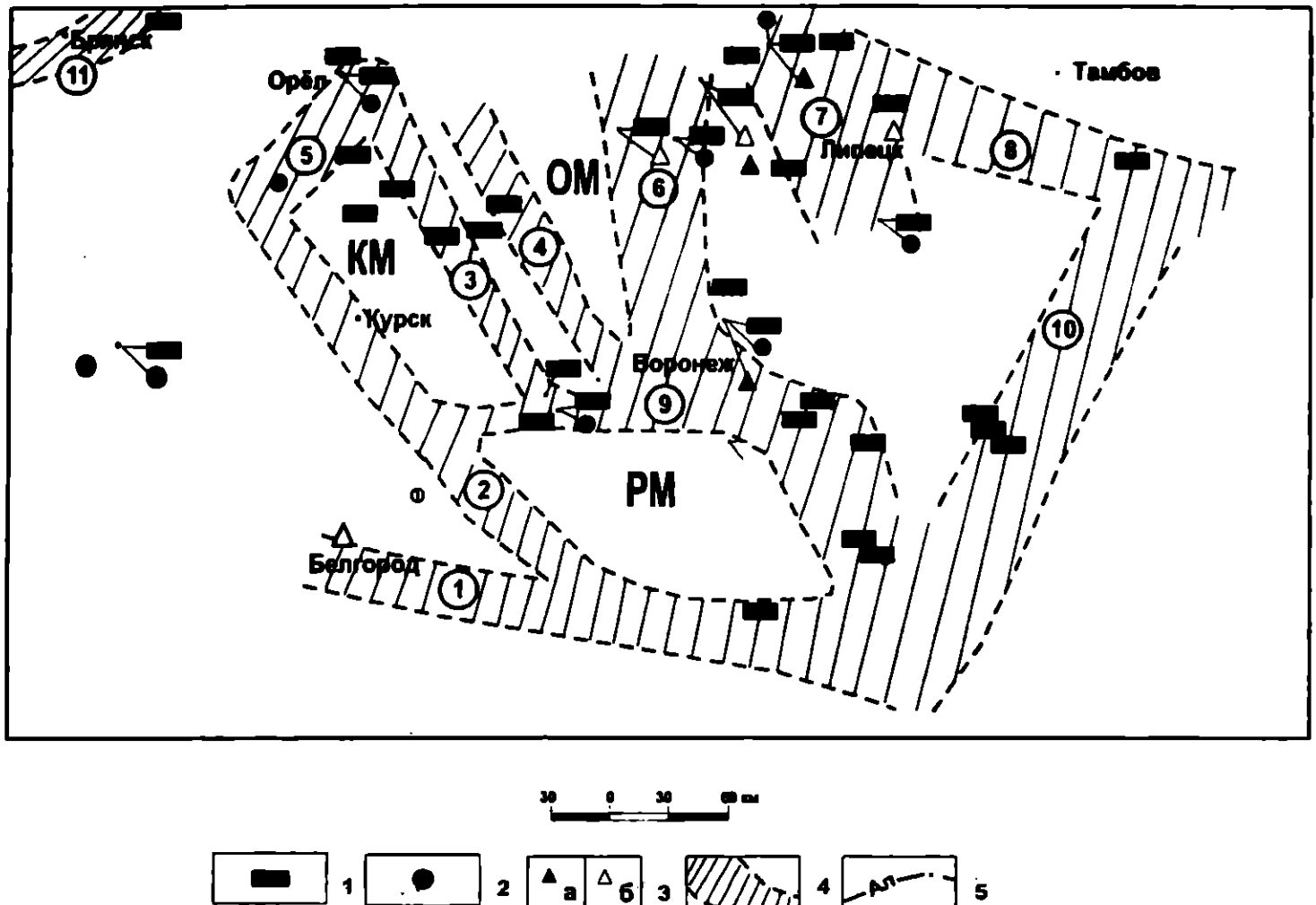


Рис. 6. Пространственная связь точек с аномальными содержаниями в естественных и искусственных обнажениях пород мела и кайнозоя. Cr, Ni, Cu с зонами тектонической активизации: 1-3 – проявления хрома, десятые доли % (1); никеля, сотые доли % (2); меди, десятые доли % (3); 4 – зоны тектонической активизации

Брянской области. В этой пробе хрома немного (0,04%), зато очень много Zn (0,3%).

Помимо хрома, никель нередко сопровождается высокими содержаниями летучих (сурьмы в Тамбовском карьере г.Воронежа 0,03%) и т.д.

Медь в аномальных концентрациях (десятые и сотые доли %) отмечается вместе с хромом в четырех точках. Три из них расположены в Липецкой области (Кузьминские Отверщки, Покрово-Казачи, Лев Толстой). Одна – во все том же Тамбовском карьере г. Воронеж, где Cu – до 0,4% (!) в пробе из верхнеплейстоценовых псаммитов №1709. Здесь же встречены и другие интервалы разреза, обогащенные этим металлом в количествах: 0,2% (проба 1717) и 0,02-0,04% (еще в четырех пробах). В пробе 1709 медь сопровождается огромными концентрациями цинка (0,8%), хрома (0,8%), сурьмы (0,02%). При этом десятые доли цинка выявлены и в трех других меденосных пробах.

Конечно, положение Тамбовского карьера в городской черте Воронежа и наличие здесь полигона бытовых отходов подсказывает определенные выводы относительно природы этих поразительно контрастных аномалий. Однако, на наш взгляд, торопиться с окончательным решением не стоит. Опробованный в 1997 г. конкретный разрез (рис. 7), результаты геохимических исследований которого мы изложили, не находился под *прямым* антропогенным

воздействием и был вскрыт экскаватором непосредственно перед опробованием. Пески его иногда высоко золотосны, при этом в золотилах (проба 117) встречены ртуть (3,2%), мышьяк (0,133%), сурьма (1,335%), т.е. летучие, ответственные за перенос к поверхности из глубинных горизонтов золота и других металлов. Поэтому в дискуссии о генезисе местных аномалий стоит учесть и этот явно естественный геохимический фон, вспомнить о положении Тамбовского карьера в пределах зоны влияния крупнейшей зоны фанерозойской тектонической активизации.

Похоже, что глубинное происхождение имеют контрастные аномалии никеля и меди в подземных водах (и колодцах) юго-востока Липецкой области (Новочеркутино, Пушкино), о которых сообщает В.А.Ляпин (Липецкгеология). Они связаны с поступлением вод и флюидов из пород фундамента известной Эртильской металлогенической зоны (золото, медь, никель и т.д.). Иногда за процессом контаминации поверхностных отложений подобным глубинным веществом в этом районе Липецкой области можно наблюдать непосредственно. Так, в монографии [10] мы описали возникновение за два-три года в толще песков гидронамыва на пойме р.Планица (Пушкино - Новочеркутино) пропластков конгломератов с марказитовым цементом, появление над ним стяжений химического ртутистого зо-

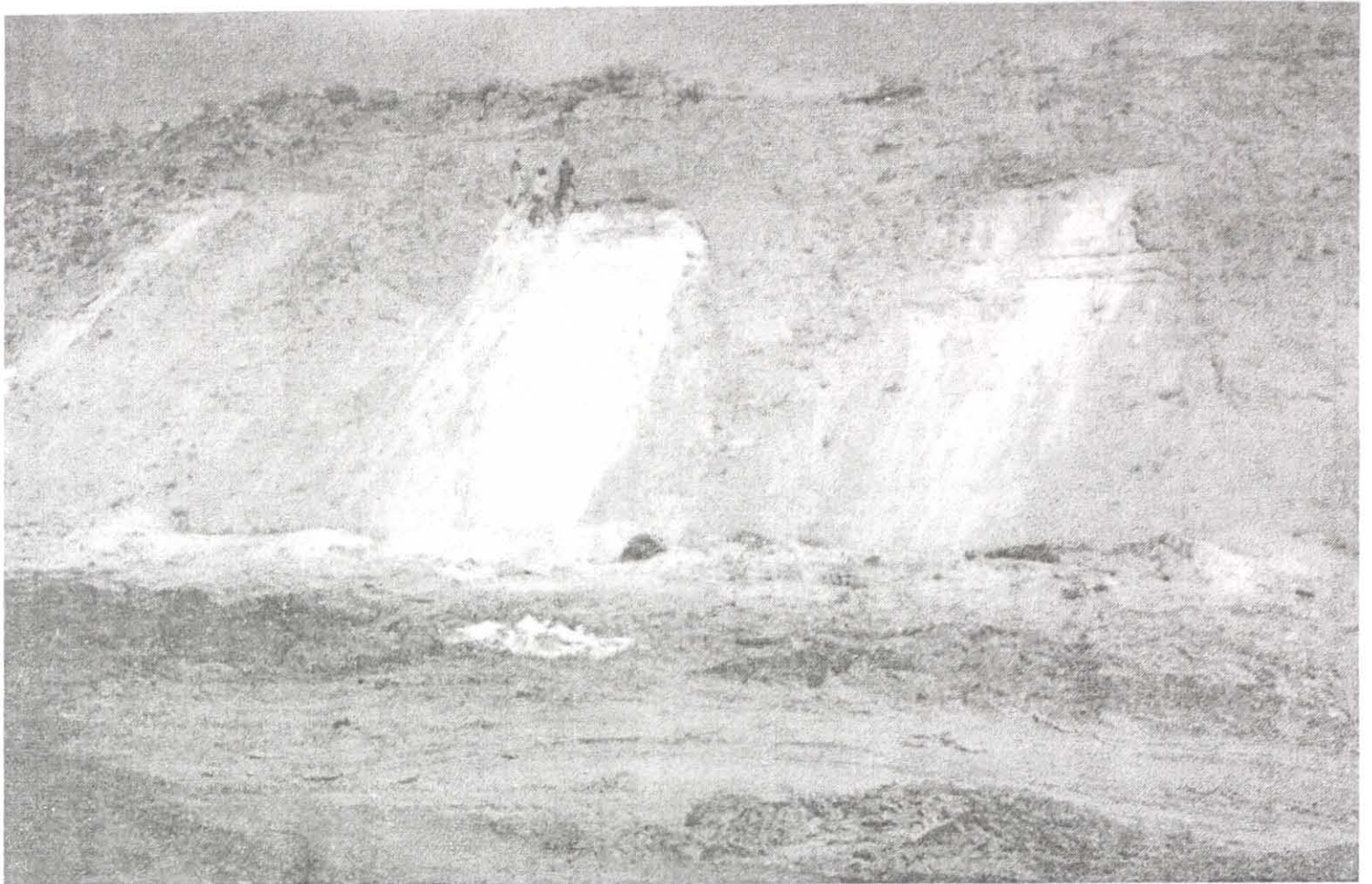


Рис.7. Общий вид металлоносного разреза второй надпойменной террасы – свежевскрытая стенка Тамбовского карьера г. Воронежа. Фото А.Е.Звонарева, 1997 г.

лота. В одинцовских глинах (200 тыс. лет) у соседнего г. Эртиля Воронежской области содержания стронция, никеля, кобальта, меди, цинка, серебра, бария превосходят кларковые на порядок.

Именно эндогенные причины (растущие гранитные купола юго-востока антеклизы, поступление с ними рудоносных эксгалляций) обусловили непригодность для использования в качестве подкормки животных песчистых мелов гигантского Павловского гранитного карьера (по свинцу). Хорошо известны также аномалии радона и гелия на отдельных участках долины Дона у Лисок (глубинные разломы Репьевка-Лиски-Давыдовка и Лосевско-Мамонский).

Таким образом, естественный фактор никак не может быть удален из наших оценок современного геохимического состояния биосферы.

#### **4. Микросейсмичность территории – современная тектоническая активность ЦЧР**

Повышение уровня сейсмологического мониторинга для площадей с высокой концентрацией потенциально опасных и вредных производств, крупных водохранилищ (участки Ново-Воронеж, Курчатов, Шебекино, Россошь, Уварово, Воронеж, Липецк) имеет большой общественный интерес. На действующей карте сейсмического районирования восток ЦЧР отнесен к семибальной зоне сейсмической активности. Из 120 землетрясений (5,5 баллов и выше), зафиксированных на Русской равнине за 200 лет наблюдений, четверть принадлежит описываемому региону [13, 1998, с. 213]. Не смотря на то,

что исторические крупные землетрясения известны лишь для юго-востока региона (магнитуда до 5-6 баллов), повышенная мелкая сейсмичность свойственна обширной зоне, аркообразно рассекающей Центральное Черноземье. Зона проходит через Чернянку-Ст.Оскол-Эртиль-Жердевку [14]. Магнитуды современных землетрясений небольшие (до 2,4 баллов), но - отличаются неглубоким положением гипоцентра (1-7 км), что может провоцировать мощное оползнеобразование. Так, Г.И.Раскатов предполагал именно сейсмическую природу гигантского оползня у с. Сторожевого в 35 км к СВ от г.Лиски. А.П.Тарков и К.Ю.Силкин [15, с. 204] рассматривают густую сеть оврагов на Донском правобережье в ближней зоне Нововоронежской АЭС «как структуры скалывания, связанные с разрывными нарушениями глубоких горизонтов осадочного чехла». При этом для песчано-глинисто-мергельных толщ этих площадей предел пластичности считается уже достигнутым, что может вести к непредсказуемому их поведению (катастрофические эрозионные процессы, оползание), спусковым механизмом которых может стать микросейсмичность.

#### **4. Современные тектонические движения – фактор, определяющих геоморфологический облик региона, формирование овражно-балочной сети, форм аккумуляции**

Результаты повторного нивелирования в регионе [16,17] показывают, что современные тектонические движения здесь сложно дифференцирова-



ны по площади, а их амплитуды варьируют от опусканий в 2 мм/год до поднятий – 9 мм/год и выше. При этом мощные положительные формы современного рельефа, такие как Калачская возвышенность, иногда оказываются областью современного погружения. Природа чутко реагирует на фактор современного тектонического процесса. Активно воздымающиеся участки оказываются изборозженными оврагами. Добавление к этому неблагоприятному фону антропогенного фактора (распашка вдоль склонов, дорожное строительство, ирригация) имеет следствием усиление эрозии.

Современные движения проявляются и в таких формах: деформации, иногда расщепление, уровней речных террас, появлении цокольно-аккумулятивных, а то и вообще цокольных локальных террасовых уровней. На юго-востоке ЦЧР отмечены деформации поймы над воздымающимися («растущими») небольшими блоками фундамента.

Исследования интенсивности, картографирование проявлений современной тектонической активности является необходимым условием для понимания действительного вклада собственно антропогенного фактора в изменение окружающей среды.

#### **6. Природные и антропогенные факторы – взаимовлияние. Наблюдения и предварительные выводы**

Антропогенные факторы по причине их внешней очевидности (дым заводов, захлапленность обширных пространств, особенно лесопарковых зон, потоки автотранспорта и т.д.) имеют еще одно важное свойство. Они мощно влияют на наблюдателя в психологическом плане, заставляя *все* наблюдаемые негативные последствия в состоянии окружающей среды объяснить неадекватным отношением к природе человеческого общества. Между тем природная среда, и довольно быстро, меняется и без всякого участия человека. Хорошо известно, что время 2,5 тысяч лет назад, когда формировались нынешние черноземы, было не только более влажным, но и более прохладным чем ныне, в XI века замерзал даже Керченский пролив и в Крым ездили на санях, а в 15-16 веках после очередного предшествующего потепления вновь выросла ледовитость морей. Нынешнее потепление началось *уже в середине XIX века*, задолго до промышленной революции и иницировано вовсе не парниковым эффектом, во всяком случае, не антропогенным его вариантом. Уже на памяти ныне живущих людей почти исчезли протяженные некогда коренные выходы девонских пород у г.Семилук и многих иных известнейших и часто посещаемых геологических разрезов (заросли, задернованы). Сама хозяйственная деятельность варьирует по методам и объемам весьма широко, что, конечно же, заметно маскирует собственно природный процесс, который, однако, не останавли-

вается. Выполненное нами в 2003 г. в рамках исследований по Госконтракту № ВК-02-47/301 от 08. 10. 02 г. изучение состояния окружающей среды на 23 участках Воронежской и Тамбовской областей позволило выявить, задокументировать, предварительно (до получения аналитических данных) сформулировать как положительные, так и отрицательные тенденции в изменении естественных обстановок региона. Вот какие аспекты их характеризуют:

#### *6.1. Преимущественно положительные изменения в состоянии природной среды начала 2000х гг. – сельскохозяйственные районы*

Положительные сдвиги в состоянии природной среды во многом связаны с сокращением масштабов промышленной и сельскохозяйственной деятельности в областях ЦЧР по сравнению с 1970-1990 г.г. Названные субъекты Российской Федерации демонстрируют наибольшие в ЦЧР темпы спада производства (особенно по сравнению с Липецкой и Белгородской областями, где, напротив, наблюдается значительное его приращение). Наблюдаемое ныне активное восстановление сельскохозяйственного и промышленного потенциала не привело пока к его прежним масштабам и осуществляется на несколько иной, более рациональной основе. Заметны признаки прагматизма и рационального подхода (сбережение ресурсов) по отношению к сельскохозяйственной технике, химическим удобрениям. Сельскохозяйственная деятельность сконцентрирована на лучших плакорных (водораздельных) землях, в то время как многие другие площади (склоны балок, обочины дорог, различные неудобья и т.д.) пустуют. В ЦЧР в несколько раз сократилось поголовье скота.

Вот в чем видятся причины наметившихся позитивных тенденций:

- - оставлены большинство *старых животноводческих комплексов*, расположенных в водоохранных зонах больших и малых рек, без очистных сооружений (например, в с.Сухой Донец Богучарского района, непосредственно на пойме Дона). За минувшее десятилетие это привело к *улучшению качества воды* в прудах-накопителях отходов, их самоочистке, уменьшению негативного влияния таких прудов на качество поверхностных и подземных вод;

- - утилизированы огромные кладбища *сельскохозяйственной техники*, существовавшие на окраинах центральных усадеб всех колхозов и совхозов. К этому привели высокие закупочные цены на металлолом, от 1 до 4 тысяч руб./т, в зависимости от начальной крупности скраба. Таким образом *сократилось негативное влияние* этих существовавших более полувека свалок металла, сброшенных разливами нефтепродуктов, прежде всего, на *качество*

поверхностных и подземных вод, не говоря уже об эстетическом облике селитебных ландшафтов;

- - приватизация, аренда *большого числа прудов* на степных балках для рыборазведения (по наблюдениям, таковыми являются около 20-30% всех прудов Воронежской области), привели к *улучшению их общего санитарного состояния*. Новые владельцы не допускают использования водоемов для хранения животноводческих стоков, захламления берегов случайными посетителями. Они же наблюдают и за состоянием плотин, уровнем приплотинной эрозии и т.д.;

- - появление обширных площадей *нераспаханных земель* ведет к *расширению ареалов реликтовой степной растительности*, сохранявшейся ранее в немногих анклавах – изолированных урочищах и на курганах. На нераспаханных склонах появляются обширные площади ковыльников, тимьянников, иссопников и других представителей степного разнотравья. Меньшая антропогенная нагрузка ведет и к *восстановлению численности исчезающих видов фауны*. На юге Воронежской области стали обычными степные лисы-корсаки (до 1980-х г.г. не встречались), появились колонии сурков-байбаков (миграция из Ростовской области). Уменьшение твердого стока в реках (прекращение распашки пойм и склонов), сокращение объемов животноводческих стоков, сносимых с полей химических удобрений ведет к расселению по рекам и водоемам третиного насекомоядного - выхухоли *Desmana moschata*. Этот эндемик, оставшийся в Мире только в Воронежской области, заслуживает быть «национальным символом» Черноземья (подобные живые символы есть в каждом штате США);

- - дороговизна химудобрений, ликвидация системы принудительного их распределения по хозяйствам привели к *ликвидации открытых, ничем не защищенных складов химических веществ*. На каждом хранились сотни тонн удобрений, размываемых дождями и отравляющих водоемы. Один из обследованных бывших складов располагался в Новоусманском районе Воронежской области в 3 км к северу от с. Хлебного, на территории областного ботанического заповедника «Степь Конезавод» (аммиачная селитра, калийная соль, известковая мука). Огромные запасы (сотни мешков) питательных веществ, сносимых атмосферными осадками, провоцировали еще в начале 90-х г.г. развитие на площади в десятки га заповедника зарослей маревых (бурьян). Ныне склад ликвидирован, и реликтовая степная растительность вновь занимает свое место;

- -прекращение распашки склонов балок и речных долин привело к *резкому сокращению масштабов эрозионной активности на большинстве площадей вне промышленных узлов*. Активные овраги превращаются в балки, донные врезы редуцируют. На склонах восстанавливается не только степная, но кустарниковая и даже (иногда) древесная растительность. Впечатляющим примером такого

восстановления является большая часть Донского Белогорья у одноименного села Подгоренского района Воронежской области (эталонный участок 62). Еще десятилетие назад полностью обнаженный высокий правый берег, сложенный пясчими мелями, ныне на 70-80% занят травянистыми сообществами, по овражкам от Дона поднимаются кустарники, верховья еще недавно «растущих» ложков «схвачены» самосевными молодыми деревьями.

#### 6.2. Прогрессирующие негативные изменения в состоянии окружающей среды начала 2000- г.г. – промышленные районы в сравнении с 1970-1990- ми гг.

В малых городах областей Воронежской (Ново-Воронеж, Россошь, Подгоренский) и Тамбовской (Уварово, Рассказово) существуют мощные энергетические (Нововоронежская АЭС), химические (Россошь, Уварово, Рассказово), цементные (Подгоренский) производства. Все они используют технологии прошлого века, экологическая чистота которых проблематична. Экологическое неблагополучие этих старых промышленных районов (в отчетный период обследованы эталонные площади № 5 «Ново-Воронеж»; №6 «Россошь»; №22 «Уварово») проявляется самым различным, в т.ч. неожиданным, образом.

Продемонстрируем этот тезис на конкретных примерах.

*Эталонный участок 5. Нововоронежская АЭС, Воронежская область.* На правобережном высоком берегу Дона напротив НВАЭС на протяжении не менее 3 км отмечается аномально высокая эрозионная расчлененность мелового склона. Все овраги и ложбины стока активно действующие. Попятная эрозия «съедает» расположенные на примыкающем меловом плато участки сельскохозяйственных угодий и своим стремительным развитием внушает тревоги экологов по поводу возможной активизации и других природных процессов, способных уменьшить безопасность эксплуатации станции.

Отголоски активного эрозионного процесса прослеживаются, затухая, как вверх по Дону до северных окраин с. Костенки, так и вниз, до с. Сторожевого, но «эпицентр» явления точно локализован напротив блоков АЭС.

Явление давно тревожило исследователей. В работах А.П. Таркова и К.Ю. Силкина [15 и др.], проводивших сейсмокаротажные работы в ближней зоне АЭС, отмечалось аномально напряженное состояние местных пясчих мелов, близкое к пределу их прочности. Состояние определено глубинными тектоническими причинами и служит, по представлениям цитированных авторов, объяснением чрезвычайно легкой размываемости пород метеорными водами. Однако, стоит рассмотреть и альтернативные гипотезы – *наведенные зимняя эрозия и десквамация*. Эталонный участок занимает положение на

рубеже двух крупных неотектонических блоков – погружающейся Окско-Донской впадины с амплитудами погружения до 2,5 мм/год и воздымающейся Среднерусской возвышенностью. Последняя испытывает поднятия сравнительно небольшие, менее 3 мм/год, далекие от максимальных (9,3 мм/год на Воргольской структуре). Все это не выходит из рамок нормы и не может служить причиной аномальной расчлененности. Правда, несколько ниже НВ АЭС А.А. Старухиным [18] был описан огромный оползень, обрушивший часть донского берега на протяжении около 1,5 км. По мнению А.А. Старухина, он произошел еще в дореволюционное время. Ныне тело и поверхность отрыва оползня задернованы почти на всей протяженности и активно не размываются.

Полевое обследование эрозионных площадей позволяет предложить более простое объяснение столь активному и угрожающему проявлению склоновых процессов правобережья напротив НВ АЭС, не связанное напрямую с глубинными причинами. Дело в том, что точно напротив участка максимального эродирования расположены на левобережной надпойменной террасе р. Дон открытые пруды охлаждения законтурных вод реакторов НВАС. Испарения с их поверхности:

1 - продлевают срок эрозии до зимних месяцев включительно. Т.е. поверхностные воды сохраняют эродирующую способность, в то время как вне зоны влияния прудов-охладителей они замерзают и такую способность теряют;

2 - активизируют деятельный (циклично оттаивающий - промерзающий) слой, способствуя процессам десквамации (шелушения) песчаных мелов турона и перекрывающих мергелей сантона.

Подтверждением высказанной гипотезы является постепенное уменьшение масштабов эрозионной активности от центральной (напротив прудов) к периферическим частям участка.

Таким образом, латентное неблагоприятное антропогенное воздействие НВАЭС на естественные процессы в этой части Донской долины кажется вполне допустимым.

*Эталонный участок 6. Россошанский химкомбинат, Воронежская область.* Гигантское производство азотных удобрений, сосредоточенное на промышленной площадке близ г. Россошь, является объектом пристального внимания многих экологических организаций. Объектами их исследований является воздействие предприятия на качество поверхностных и подземных вод и здоровье людей. Здесь же мы хотим осветить специфическое и не вполне выясненное влияние комбината на естественные процессы - линейный, плоскостной смыв. Объемы твердого стока на обширных (10-15 км в диаметре) площадях этой части Среднерусской возвышенности аномально велики. Обширные массивы нарушенных земель – полностью смытый почвенный слой, выступивший на поверхность меловой

субстрат- фиксируются на юго-западной окраине Россоши при въезде со стороны с. Лизиновка. Огромные массы снесенных черноземов заполняют днища притоков р. Свинуха. Аномальным плоскостным смывом отличаются площади к юго-востоку от комбината. Свежие промоины - делли фиксируются у г. Россоши на полях, расположенных близ трассы на пос. Подгоренский.

Возможные причины аномальной по масштабам эрозии можно увидеть в ослаблении корневой системы растений из-за частых «азотных» дождей.

Но может быть, наблюдаемые аномальные эрозионные явления связаны со спецификой местной неотектонической ситуации?

Собственно Россошанский эталонный участок характеризуется довольно значительными по амплитуде современными поднятиями (5 мм/год), значительной энергией рельефа – относительные превышения водоразделов с абсолютными отметками 223 м над урезом воды в р. Черной Калитве достигают 140 м. На основе анализа градиентов тектонических движений за весь новейший этап (ранний миоцен - ныне), Г.И. Раскатов [19] относил большую часть участка к Айдарскому прогибу, а долину Черной Калитвы – к Чернокалитвенскому прогибу второго порядка. Тем самым по приведенным параметрам площадь участка резко уступает активно воздымающимся соседним Острогжскому поднятию I порядка, Самойленковскому, Топиловскому поднятиям II порядка, где было бы естественно ожидать еще больших проблем с состоянием почвенного слоя. Однако там они далеко не достигают «россошанских» масштабов. Отсутствие природных причин для столь масштабных эрозионных и аккумулятивных процессов заставляет связывать разрушение почвенного слоя с деятельностью самого комбината. Есть основания полагать, что снижению способности растений противостоять плоскостному смыву, масштабам процесса способствовало и чрезвычайно дождливое лето 2003 г. Это предположение может быть поддержано или опровергнуто результатами анализа почвенных проб, отобранных с неблагоприятных земельных массивов.

*Эталонный участок 22. С. Березовка близ г. Уварово Тамбовской области.* Крупнейший химический комбинат г. Уварово всегда был экологически проблемным предприятием. Он производил тройной суперфосфат на основе привозных природных фосфатов и серных колчеданов; из последних путем обжига получали основной реагент - серную кислоту. Пиритовые огарки складировались на десятках га поймы р. Вороны. Промывающие их атмосферные воды отравляли течение р. Вороны, являясь причиной экологических катастроф - массовой гибели рыбы и реликтовой выхухолы в ниже расположенном Новохоперском заповеднике. Известны запросы ВГУ от Тамбовского обкома КПСС (1974 г.) с просьбой о помощи в исправлении экологической ситуации.



В середине 1990-х г.г. комбинат был закрыт новыми собственниками сначала частично, а позже и полностью. Тем самым природа получила шанс проявить способности к восстановлению, и надо признать, она с этим в значительной степени справилась. Хорошая естественная дренажная сеть – расчлененность участка притоками высоких порядков р. Вороны, – обеспечили достаточный промывной режим верхнего горизонта почвенно-растительного слоя на площади около 25 км<sup>2</sup> ближней зоны влияния предприятия. Плодородие вернулось на черноземные поля, примыкающие к самым стенам комбината, а отсутствие вредных выбросов стимулировало возобновление растениеводства. В августе 2003 г. чрезвычайно привлекательно выглядели посадки подсолнечника и кукурузы в упомянутой ближней зоне.

Уваровский пример интересен тем, что показал: в условиях ЦЧР уже одно длительное приостановление деятельности экологически опасного производства даже без дополнительных мероприятий – г. Уварово, для которого химкомбинат был градообразующим производством, никогда не имел средств на рекультивацию нарушенных площадей, – способно вернуть окружающую среду к относительно приемлемому состоянию.

Уваровский участок включает в себя и значительные площади дальней зоны комбината – район с. Березовка, относимый к локальному Березовскому поднятю, по Г.И. Раскатову. Здесь под черноземы и покровные суглинки водораздела с абсолютными отметками около 172 м выходят нижнемеловые толщи (в то время как вокруг – пески  $fQ_{1ds}$ ). В современной структуре здесь фиксируются наиболее значительные для Окско-Донской равнины опускания – 5 мм/год. Такие условия определяют особую ранимость, уязвимость для эрозии площадей с активной антропогенной нагрузкой. Это и отмечено для приплотинной части крупного пруда в с. Березовка. Изменение местного базиса эрозии, частые перепады уровня вод по отношению к проектному «нормальному подпертому горизонту» (НПГ) вызвали появление активной овражной сети, незащищенные верховья которой «съедают» примыкающие поля.

Пример Березовского пруда свидетельствует о том, что недоучет местных природных условий (а режим современных тектонических движений из их числа, и он требовал дополнительных противоэрозионных мер) оборачивается трудно компенсируемыми потерями сельскохозяйственных земель.

К этому выводу можно придти при исследовании антропогенного воздействия на природные обстановки и на других эталонных участках Тамбовской области.

### Выводы и рекомендации

*За последние 15 тысяч лет климат и растительность ЦЧР многократно менялись, от тундровых до полупустынных обстановок. При этом темпы их изменений иногда превосходили нынешние на-*

много, о чем говорит пример начальной фазы суббореального времени (4,5–4,0 тысячи лет назад): сосновые боры, возможно, сменила полупустынная растительность типа современного Прикаспия. Приходится признать, что климатические условия региона величина объективно переменная, которую не удастся удержать, законсервировать в сегодняшних рамках. Другое дело, что важно точно знать направленность и темпы климатических изменений, просчитать последствия естественного процесса. Потепление, иссушение – вот основные *естественные* климатические тенденции нашего времени в ЦЧР. Это необходимо учитывать при определении причин нынешнего состояния природной среды, не списывая все на промышленные выбросы. О том, что такое потепление сопровождается иссушением, затронувшим юго-восточные районы, максимально приближенные к Прикаспию свидетельствуют плохое состояние ряда протяженных тополевых лесополос в Богучарском районе (рис. 8), гибель старых (более 40 лет) абрикосовых посадок вдоль оврагов в Верхнемамонском районе (с. Лозовое, балка Куркин яр), широкое развитие песчаных пустошей в Петропавловском районе.

**Рекомендация:** продолжить исследования изменения климатов, растительности, эрозионных процессов, почвообразования в регионе за последние 15 000 лет с максимально возможной детальностью (200–300 лет), расшифровав цикличность таких изменений, содержательную сторону современного процесса, с прогнозом на будущее ближайшее (XXI век) и отдаленное (третье тысячелетие).

*Биогеосфера ЦЧР за десятилетие экономического спада обнаружила мощную способность к самовосстановлению.* Частичное прекращение распашки пойм, крутых склонов, придорожных участков, ликвидация свалок сельскохозяйственной техники, животноводческих комплексов в водоохраных зонах, открытых складов химудобрений, массовая приватизация прудов (и следовательно, лучший присмотр за плотинным хозяйством) имели одним из следствий уменьшение темпов эрозии, заиливания речных русел, возвращения в регион некоторых вытесненных из него представителей фауны. На склонах и неудобьях продолжается активное восстановление степных биоценозов. Черноземы, уникальный природный объект и гордость региона, являются памятником природы, доставшиеся нам от достаточно далекого (более 2 тысяч лет назад), времени влажных и теплых степей. Они больше не образуются в крае, и уже по этой причине требуют бережного, расчетливого отношения. Особенности последнего местного почвообразования могут быть в полной мере раскрыты при сопоставлении с аналогичными процессами прошлых эпох, почвами елизаветинской (4 тысячи лет назад); гаврильской (12 тысяч лет назад).

**Рекомендация:** продолжить комплексные исследования вновь открытых древних погребенных черноземов региона, их химизма, плодородия, условий локализации, накопления для

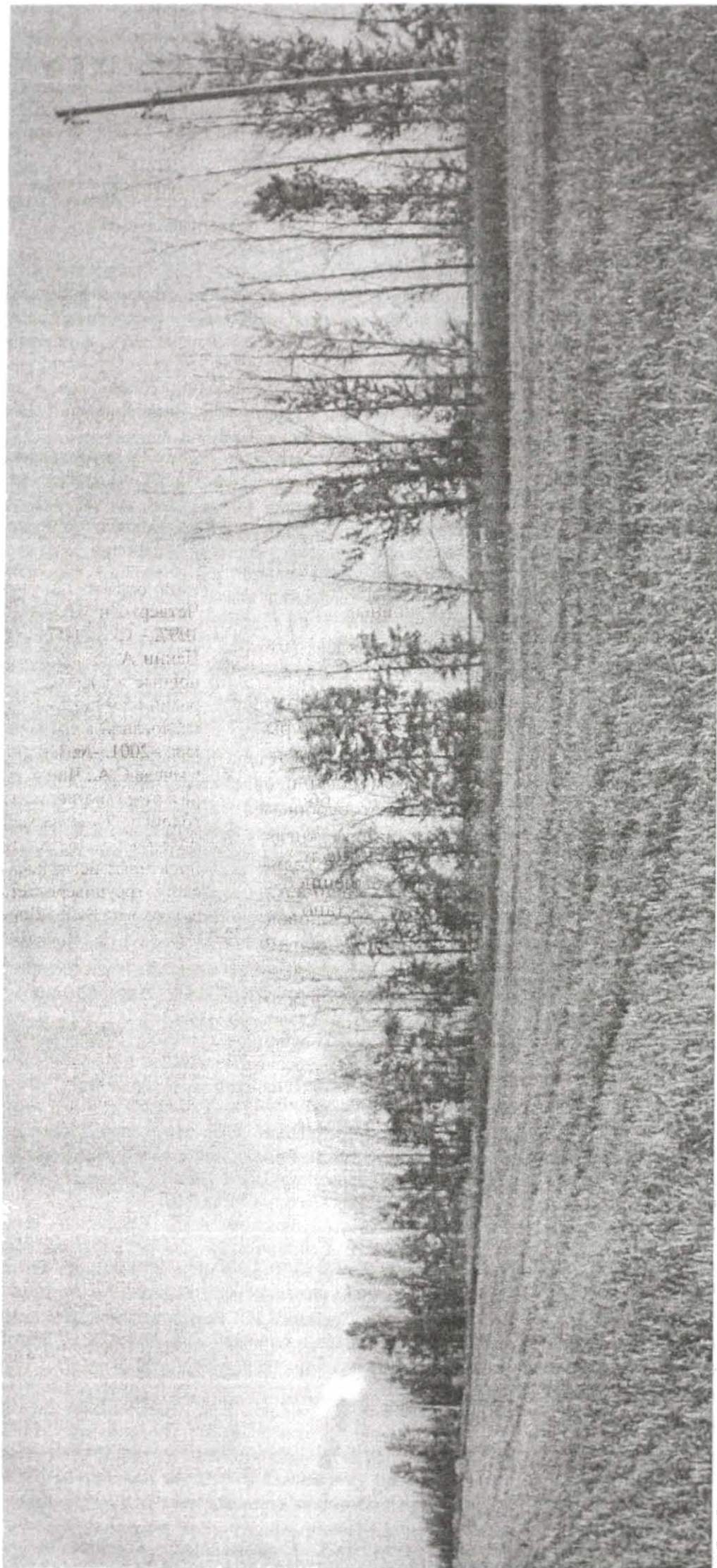


Рис.8. Суховершинность старых лесополос на юге Богучарского района – вероятный признак прогрессирующего иссушения климата. Эталонный участок № 7 «Белая Горка», 17-ый км трассы Богучар-Монастырщина. Август 2003 г.

детальной характеристики эталона черноземов ЦЧР.

В последнее десятилетие основная сельскохозяйственная нагрузка легла на лучшие земли, расположенные на водораздельных пространствах (плакорях). Произошло принципиальное изменение структуры посевных площадей за счет роста доли высокодоходных технических культур (особенно подсолнечника), чрезвычайно истощающих почву.

#### Рекомендация.

Для того, чтобы земли не превращались в результате интенсивной эксплуатации в бесплодные пустоши, уровень плодородия не снижался до катастрофических отметок, *необходим государственный экспертный мониторинг. Контроль за содержанием гумуса* мог бы осуществляться, в том числе, и дистанционными (аэрокосмическими) методами, с предоставлением результатов наблюдений два раза в год (по парам, во время посевной и в предзимний период - сопоставление).

Промышленные узлы ЦЧР используют экологически не безупречные технологии. Как показывают исследования по теме, это может неблагоприятно влиять на ход естественных процессов большими способами и на больших территориях, за пределами ближних зон, объектов экологического мониторинга. Результатом опосредствованного (неявного) воздействия этих предприятий является повышенная эрозионная активность (овраги,



ложбины стока - делли), заиливание водоемов продуктами твердого стока, деградация плодородного слоя как результат плоскостного смыва на десятках км от предприятий.

**Рекомендация.** Осуществить ревизию природных обстановок вокруг промышленных узлов региона в дальней зоне (до 30 км), в целях выявления опосредованного (скрытого, через другие факторы) негативного влияния на окружающую среду (растительность, почвы, эрозия), для выработки соответствующих природоохранных мер.

Окружающая нас природная обстановка (ландшафты, климат, почвы, растительность и т.д.) характеризуется неповторимым сочетанием особенностей, параметров, свойственная только нашему времени. Люди недавнего исторического прошлого ЦЧР (культуры эпохи бронзы Донской долины, существовавшие во времена формирования погребенных елизаветовских ископаемых почв) наблюдали существенно иные элементы рельефа, чем мы. Только в пойме р. Гаврило за последние 4 тысячи лет накопилось более 6 м глин, два основных уровня почв. По палинологическим данным мы знаем, что климатический оптимум голоцена был вовсе не ныне, а 5,8-5,0 лет назад, во второй половине атлантического периода, и что среднегодовые температуры тогда намного превосходили нынешние [6], тенденцию повышения которых мы связываем обычно с парниковым эффектом. Известно и то, что суббореальное время (около 2,5 тысяч лет назад), когда формировались нынешние черноземы, было не только более влажным, но и прохладнее нынешнего. Изменчивость окружающих природных обстановок впечатляет. Уже на памяти ныне живущих людей почти исчезли протяженные еще тридцать лет назад коренные выходы девонских пород у г. Семилук и многие иные известнейшие и часто посещаемые геологические разрезы (заросли, задернованы). Между тем, например, в Новой Зеландии все подобные природные объекты-обнажения, именно в связи с их недолговечностью, поставлены на учет, каталогизированы, их состояние периодически отслеживается. Подобные подходы дают не только «объемную» информацию о строении геологических тел, но и позволяют фиксировать *темпы* естественных текущих изменений.

**Рекомендация.** Выделенным 63 эталонным участкам, равномерно распределенным по территории ЦЧР и охватывающим все типы природных обстановок (фиксируемых, в частности, цифровой фотосъемкой), придать статус объектов биосферного мониторинга региона. Обследование их должно повторяться с интервалом в два года при использовании итерационного исследовательского (аналитического) комплекса. Оптимальные точки цифровых съемок ландшафтов привязываются с использованием спутниковых навигационных систем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шевырев Л.Т., Раскатов Г.И., Алексеева Л.И. Шкурлатовское местонахождение фауны крупных млекопитающих микулинского времени // Бюл. Ком. по изуч. Четвертичного периода АН СССР. -1979. -№ 49. - С. 39-48.
2. Шевырев Л.Т., Алексеева Л.И., Спиридонова Е.А. Новые данные о позднем плейстоцене Среднего Дона // Бюл. Ком. по изуч. Четвертичного периода АН СССР. -1985. -№ 54. - С. 22-39.
3. Шевырев Л.Т., Спиридонова Е.А., Алексеева Л.И., Тихомиров С.В. Опыт детального стратиграфического расчленения верхнего плейстоцена и голоцена Калачской возвышенности // Бюл. Ком. по изуч. четвертичного периода АН СССР. -1987. -№ 56. - С. 45-64.
4. Шевырев Л.Т., Горлов М.Д., Спиридонова Е.А. и др. Погребенные почвы Калачской возвышенности // Почвоведение. -1988. -№ 4. - С. 4-18.
5. Спиридонова Е.А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене - голоцене. -М., 1991. - 220 с.
6. Спиридонова Е.А., Лаврушин Ю.А. Корреляция геолого-палеоэкологических событий голоцена арктической, бореальной и аридной зон Восточной Европы // Четвертичная геология и палеогеография России. -М., 1997. - С. 151-171.
7. Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Баслеров С.В. и др. Основные этапы истории речных долин центра Русской равнины в позднем валдае и голоцене: результаты исследований в среднем течении р. Сейм // Геоморфология. -2001. -№ 2. - С.19-34.
8. Сычева С.А., Чичагова О.А., Дайнеко Е.К. и др. Этапы развития эрозии на Среднерусской возвышенности в голоцене // Геоморфология. -1998. - № 4. - С. 12-21.
9. Ахтырцев А.Б., Ахтырцев Б.П., Пряхин А.Д. Палеопочвенные исследования в полевых работах Воронежского госуниверситета // Пятьдесят полевых сезонов археологов ВГУ. -Воронеж, 1997. - С. 135-144.
10. Савко А.Д., Шевырев Л.Т. Ультратонкое золото. - Воронеж, 2001. - 152 с.
11. Максимов В.М. Магнитовариационные исследования в центре Европейской части РСФСР: Автореф. дис. ... к. геол.-мин. н. -Воронеж, 1974. - 22 с.
12. Дубянский А.И. Глубинное строение Воронежского кристаллического массива по данным взрывной сейсмологии: Дис. ... к. геол.-мин. н. -Свердловск, 1984. - 235 с.
13. Старовойт О.Е., Надежка Л.И., Мехрушев Д.Ю. и др. Об организации режимных сейсмологических исследований на территории ВКМ // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. -1998. -№ 6. - С. 213-216.
14. Надежка Л.И., Дубянский А.И., Сафронич И.Н., Скребнев А.И. Сейсмический режим Воронежского кристаллического массива // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. -2000. -№ 3(9). - С. 209-215.
15. Тарков А.П., Силкин К.Ю. Результаты микросейсмокаротажных работ в ближней зоне НВ АЭС // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. -2000. -№ 3(9). - С. 197-204.
16. Донабедов А.Т., Сидоров В.А. Соотношение между современными вертикальными движениями земной коры, геофизическими полями и геоструктурными элементами на юго-западе Русской платформы // Современные движения земной коры. -М., 1963. -№ 3. - С. 63-85.
17. Мещеряков Ю.А. Современные движения земной коры // Природа. -1958. -№ 5. - С. 15-24.

18. Старухин А.А. Неотектоника восточного крыла Среднерусской антеклизы и прилегающей части Окско-Донской равнины: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. н. -Воронеж, 1973. – 22 с.

19. Раскатов Г.И. Геоморфология и неотектоника территории Воронежской антеклизы: Дис. ... д. геол.-мин. н. -М., 1970. –650 с.

УДК 551.24.01:514.758

## ГЕОКИНЕМАТИКА РИФТОВЫХ ЗОН

Л.И. Четвериков

Воронежский государственный университет

В статье рассматривается геометрия рифтовых зон, включающая в себя геометрию их формы, строения и генезиса. Выделяются и анализируются теоретически и практически возможные кинематические схемы образования рифтов. Указывается к образованию каких тектонических элементов ведет реализация той или иной кинематической схемы.

В данном случае понятие «рифтовая зона» или более кратко «рифт» используется в обобщенном виде так, как оно трактуется в работах [1, 2].

Рифты представляют собой тектонические объекты имеющие линейно вытянутую форму. Длина рифтовой зоны ( $L$ ) по ее простиранию на порядок и более превышает ее среднюю ширину ( $H$ ). Тогда как ширина рифта всегда оказывается больше ее вертикальной мощности. Таким образом форма данного тектонического объекта определяется следующим соотношением ее геометрических элементов ( $L \gg H > M$ ).

В строении рифтовой зоны выделяют среднюю, наиболее погруженную часть рифта, называемую «осевой зоной», в середине которой проходит «ось рифта». Ось рифта может представлять собой прямую или кривую линию, если рифт меняет направление своего простирания. В обе стороны от осевой зоны располагаются менее погруженные боковые части рифта, отделяемые от нее тектоническими ступенями. В качестве элементов тектонического строения рифтовой зоны выступают отдельные блоки оседания, ограничивающие их разломы, гьяры и различные трещины, в совокупности образующие горсто-грабенную структуру.

Рифтовые зоны имеют отчетливо выраженную трехосную анизотропию своего строения: наиболее выражено строение рифта по простиранию, более изменчиво по его ширине и наиболее изменчиво по мощности. Что касается симметрии геометрии строения рифтов, то имеющийся фактический материал показывает, что у них возможны несколько вариантов симметрии.

Наиболее высокую симметрию имеют океанские рифты.

Если рассматривать срединно-океанский рифт в пределах двух ограничивающих его трансформных разломов, то легко заметить, что, как правило, он имеет отчетливо выраженное симметричное строение, которое выражается в наличии вертикальной,

назовем ее «продольной» плоскостью симметрии ( $P^I$ ), проходящей по оси рифтовой долины. Можно так же заметить, что оба фланга срединно-океанского рифта подобны друг другу, что указывает на наличие еще одной вертикальной плоскости симметрии в его строении, назовем ее «поперечной» ( $P^{II}$ ). Она располагается в середине рифта, как бы деля его на две равные части. Ориентирована вторая плоскость симметрии вкрест простирания рифта, точнее, перпендикулярно «продольной» плоскости симметрии. Наличие данных двух плоскостей симметрии говорит о присутствии в геометрии срединно-океанских рифтов и третьего элемента симметрии – вертикальной оси симметрии второго порядка ( $L_2$ ), расположенной на пересечении плоскостей симметрии ( $P^I$  и  $P^{II}$ ).

Другой особенностью геометрии строения данных рифтов является наличие у них «верха» и «низа», говорящих о том, что их верхняя часть по своему тектоническому и иному строению отличается от нижних их частей. Данный факт указывает на отсутствие в геометрии их строения «срединной», горизонтальной плоскости симметрии.

Таким образом, геометрия строения океанских рифтов выражается симметрией  $L_2 \cdot 2P$  (рис. 1). Подобного рода симметрия возможна только когда оси анизотропии ( $I_L$  и  $I_H$ ) ориентированные по длине и ширине рифта геометрически представляют собой тензоры, иначе обладают симметрией тензоров [3, 4, 5, 6]. Что касается вертикальной оси анизотропии по мощности рифта ( $I_M$ ), то она является векторной ввиду отличия нижней и верхней части рифта по его строению, форме и возможно по составу.

Подобная симметрия оказывается максимальной возможной симметрией для геологических объектов объединяемых под понятиями «рифтовая зона» и «рифт» [1, 2].

Указанная геометрия срединно-океанского рифта, в виде обобщенной геометрической схемы