

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ
В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

5. Геоэкологические проблемы оптимизации и биорекультивации отвалов вскрышных пород железорудных месторождений КМА / Корнилов А.Г., Петин А.Н., Сергеев С.В., Погорелов Ю.С., Тохтарь В.К., Присный А.В., Мартынова Н.А., Дроздова Е.А.; под общ. ред. А.Г. Корнилова - Белгород, ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2013. – 124 с.
6. Lisetskii F.N., Tokhtar V.K., Ostapko V.M., Prykhodko S.A., Petrunova T.V. Regularities and features of differentiation and anthropogenic transformation of steppe vegetation / Terrestrial Biomes: Geographic Distribution, Biodiversity and Environmental Threats. Eds.: Marlon Nguyen. NY, 2016. – С. 103-126.
7. Тохтарь В.К., Фомина О.В. Особенности формирования урбанофлор в различных природно-климатических и антропогенных условиях: факторный анализ и визуализация данных // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 9 (104). – С. 23-29.
8. Тохтарь В.К., Фомина О.В., Петин А.Н., Шевера М.В., Губарь Л.М. Сравнение урбанофлор различных природно-климатических зон методом факторного анализа // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 1. – С. 27-30.
9. Тохтарь В.К., Третьяков М.Ю., Чернявских В.И., Фомина О.В., Мазур Н.В., Грошенко С.А., Волобуева Ю.Е., Петина В.И. Некоторые подходы к оценке антропогенного влияния на фитобиоту // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 2. – С. 92-95.
10. Polukhin, O.N., Tokhtar, V.K., Petin, A.N., Martynova, N.A., & Petina, M.A. (2015). Perspective approaches to the directional selection of plant species for revegetation of ore mining dumps of Kursk Magnetic Anomaly // International Business Management 9 (6). 1056-1058. http://dspace.bsu.edu.ru/bitstream/123456789/17254/1/Tokhtar_Perspective.pdf
11. Мартынова Н.А., Тохтарь В.К. Некоторые подходы к направленному подбору видов при создании устойчивых культур фитоценозов в антропогенно нарушенных экотопах // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 15-1 (104). – С. 311-315.
12. Тохтарь В.К., Петин А.Н. Эволюция и дифференциация фитобиоты при антропогенном воздействии в степной и лесостепной зонах // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2012. – № 6. – С. 71-79.
13. Тохтарь В.К., Мартынова Н.А., Корнилов А.Г., Петин А.Н. Опыт разработки эффективных способов биологической рекультивации отвалов ГОКов на юге Среднерусской возвышенности // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 2. – С. 83-86.

УДК 911.8

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ: ВОЗМОЖНАЯ
СТРУКТУРА И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ**

**Белоновская К.А.*¹, Соболев Н.А.¹, Титова С.В.¹,
Тишков А.А.^{1,2}, Царевская Н.Г.¹, Кренке А.Н.¹, Чвырев А.А.¹**

¹ФБГУ Институт географии РАН, Москва, Россия

²ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия

*E-mail: belena@igras.ru

Аннотация. В статье обсуждаются перспективы формирования экологического каркаса территории Белгородской области как староосвоенного аграрного и урбанизированного степного региона. Предпринимаемые ранее попытки его создания фактически ориентировались на природно-антропогенные элементы интразональных и азональных ландшафтов, в т.ч. сохранившиеся участки пойм и водоохранные зоны,

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

фрагменты лесной растительности, лесополосы, лесопосадки, городские парки, овражно-балочные комплексы с травяными неудобьями и пр. Их общая площадь в регионе оценивалась в 10 %. Предлагается ориентировать будущий экологический каркас области на степной агроландшафт, включая в качестве приоритетных элементов сохранившиеся участки зональных степей, залежи бывшей низкопродуктивной пашни, восстанавливающиеся леса, лесополосы и фрагменты пойменной растительности. Оптимизация агроландшафта с приданием его элементам функций экологического каркаса и максимальное использование флористического пула для восстановления степной растительности в области позволит в перспективе избежать рисков снижения продуктивности аграрных угодий в условиях роста засушливости климата.

В 2011 г. в Белгородской области была утверждена Схема территориального планирования (Постановление Правительства от 31 октября 2011 г. №399-пп). В феврале 2023 г. в него были внесены соответствующие изменения, в т.ч. касающиеся развития региональной сети ООПТ, лесовосстановления и формирования экологического каркаса. В создании основ для последнего принимал участие и созданный еще в 2003 г. при НИУ БелГУ Федерально-региональный центр аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов, среди достижений которого в последние годы – (1) разработана система управления агроландшафтами Европейской лесостепи России на основе данных дистанционного зондирования и геоинформационного моделирования; (2) методика региональной экологической оценки объектов лесного хозяйства; (3) предложения о перспективных местах размещения новых рекреационных зон и реконструкции существующих; (4) методы мониторинга антропогенных изменений в лесах области и др. В этот же период в системе землеустройства Белгородской области было намечено и планирование объектов экологического каркаса области в целом и отдельных ее районов (Лисецкий, 2000; Корнилов, 2009; Стеценко, 2012), а отдельные участки заповедника «Белогорье» получили статус «перспективных участков Изумрудной сети Европы» - Emerald Network Europe (Изумрудная книга России (2011-2013)).

Фактически в основу экологического каркаса области предполагалось включать элементы ландшафта, «приближённые к естественным»: леса, болота, рекреационные и водоохранные зоны, сенокосы, пастбища, а кроме того, овражно-балочные территории, составляющие, по мнению разработчиков, около 10 % от площади, как непригодные для хозяйственной деятельности.

Настоящая статья посвящена новым подходам к формированию экологического каркаса Белгородской области, ориентированного на сохранившиеся и перспективные для восстановления участки агроландшафта – зональных степей низкопродуктивной каймы пашни, леса на исходно лесных местообитаниях и реставрированные территории интразональной растительности. Их основы представлены в наших более ранних публикациях (Соболев, 1999; Тишков, 2010, 2012; Белоновская и др., 2012; Тишков, Некрич, 2022; Tishkov et al., 2020).

Материалы и методы

Проблема комплексной пространственной оценки состояния агроландшафтов староосвоенных территорий, подобных Белгородской области для целей формирования здесь устойчивого и эффективного экологического каркаса не решена. Его изменчивость в XXI в., касается как структуры, так и динамики ее пространственных элементов, в т.ч. чередования циклов забрасывания пашни, сукцессий залежей, а также эффектов снижения плодородия,

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

роста засушливости климата и пр. Все это требует новых подходов и методов дистанционного мониторинга территории, использования новых технологий работы со спутниковой информацией и архивами съемки за последние 30 лет.

В работе для выявления актуальной структуры агроландшафта Белгородской области использованы тематические карты области, ряды мультиспектральной информации высокого разрешения (Landsat 8, Sentinel 2 и др.), цифровые модели рельефа. Для анализа и синтеза привлечены имеющиеся в государственных архивах, в т.ч. в системе Единой Федеральной Информационной Системы земель сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН), картографические материалы, методы машинного обучения и непараметрического анализа для построения моделей для выявления свойств агроландшафта и его отдельных элементов. На основе ретроспективного анализа проводится пространственный синтез изменчивости агроландшафта региона и его отдельных элементов, например состояния продуктивности пашни, сукцессий на залежах и на ранее облесенных землях

Для анализа данных по существующим типам землепользования области (грасланды – луга, степи, неудобья, пашня, покрытая лесом территория и пр., всего 11 классов) использовались глобальные данные Европейского Космического Агентства (European Space Agency (ESA)) на основе снимков Sentinel с разрешением 10 м за 2020 г. (рис. 1).

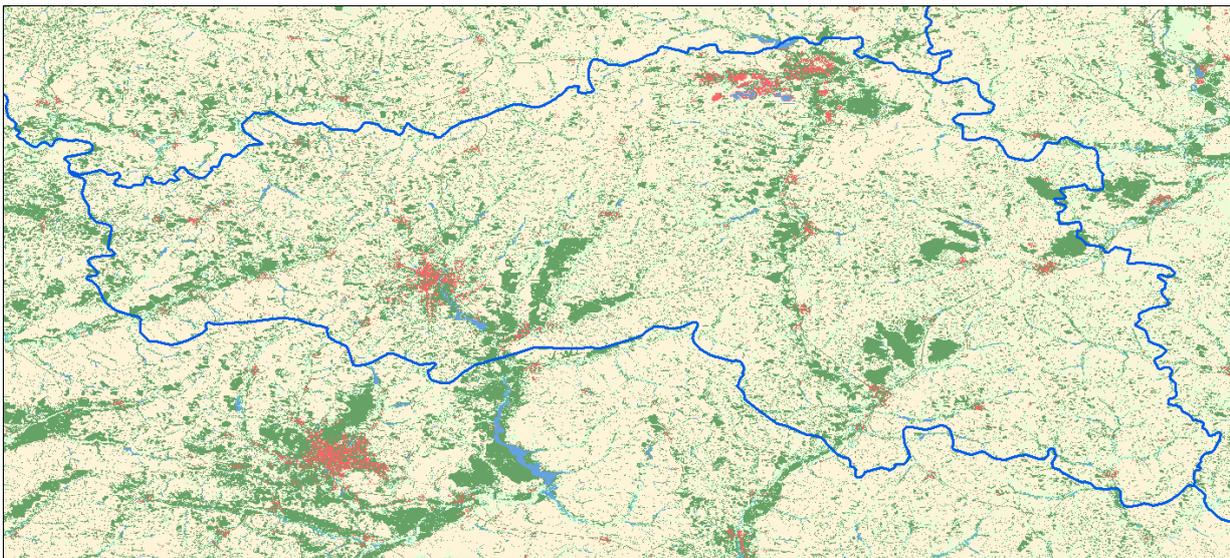


Рис. 1. Слой *LandCover* для старта первичной структуры агроландшафта Белгородской области

Для построения цифровой модели рельефа использовалось два источника данных: (1) ALOS Global Digital Surface Model "ALOS World 3D – 30m (AW3D30)". Этот набор данных представляет собой глобальную цифровую модель поверхности (DSM) с горизонтальным разрешением приблизительно 30 метров (в основном 1 угловая секунда), созданную панхроматическим прибором дистанционного зондирования для стереокартирования (PRISM), который был оптическим датчиком на борту усовершенствованного спутника наблюдения за сушей "ALOS" (рис. 2); (2) Коллекция миссии по радиолокационной топографии шаттла (SRTM, The Shuttle Radar Topography Mission). Разрешение также составляет примерно 1 угловую секунду (около 30 м).

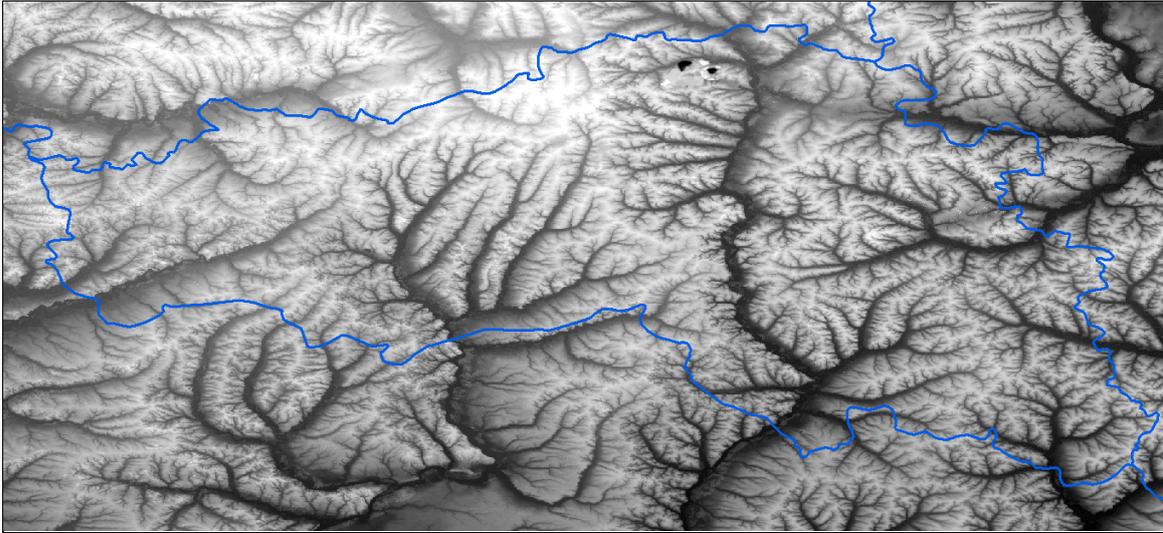


Рис. 2. Цифровая модель рельефа Белгородской области на основе ALOS.

Следующий этап – определение крутизны склонов. На основе полученных данных был построен растр крутизны склонов в градусах, т.е. определены уклоны. Далее из этого слоя были выбраны только те данные, которые относятся к распашке согласно слою *LandCover*, чтобы определить экстремальные углы, при которых происходит эрозия почвенного покрова при сельскохозяйственной деятельности (как пример, рис. 3).

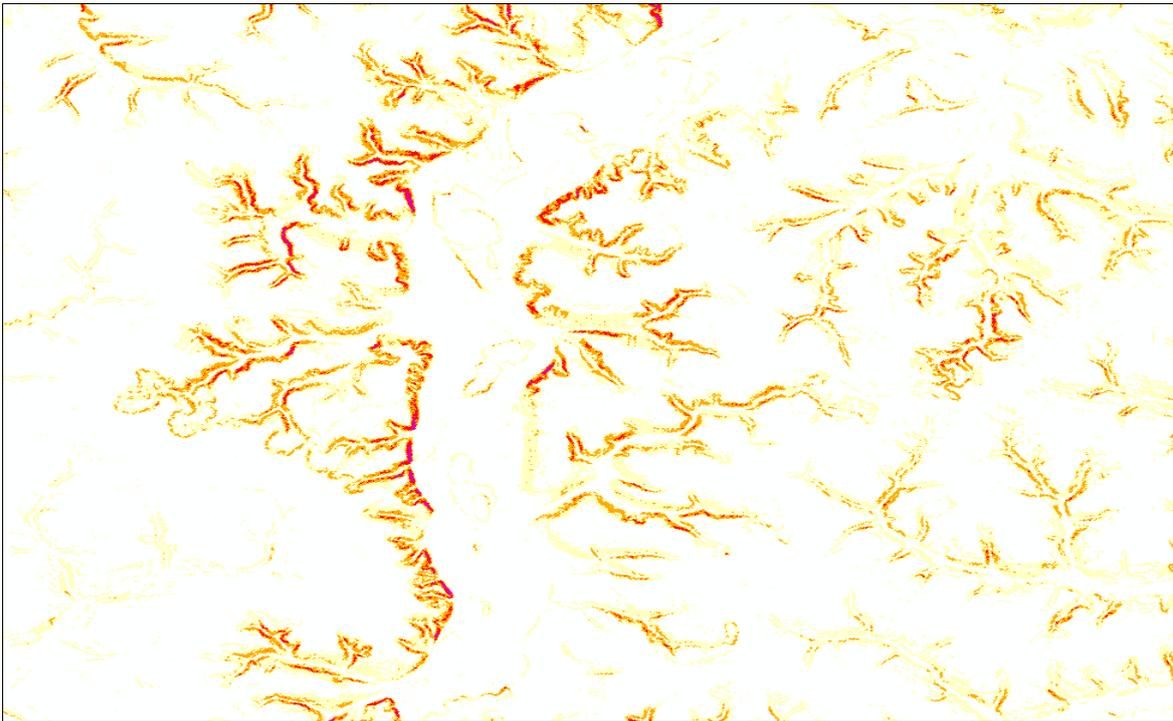


Рис. 3. Распределение по крутизне склонов на примере модельной балки, Белгородская область.

Далее вся территория Белгородской области разбивается на равные участки, так называемая *fishnet* (рис. 4). И по каждому участку с применением данных спутников высокого разрешения проводится визуальный анализ эродированных участков (рис. 3). К сожалению, полностью автоматизировать работу не представляется возможным, так как в используемых глобальных продуктах бывают ошибки.

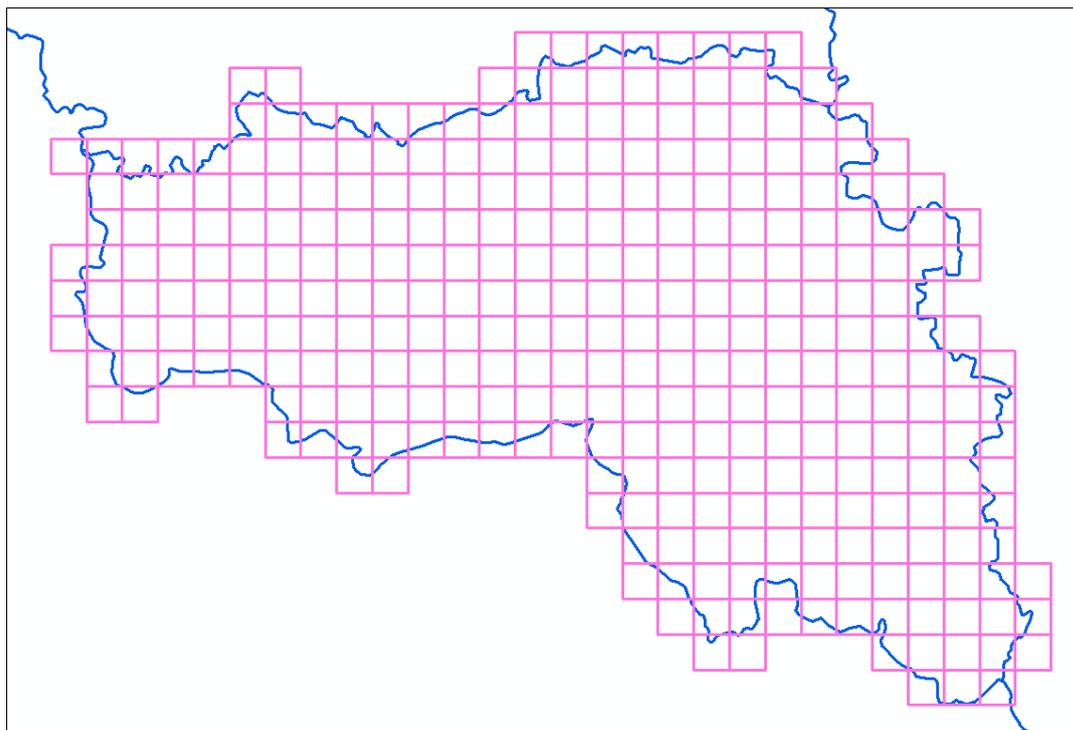


Рис. 4. Так называемая fishnet для Белгородской области.

Для удобства уклоны были разделены на следующие классы: а) до 5 градусов; б) от 5 до 10; в) от 10 до 20; г) от 20 до 25 и д) уклоны более 25 градусов. Пока классификация выбрана произвольно, далее ее нужно будет уточнить согласно, например, данным по эрозии почв, при которых начинает происходить интенсивный смыл и оврагообразование.

Другая часть методик по формированию экологического каркаса включает анализ картографических материалов разного масштаба (от 1:10 000 до 1:100 000), позволяющих создавать на рабочих картах контуры групп участков с сохранившимися фрагментами природной растительности и перспективными для восстановления, для выработки рекомендаций по снижению антропогенной фрагментации и экологической реставрации нарушенных земель. Методы сравнительно детально описаны Н.А. Соболевым в его публикациях, в т.ч. в (Соболев, 1999) и <http://biodat.ru/vart/ecocarkas>.

Результаты исследований и их перспективы

Институт географии РАН в рамках сотрудничества в НИУ БелГУ по программе «Приоритет 2030» и проектного кластера Института географии РАН и Института наук о Земле НИУ БелГУ одним из направлений выбрал разработку новых принципов формирования экологического каркаса области, базирующихся на оптимизации структуры агроландшафта, включении в каркас фрагментов восстанавливающейся зональной степной растительности и черноземов. Дистанционными методами в Белгородской области выявлено 702 участка сохранившейся степной растительностью на площади около 47 тыс. га, что составляет менее 1,7 % от территории всей области (Tishkov et al., 2020). Площадь степных экосистем за период с начала массового освоения черноземов региона сократилась более чем в 35 раз. Участки степной растительности мелкоконтурные и нарушенные, приурочены к неудобьям и эродированным склонам балок и логов в окружении пашни, селитебных и промышленных земель. Подавляющая часть участков имеет площадь менее 100 га, и не способна влиять на экологическое состояние прилегающих участков (Тишков, Некрич, 2022). Их объединение по принципу «максимальной дистанции» в распространении семян, не позволяет сформировать единый «степной коридор» для

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

будущего экологического каркаса области и оптимизации агроландшафта, которую мы связываем с установлением баланса потерь углерода на пашне и его накоплением на участках залежей. А имеющийся флористический пул Белгородской области (Tishkov et al., 2020), обладающий высокой долей адвентивных видов, на современном этапе не может обеспечить процесс восстановления нарушенных степных участков, особенно тех, которые длительное время использовались в качестве пашни.

Одним из главных элементов будущего экологического каркаса должны стать степные залежи на месте низкопродуктивной пашни. Они в основном приурочены к склонам разной крутизны (см. рис. 3) или же занимают участки, с развитой ранее лесной растительностью (рис. 5). Сохранившиеся природные массивы лесов (в основном вторичных), искусственные лесонасаждения и лесополосы также можно рассматривать как перспективные элементы каркаса, которые наряду с долинами рек, непрерывной сети оврагов и балок могут выступать в качестве экологических коридоров. В некоторых случаях в староосвоенных и урбанизированных регионах таковыми могут выступать и остепненные и луговые обочины дорог, как нас учили основоположники европейской школы сохранения биоразнообразия, а также элементы городского озеленения – как на Белгородчине (Стеценко, 2012), так и на урбанизированных территориях Китая (Peng et al., 2017).

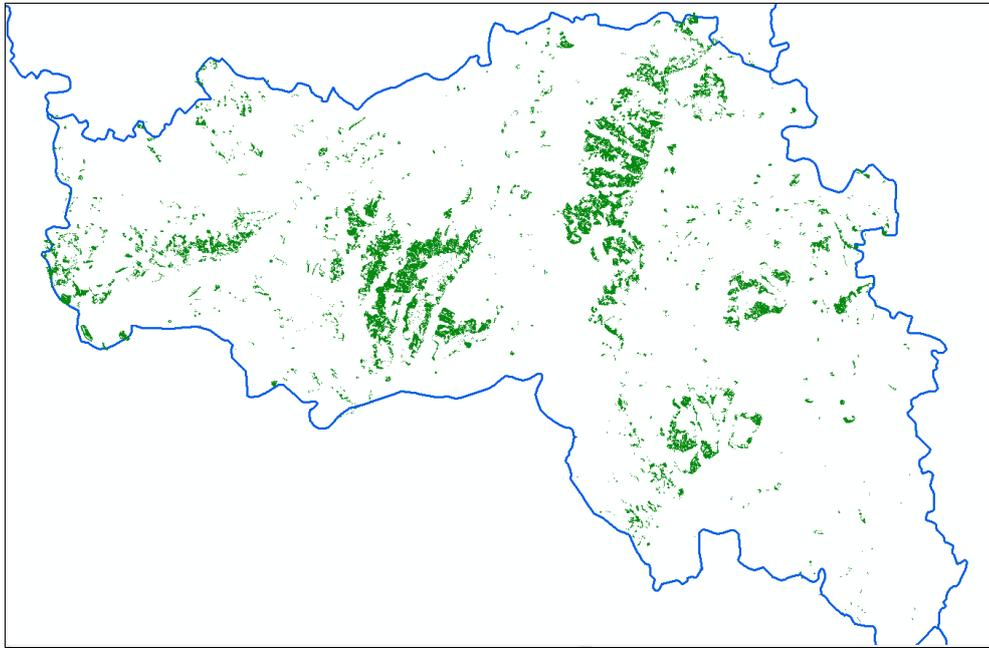


Рис. 5. Карта участков бывших лесных земель Белгородской области, в настоящее время занятых пашней

Пашня, земли ГОК и поселений, агропромышленный комплекс с одной стороны и участки заповедника «Белогорье» и другие ООПТ области – два противоположных по стратегии экологической устойчивости элемента степного ландшафта в целом. В агроландшафте, который по определению должен стать пространственной основой каркаса, также имеет разные по стратегии устойчивости и «углеродного баланса», как возможного критерия отбора пространственные элементы. Чтобы «уравновесить» потери углерода группой селитебных и техногенных элементов ландшафта нужно создать в регионе «степной» каркас и сеть степных ООПТ на черноземах близкую по площади. Понятно, что это невозможно, но можно сбалансировать и минимизировать текущие потери углерода в аграрном производстве за счет изменения структуры самого агроландшафта, высвободив участки низкопродуктивной пашни для восстановления степей (с высоким стоком углерода) и создать более рациональную сеть региональных степных ООПТ.

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

Эти вопросы будут решаться Институтом географии РАН в рамках исследований по проектам консорциума с Институтом наук о Земле НИУ БелГУ. Планируется:

- уточнить соотношение и провести дополнительное картографирование площади пашни и площади низкопродуктивной пашни – предлагаемых «восстанавливаемых» черноземов, выведенных из распашки (охраняемых степей, имеющих сукцессионный статус ранних и средних стадий восстановления, возможно статус региональных ООПТ);
- интегрировать площади выявленных ранее сохранившихся участков степей (занимают около 2 %, т.е. всего 47 тыс. га) в перспективную структуру экологического каркаса на базе агроландшафта области;
- провести оценку площадей овражно-балочной сети и состояния земель, ранее занимаемых лесной растительностью для понимания масштабов работ по экологической реставрации нарушенных земель агроландшафта, номинированных в экологический каркас;
- разработать концепцию учета сезонности и аграрных циклов при оценках динамики экологического каркаса и целевого назначения его перспективных пространственных элементов;
- дать реальные расчеты пропорции площадей, сохраняемых и вовлеченных в хозяйство элементов агроландшафта, в первую очередь для степей на черноземах с положительным и отрицательным трендом запасов углерода;
- обосновать перспективы долинных лесных и луговых комплексов как элементов будущего каркаса;
- создать предварительные (рабочие) карты экологического каркаса и дать формулу расчета пространственной оптимизации агроландшафта в рамках его создания в Белгородской области;
- обосновать универсальные для всего староосвоенного региона ЦЧО подходы и методы создания экологического каркаса.

Список литературы

1. Белоновская Е.А., Соболев Н.А., Тишков А.А. Географические основы формирования экологических сетей в России и Восточной Европе. Изв. РАН. Сер. геогр. – 2012. – № 1. – С. 128-130.
2. Изумрудная книга России. Территории особого природоохранного значения Европейской России. Предложения по выявлению. Часть 1. Ред.: Тишков А.А., Сагитов Р.А., Орлов В.А. Москва: Институт географии РАН, 2011-2013. – 308 с.
3. Корнилов, А. Г. О структуре экологического каркаса Валуйского района Белгородской области // Проблемы региональной экологии. – Смоленск. – 2009. – №1. – С. 99-103.
4. Лисецкий, Ф.Н. Формирование регионального экологического каркаса для обеспечения устойчивого развития // Научные ведомости БелГУ. Сер. Экология. – 2000. № 3 (12). – С. 3-9.
5. Соболев Н.А. Предложения к концепции охраны и использования природных территорий // Охрана дикой природы. – 1999. – №3. – С. 20-24.
6. Тишков А.А. Особенности территориальной охраны природы в России // Вестник Международной академии наук (русская секция). – 2010. – № 3. – С. 68-70.
7. Тишков А.А. Актуальная биогеография как методологическая основа сохранения биоразнообразия // Вопросы географии. – 2012. – Вып. 134. – С. 15-57.

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ
В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

8. Тишков А.А., Некрич А.С. Факторы территориальной дифференциации агроландшафта и перспективы сохранения степей Белгородской области // Аридные экосистемы. – 2022. – № 2 (91). – С. 13-26.

9. Стаценко Е.А. Планирование объектов экологического каркаса в структуре землеустройства Белгородской области. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. геогр. наук, НИУ БелГУ, 2012. – 24 с.

10. Peng Jian, Zhao Huijnan, Liu Yaixu. Urban ecological corridors construction. A review // Acta Ecologica Sinica. – 2017. – Vol. 37. – Pp. 23-30.

11. Tishkov A.A., Belonovskaya E.A., Zolotukhin N.I., Titova S.V., Tsarevskaya N.G., Chendev Yu.G. Preserved Sections of Steppes as the Basis for the Future Ecological Framework of Belgorod oblast // Arid Ecosystems. – 2020. – No. 10. – Pp. 36-43.