

ГЕНЕЗИС
И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.471

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
В СВЯЗИ С КОРОТКОПЕРИОДИЧЕСКИМИ
КЛИМАТИЧЕСКИМИ КОЛЕБАНИЯМИ

© 2019 г. Л. Г. Смирнова¹, *, Ю. Г. Чендев¹, Н. С. Кухарук¹,
А. Г. Нарожня¹, С. А. Кухарук¹, Г. В. Смирнов¹

¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ “БелГУ”),
Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85

*e-mail: lidya.smirnova@yandex.ru

Поступила в редакцию 01.10.2018 г.

После доработки 14.12.2018 г.

Принята к публикации 26.12.2018 г.

Внутривековой климатический тренд периода 50–90-х гг. показывает чередование прохладно-влажных и тепло-сухих периодов, что подтверждается показателями гидротермических коэффициентов. Исследованиями, проведенными на юге лесостепи Среднерусской возвышенности (Белгородская обл.) на основе геоинформационного анализа разновременных почвенных карт, были выявлены закономерные трансформации границ почвенных ареалов автоморфных черноземов (Chernozems), связанные с внутривековой климатической цикличностью. Площади трансформированных ареалов черноземов (Chernozems) составили – 125790 га (38.5%). В целом, площади почвенных контуров на изучаемой территории на 61.5% (328885 га) остались без изменения. Индикаторами отклика почвенного покрова послужили карбонатность и выщелоченность. Выявлено, что при условии повышения гидротермического коэффициента более чем на 0.2 единицы происходят динамические колебания линии вскипания у черноземов (Chernozems), приводящие к изменению таксономической принадлежности почв на уровне подтипа.

Ключевые слова: черноземы, лесостепь, Среднерусская возвышенность, изменение климата, метод ГИС-анализа, векторные карты

DOI: 10.1134/S0032180X19070116

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдения за климатическими изменениями, которые выполнялись на многих метеорологических станциях, подтверждают ставший уже достаточно актуальным тезис, что климатические параметры не являются постоянными, а подвергаются определенным колебаниям [6, 7, 9, 12, 14]. Исследованиями установлен основной климатический тренд, который показывает повышение температуры воздуха, сказывающийся на продолжительности метеорологических сезонов [5, 8].

Особое внимание привлекают исследования, которые направлены на выявление влияния климатических изменений на наземные экосистемы, их биоразнообразие и продуктивность [10, 14, 18]. Внутривековая климатическая цикличность имеет волнообразную динамику, которая отражается на состоянии почвенного покрова [16]. Наибольшую степень вариабельности среди почвенно-генетических характеристик показывает карбонатность и выщелоченность [3, 4, 11, 15]. Хохлова указывает, что карбонатное состояние чернозе-

мов – “чуткий индикатор колебаний климата, в большинстве его параметров климатические флуктуации проявляются очень быстро и могут быть зафиксированы в коротких почвенных хронорядках, где интервалы времени между почвами-точками хроноряда составляют 25–50 лет” [17].

Некоторые авторы [2, 13] также отмечают влияние значительного количества осадков с биологически активными температурами на изменение карбонатного профиля и ряда других почвенно-морфологических характеристик. Однако существует дефицит сведений о влиянии внутривековых климатических циклов на почвы и почвенный покров. Для решения таких задач, в частности, целесообразно использовать специализированные геоинформационные системы, которые позволяют выявлять изменения и качественные переходы границ почвенных контуров на основе крупномасштабных почвенных обследований.

Целью данного исследования явилось выявление реакции почвенного покрова на короткопериодические климатические изменения на основе

анализа разновременных крупномасштабных почвенных карт с использованием ГИС-технологий.

В задачи исследования входило: 1 – проведение анализа метеорологических особенностей внутривекового климатического цикла, соответствующего периодам почвенных обследований в 70 и 90-е гг. прошлого века; 2 – выявление ответной реакции автоморфных черноземов (Chernozems) юга лесостепи на климатическую изменчивость с применением ГИС-технологий по результатам данных разновременного крупномасштабного картографирования.

Независимо от известных и неизвестных причин изменения климата экосистемам необходимо адаптироваться к его последствиям в окружающей среде. Поэтому очень важно рассмотреть реальных изменений структуры почвенного покрова, прежде всего, по уже имеющимся наблюдениям, и определить прогноз на будущее. Без этого невозможна реализация концепции устойчивого развития, которая сформулирована обществом на двадцать первый век. Предполагается, что устойчивое развитие может быть достигнуто только на основе разрешения рассматриваемых задач.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для выполнения поставленных задач были применены методические подходы по обработке

разновременных крупномасштабных почвенных карт на тестовом объекте, в качестве которого был выбран Шебекинский район [16]. Затем технология работы была распространена на сопредельные с ним районы: Чернянский, Новооскольский, Яковлевский, Корочанский, Валуйский, Волоконовский районы и Старооскольский городской округ (рис. 1).

На территории Белгородской области первый тур почвенного обследования проводился в начале 70-х гг., второй тур – в 90-х гг. Данная информация была получена из архивов Федеральной службы регистрации, кадастра и картографии (Росреестр). Исполнителем работ вышеуказанных туров почвенного обследования являлся Государственный проектный институт по землеустройству (Гипрозем). Между почвенными обследованиями по районам области наблюдался в среднем двадцатилетний временной интервал. На основании крупномасштабных почвенных карт по землепользованиям хозяйств в масштабе 1 : 10000 были составлены районные почвенные карты с последующим уменьшением их до масштаба 1 : 50000. Для обоснования влияния внутривековой климатической изменчивости был предложен алгоритм анализа материалов повторных почвенных обследований (рис. 2).

С помощью геоинформационной системы ArcGIS (в программе ArcMap) почвенные карты



Рис. 1. Территория Белгородской области и районы исследования: 1 – Старооскольский городской округ, 2 – Чернянский район, 3 – Яковлевский район, 4 – Корочанский район, 5 – Новооскольский район, 6 – Шебекинский район, 7 – Волоконовский район, 8 – Валуйский район.



Рис. 2. Алгоритм анализа материалов повторных почвенных обследований для обоснования влияния внутривековой климатической изменчивости.

двух туров по изучаемым районам были переведены в цифровой вариант. Сформированные базы данных почвенных контуров послужили исходным материалом для выявления различий в состоянии почвенного покрова между турами обследования. Оцифрованные почвенные карты совмещались с топографической основой для выявления принадлежности почвенных ареалов к плакорным территориям и покатым склонам с крутизной поверхности 1°–3°, и в программе ArcGIS они привязывались к космическим снимкам. Было достигнуто лучшее совмещение почвенных контуров (при размере ячейки 10 м и аффинном преобразовании среднеквадратическая ошибка составила в среднем для всех карт 7 м). Эрозионная сеть выделялась на основании данных SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), а карты уклонов и экспозиций конвертировались в векторный формат. В результате использования функции “Пересечение” они объединялись в единый файл отражающий данные по преобразованию почв с возможностью установления площадей в различ-

ных их комбинациях. Бассейны рек 5–7 порядков были по топографической карте (М 1 : 10000) разделены на правый и левый склон, данные внесены в атрибутивную таблицу. Для составления отчетов по площадям на разных экспозициях и берегах рек использован инструмент “Частота”, позволивший объединить преобразованные почвы по типу преобразования, экспозиции или берегу и получить суммы соответствующих площадей. После чего с использованием инструмента “Выбрать по атрибуту” получены необходимые данные для анализа.

Для характеристики метеорологических особенностей исследуемой территории был проведен сбор данных о климатических параметрах (осадках, средних температурах) по метеорологическим станциям Белгородской (Готня, Богородицкое – Фенино, Валуйки) и других сопредельных областей (Калач, Воронеж, Курск, Харьков) с использованием архивов Государственного фонда данных о состоянии природной среды. Рассчитаны значения гидротермического коэффициен-

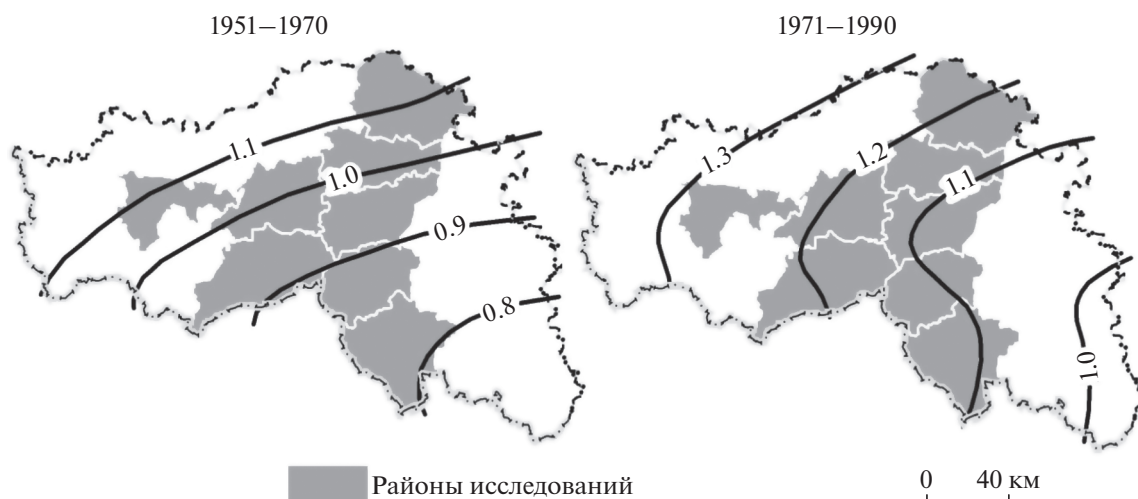


Рис. 3. Гидротермический коэффициент по периодам: предшествующий первому туру почвенного обследования (1951–1970 гг.), предшествующий второму почвенному обследованию (1971–1990 гг.).

та для периодов почвенных обследований. С использованием геостатистических операций в программном комплексе ArcGIS 10.2 проведен подбор наилучшего метода интерполяции климатических параметров (осадков, среднегодовой температуры и гидротермического коэффициента). Наименьшие ошибки были отмечены при использовании радиальных базисных функций (полностью регуляризованный сплайн). Полученные карты прогнозных значений были преобразованы в растровые данные для удобства дальнейших исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ метеорологических особенностей внутривекового климатического цикла, предшествующий первому почвенному обследованию (1951–1970 гг.), показал, что гидротермический коэффициент изменялся на территории обследования от 1.1 до 0.8 с севера на юг (рис. 3). В этот период среднегодовые температуры воздуха были ниже нормы. В период между турами обследования (1971–1990 гг.) они в целом были выше климатической нормы. Наблюдения за осадками выявили тренд в сторону их увеличения. Минимальные значения в ряду наблюдений отмечались в 1975 г. – 396 мм, уже в 1984 г. – 486 мм и в 1991 г. – 497 мм. Эта тенденция отмечалась в целом на исследуемой территории по значениям ГТК. В этот период наблюдалось заметное увеличение этого показателя до 1.1–1.33 единиц, по сравнению с его значениями до 1971 г. (0.8–1.1).

На западе области в Яковлевском районе в северной его части отмечалось среднегодовое количество осадков более 550 мм, в юго-западной части территории района обнаруживалось среднее

значение этого параметра в диапазоне от 500 до 550 мм. Большая часть Шебекинского и Корочанского районов находятся в зоне увлажнения, характеризующейся средними значениями шкалы распределения осадков (500–550 мм). Значительная часть исследуемой территории Старооскольского, Чернянского, Новооскольского, Валуйского и Волоконовского районов вошла в зону максимального увлажнения с параметрами более 550 мм.

Характеристика среднегодовых значений температур имела определенную закономерность. Наблюдалось постепенное нарастание температур с северо-запада на юго-восток. Чернянский, Корочанский и северо-западная часть Старооскольского районов находились в зоне среднегодовых значений температур в интервале 6.6–7.0°C. В зоне значений 7.1–7.5°C находились следующие районы: Яковлевский, Шебекинский, Новооскольский и части Валуйского и Корочанского. Максимальные температурные условия складывались в Валуйском и Волоконовском районах, достигая среднегодовых значений более 8.5°C.

В результате анализа состава почв исследуемых территорий за период между первым и вторым турами крупномасштабного почвенного обследования в Валуйском, Яковлевском, Волоконовском и Старооскольском районах Белгородской области установлено, что на месте ареалов черноземов типичных (Haplic Chernozems (Loamic, Pachic)) выявлены черноземы выщелоченные (Luvic Chernozems (Loamic, Pachic)), преимущественно на склонах северной и восточной экспозиций, что связано с динамикой залегания карбонатов в почвенном профиле. Период 1971–1991 гг. характеризуется более высокими значениями ГТК: в среднем на 0.26 выше по сравнению с предыдущим периодом

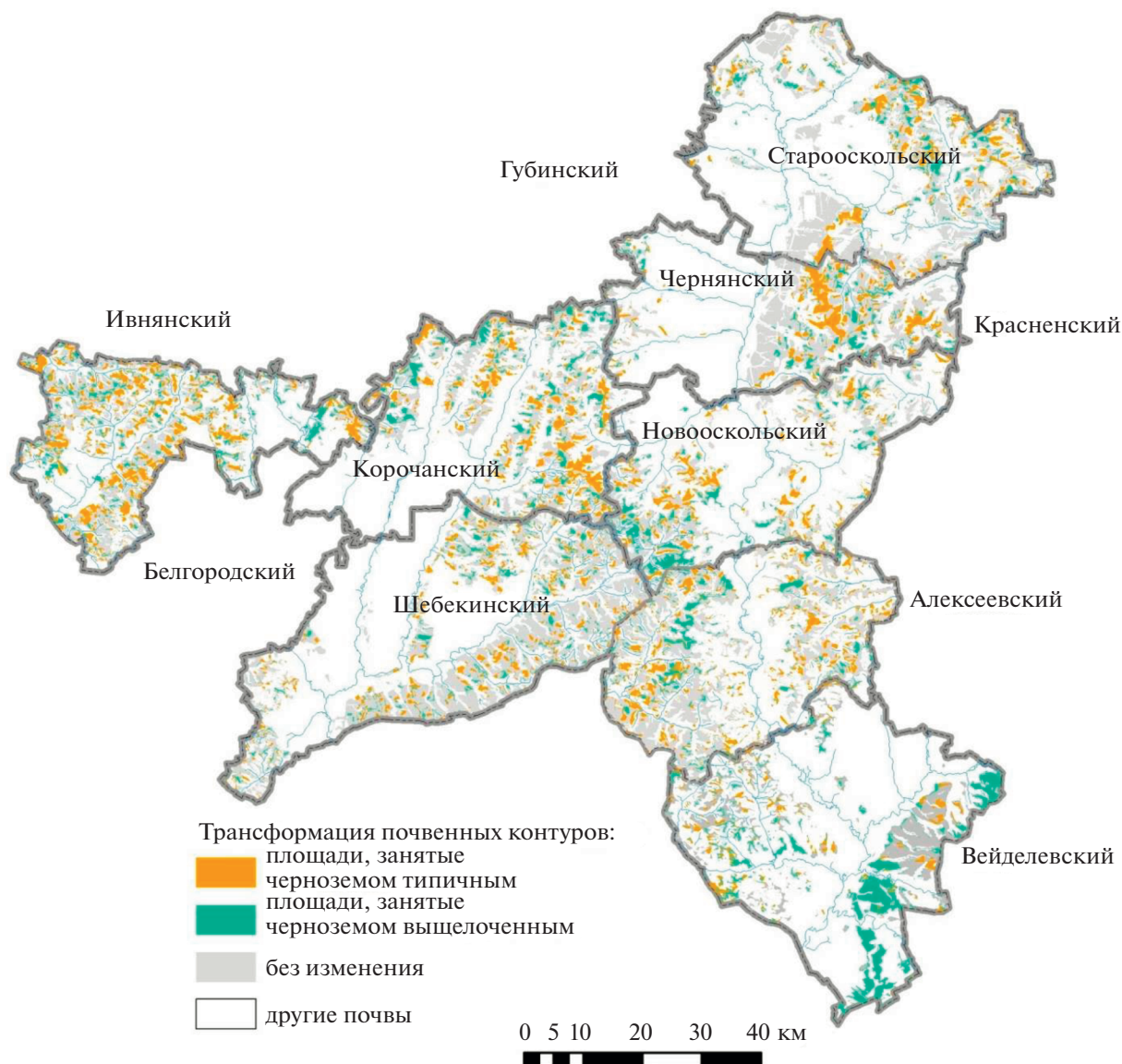


Рис. 4. Пространственная трансформация почвенных ареалов исследуемых районов Белгородской обл.

(рис. 3). Наибольшему увлажнению подверглись южные районы (Шебекинский, Корочанский, Валуйский, Волоконовский), в которых ГТК повысилось на 0.25–0.37 по сравнению с предыдущим периодом обследования. На территории этих районов на почвенных картах установлены значительные трансформации ареалов черноземов типичных в выщелоченные. Гипотеза исследования о том, что в условиях повышения значений ГТК происходит изменение линии вскипания у черноземов, приводящая к изменению таксономической принадлежности почв на уровне подтипа, подтверждается, но только при условии повышения ГТК более чем на 0.2. Исходя из полученных данных, выявилась закономерная ситуация, связанная с понижением линии вскипания в черноземах типичных на территории се-

ми из восьми изученных районов (кроме Старооскольского городского округа).

Пространственная трансформация почвенных ареалов исследуемых районов Белгородской области отражена на рис. 4. При визуализации полученного картографического материала выявились некоторые закономерности распространения изучаемых почвенных ареалов. Преобладающим фоном выделяются площади, не подверженные трансформации изучаемых подтипов черноземов (Chernozems). Почвенный покров в целом устойчив к краткосрочным климатическим изменениям. Однако на территории Валуйского, Яковлевского, Волоконовского и Чернянского районов наблюдается заметная трансформация некоторых почвенных ареалов. Отмечается возрастание площадей черноземов выщелочен-

Таблица 1. Изменение площадей почвенных ареалов (га) по материалам двух туров крупномасштабного картографирования

Район	Площади выщелоченных черноземов	Площади типичных черноземов	Без изменений	Итого площадь изученных почв
Старооскольский	2481	7539	37890	47910
Чернянский	7811	5667	30898	44376
Яковлевский	12343	7340	22022	41705
Корочанский	11072	8955	18733	38768
Новооскольский	7659	7156	24400	39215
Шебекинский	7866	6247	35241	49354
Валуйский	15162	3918	3088	22168
Волоконовский	8671	5893	30823	45387
Всего по районам	73865	52715	203095	328883
Доля изученных почв, %	19.7	18.8	61.5	100

ных (Luvic Chernozems) на месте типичных (Haplic Chernozems). Визуально они выделяются в виде массивов большой площади. В северной и центральной частях – на территории Корочанского, Шебекинского, Новооскольского и Старооскольского районов – также отмечается распространение выщелоченных черноземов на месте типичных, однако их доля существенно ниже. Применение ArcGIS дало возможность получить количественные показатели площадей измененных ареалов.

В табл. 1 представлены результаты обработки картографических материалов в ArcGIS по всем районам области, имеющим материалы повторных почвенных обследований в 70-е и 90-е гг. По результатам проведенных работ установлено, что третья часть почвенных контуров на территории исследуемых районов претерпела изменения 125790 га (38.5%), не подверглась изменениям площадь 328885 га (61.5%). Наибольшая площадь измененных почвенных ареалов отмечалась на территории Валуйского района – 19080 га, наименьшая – на территории Старооскольского района 10020 га.

По изученным районам, включая тестовый объект (Шебекинский район) значения измененных ареалов черноземов (Luvic Chernozems), относительно площадей неизмененных почв, приведенных в скобках составили соответственно: Валуйский район 19080 га (3088 га); Новооскольский 14815 га (24400 га); Чернянский 13480 га (30898 га); Корочанский 20035 га (18733 га); Шебекинский 14113 га (35241 га), Старооскольский 10020 га (37890 га), что составляет от 20 до 86%.

В границах Валуйского района на крупномасштабных картах выявлены ареалы трансформированных выщелоченных черноземов (Luvic Chernozems) (на 11244 га) больше, чем типичных (Haplic Chernozems). Анализ почвенного покрова в других административных районах свидетель-

ствуют, что на территории Яковлевского (на 5003 га), Волоконовского (на 2778 га), Чернянского (на 2144 га) районов такая тенденция сохраняется, но на меньшей площади. В целом на исследуемой территории отмечается увеличение площадей выщелоченных черноземов на 21150 га.

Изменение площади почвенных контуров наблюдалось наиболее интенсивно на левых берегах рек: Корень, Короча, Оскол, Нежеголь. На территории Чернянского района выявлено 2144 га измененных ареала, занятых выщелоченными черноземами. В Корочанском районе эта площадь составляет 2118, в Шебекинском районе 1619, в Новооскольском районе всего 583 га.

Гипотеза также подтверждается на территории Волоконовского района так как наблюдается увеличение ареалов выщелоченных черноземов (Luvic Chernozems) на фоне уменьшения площадей типичных черноземов (Haplic Chernozems), которые составляют 2778 га. По результатам пространственного анализа на территории Старооскольского района отмечена наименьшая трансформация ареалов из черноземов типичных в выщелоченные.

Анализ распределения почвенных контуров по экспозициям склонов (табл. 2) показывает, что наибольшее распространение измененные ареалы выщелоченных черноземов получили на склонах северных экспозиций, что в целом составляет 33647 га, наименьшие площади на склонах восточной экспозиции – 7666 га.

В целом по изучаемым районам наблюдалось заметное увеличение ареалов выщелоченных черноземов на плакорах и пологих склонах до 3°.

Гипотеза исследования, утверждающая, что в условиях циклогенеза происходит динамика линии вскипания у черноземов, приводящая к изменению таксономической принадлежности почв на уровне подтипа, подтверждается только на территории некоторых районов. Исходя из полученных

Таблица 2. Динамика площадей черноземов (типичных – над чертой, выщелоченных – под чертой) на плакоргах и покатых склонах (1° – 3°) разной экспозиции в районах Белгородской области

Район	Экспозиция				Без изменения от общей площади	
	северная	восточная	южная	западная	га	%
	га					
Старооскольский	710/2840	533/948	509/2815	729/936	37890	79.1
Чернянский	3745/2520	1053/749	1917/1752	1096/646	30898	69.6
Яковлевский	5929/3212	1247/595	3919/2511	1248/1022	22022	52.8
Корочанский	4456/3709	1447/938	3994/3143	1175/1165	18733	48.3
Новооскольский	3710/3327	646/748	2467/2302	836/779	24400	62.2
Шебекинский	4160/3015	605/435	1991/1836	1110/961	35241	71.4
Волоконовский	3509/2581	950/514	3125/2019	1087/779	30823	67.9
Валуйский	7428/1636	1185/216	4387/1528	2162/538	3088	13.9
Всего	33647/22840	7666/5143	22309/17906	9443/6826	203095	61.8

данных, наиболее ярко выраженной становится ситуация, связанная с понижением линии вскипания в черноземах типичных на территориях в Корочанском, Новоскольском, Волоконовском и Валуйском районах.

В результате проведенных исследований был подготовлен реестр крупномасштабных картографических материалов и почвенных описаний разных туров почвенного обследования, соответствующих периодам различных фаз внутривековых гелиоклиматических циклов. Была сформирована электронная база данных почвенных ареалов изучаемой территории. Она предназначена для выявления трансформации системы почвенных контуров на картах разновременных периодов почвенного обследования территории юга лесостепи Среднерусской возвышенности, а также для хранения базовых слоев почвенного и климатического характера в виде гридов, где каждой ячейке соответствует определенная информация. База данных может применяться для сбора информации с целью мониторинга состояния почв и почвенного покрова, для актуализации бонитировочных земельно-оценочных работ по турам кадастровой оценки земель, а также для принятия управленческих решений в области рационального использования земельных ресурсов и устойчивому развитию территории юга Среднерусской возвышенности [1].

Работа с программой ArcGIS позволила с высокой точностью использовать приемы сравнительного анализа разновременных почвенных карт крупного масштаба, как инновационное приложение в системе почвенно-экологического мониторинга.

ВЫВОДЫ

1. Период, предшествующий первому почвенному обследованию, характеризовался среднегодовыми температурами ниже нормы, гидротер-

мический коэффициент изменялся от 1.1 до 0.8 с севера на юг. В период между первым и вторым турами почвенного обследования наблюдалось увеличение количества осадков, и гидротермический коэффициент заметно увеличивался от 1.1 до 1.33 единиц. Наибольшее увлажнение отмечалось на территории районов: Шебекинский, Корочанский, Валуйский и Волоконовский, в которых ГТК повысился на 0.25–0.37, по сравнению с предыдущим 20-летним периодом обследования.

2. На изучаемой территории почвенный покров в целом устойчив к краткосрочным климатическим изменениям, о чем свидетельствует проведенный ГИС-анализ площадей ареалов почв не подверженных изменениям по турам обследования. Эта площадь составляла 328885 га (61.5%). Трансформированные ареалы почвенных подтипов составляли третью часть почвенных контуров на территории исследуемых районов – 125790 га (38.5%). Наибольшая площадь измененных почвенных ареалов отмечалась на территории Валуйского района – 19080 га, наименьшая – на территории Старооскольского района 10020 га.

3. В условиях циклогенеза наблюдалось варьирование линии вскипания у черноземов, приводящей к изменению таксономической принадлежности почв на уровне подтипа. Данные трансформации могут быть рассмотрены в качестве отклика почвенного покрова на короткопериодические климатические флуктуации. Этот морфологический признак наиболее заметно варьирует в черноземах типичных на территории Корочанского, Новоскольского, Волоконовского и Валуйского районов в пределах юга Среднерусской возвышенности.

4. Наибольшей трансформации подвергались почвенные ареалы, расположенные на склонах северной экспозиции, что в целом составило

33647 га, наименьшие площади отмечены на склонах восточной экспозиции — 7666 га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- База данных: Мониторинг откликов почвенного покрова на внутривековую климатическую изменчивость в условиях юга лесостепи Среднерусской возвышенности. Свидетельство о государственной регистрации Базы данных № 2018620143, зарегистрирована в Реестре баз данных 22 января 2018 г.
- Базыкина Г.С., Бойко О.С. Влияние аномальных погодных условий последних десятилетий на водный режим мощных черноземов заповедной степи (Курская область) // Почвоведение. 2008. № 7. С. 833–844.
- Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Карбонатность почв: генетические и экологические аспекты // Грунтознавство. 2005. Т. 6. № 1–2. С. 11–18.
- Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. С. 136–137.
- Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Колебания и изменения климата на территории России // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2003. Т. 39. № 2. С. 166–185.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2011 г. М.: Росгидромет, 2012. 82 с.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 г. М.: Росгидромет, 2017. 70 с.
- Изменение климата. Обобщенный доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Под ред. Р.Т. Уотсона. ВМО, ЮНЕП, 2001. 215 с.
- Клименко Л.В. Колебания температуры воздуха на южной половине европейской территории СССР в 1891–1990 гг. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1992. № 1. С. 25–30.
- Израэль Ю.А., Груза Г.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология. 2001. № 5. С. 5–21.
- Овечкин С.В., Базыкина Г.С. Карбонатный профиль и режим влажности миграционно-мицелярных черноземов разных экосистем Курской области // Почвоведение. 2011. № 12. С. 1475–1486.
- Переведенцев Ю.П., Гоголь Ф.В., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Глобальные и региональные изменения климата на рубеже XX и XXI столетий // Вестник ВГУ. Сер. География. Геоэкология. 2007. № 2. С. 5–12.
- Почвы и растительность юга Среднерусской возвышенности в условиях меняющегося климата / Отв. ред.: Ю.Г. Чендев, М.Г. Лебедева. Белгород: Константа, 2016. 326 с.
- Разуваев В.Н., Шаймарданов М.З. Меняющийся климат планеты. М.: Модус К-Этерна, 2005. 320 с.
- Рогожникова Е.В. Состояние карбонатов в черноземах Каменной степи. Дис. ... канд. биол. н. М., 2010. 158 с.
- Смирнова Л.Г., Кухарук Н.С., Чендев Ю.Г. Почвенный покров юга лесостепи Среднерусской возвышенности на фоне внутривековых климатических изменений // Почвоведение. 2016. № 7. С. 775–784.
- Хохлова О.С. Карбонатное состояние степных почв как индикатор и память их пространственно-временной изменчивости. Автореф. дис. ... докт. геогр. н. М., 2008. 50 с.
- Чендев Ю.Г., Петин А.Н. Изменения климата XX столетия и их влияние на почвенный покров // Изменения климата, почвы и окружающая среда. Белгород: Константа, 2009. С. 147–155.

Changes in soil Cover Due to Short-Period Climatic Variations

L. G. Smirnova^{a,*}, Y. G. Chendev^a, N. S. Kukharchuk^a, A. G. Narozhnaya^a,
S. A. Kukharuk^a, and G. V. Smirnov^a

^aBelgorod State National Research University (NRU "BelGU"), Russia 308015, Belgorod, Pobedy str., 85

*e-mail: lidya.smirnova@yandex.ru

The intra-century climatic trend of the period of the 50s–90s shows the alternation of cool-wet and warm-dry periods, which is confirmed by indicators of hydrothermal coefficients. Studies carried out in the South of the forest-steppe of the Middle Russian Upland (Belgorod region) on the basis of geoinformation analysis of different-time soil maps revealed the natural transformation of the boundaries of soil areas of automorphic chernozems (Chernozems) associated with the intra-climatic cycles. The area of transformed areas of Chernozems was 125790 ha (38.5%). In General, the area of soil contours in the study area by 61.5% (328885 ha) remained unchanged. Indicators of the response of the soil cover was the carbonate content and videoconnect. It was revealed that under the condition of increasing the SCC by more than 0.2 units, dynamic oscillations of the line of effervescence in Chernozems occur, leading to a change in the taxonomic affiliation of soils at the subtype level.

Keywords: chernozems, forest — steppe, Middle Russian Upland, climate change, GIS analysis method, vector maps