



УДК 631.4

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-2-124-133

**ОЦЕНКА РОЛИ ЛЕСОПОЛОС В ОПТИМИЗАЦИИ ПОЧВ И ЛАНДШАФТОВ:
ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР СВЕДЕНИЙ****ASSESSMENT OF THE ROLE OF SHELTERBELTS IN OPTIMIZATION OF SOILS
AND LANDSCAPES: LITERATURE REVIEW OF INFORMATION****Ю.Г. Чендев, Е.С. Беспалова
Yu.G. Chendev, E.S. Bespalova**Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85Belgorod National Research University,
85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia

E-mail: Chendev@bsu.edu.ru

Аннотация

В статье рассматриваются представления о многоплановой роли лесополос в агролесомелиоративном обустройстве территорий. Авторами был сделан акцент на анализе влияния лесополос на свойства почв как главного объекта труда и ресурса получения высоких урожаев – для возрождения интереса к воспроизводству и оптимизации состояния лесополос. Кратко освещаются исторические этапы внедрения агролесомелиорации на территории России, характеризуется современное состояние вопроса. Обсуждаются аспекты изменения гумусного состояния почв в зоне влияния лесополос. Отмечается роль многолетних исследований почв на территории Каменной степи. Рассматривается своеобразие использования лесополос в ландшафтах различных географических регионов Земли. Подчеркивается, что одним из регионов, в котором важна агролесомелиорация, является территория Центрального Черноземья и Белгородской области, в частности.

Abstract

In article ideas of multidimensional role of shelterbelts in agroforestry management of lands are observed. Many authors recognize the beneficial effect of shelterbelts on soils and environment not only as a result of decrease in the intensity of soil erosion, but also due to a number of other positive effects, such as: improvement of soil fertility and quality, formation of favorable microclimatic conditions, increasing of crop yields etc. The authors of the article focused attention on analysis of shelterbelts effect on the properties of soils as the main objects of labor and the main resource for high yields obtaining - to revive interest for reproduction and optimization the state of shelterbelts. Historical stages of shelterbelts introduction for agroforestry melioration in Russia are briefly covered, and current state of this question is characterized. The aspects of changes in the humus state of soils within shelterbelts zone influence are discussed. The role of long term soil researches on the territory of the Kamennaya Steppe is marked. The specifics of shelterbelts management in landscapes of various geographical regions of the Earth are considered. It is emphasized that one of regions with great importance of agroforestry management is the territory of the Central Chernozem Region, and the Belgorod oblast in particular.

Ключевые слова: почвы, лесополосы, агролесомелиорация, литературный обзор.**Keywords:** soils, shelterbelts, agroforestry management, literary review.

Введение

В развитии агролесомелиорации нашей стране принадлежит безусловный международный авторитет. Начатые в XIX в. по инициативе отдельных землевладельцев, работы по агролесомелиорации и разработка вопроса о значении полезащитных лесонасаждений для степных и лесостепных регионов получили научное обоснование в трудах В.В. Докучаева [Ерусалимский, Рожков, 2017]. В дальнейшем защитное лесоразведение стало составной частью благоустройства степей и планомерным государственным мероприятием в России по борьбе с засухой и эрозией почв [Мильков и др., 1992]. Ретроспективный анализ принятия важных государственных решений по степному лесоразведению в России свидетельствует о том, что данные решения часто появлялись после экстремальных климатических событий, результатом которых были неурожайные годы, и как следствие – голод или резкое ухудшение продовольственной обеспеченности страны. На территории Северной Евразии (бывшего СССР), вплоть до конца 1940-х гг. работы по агролесомелиорации проводились в ограниченном объеме. С 1931 по 1941 гг. на территории Европейской части страны было создано около 800 тыс. га защитных лесных насаждений разного назначения, однако качество посадок и породного состава деревьев было невысоким [Ерусалимский, Рожков, 2017]. И только в 1950-х – 1960-х гг. агролесомелиорация приобрела статус государственной сельскохозяйственной политики. Одним из важнейших государственных документов того времени был «План преобразования природы» – комплексная программа научно обоснованного природопользования в Советском Союзе. Программа была введена в действие решением Совета Министров СССР от 20 октября 1948 г. под названием «О плане защитных полос, внедрении севооборотов, строительстве прудов и водохранилищ для обеспечения высоких урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР» [Чегодаева и др., 2005].

Вместе с тем следует признать, что вопросы агролесомелиоративного обустройства территорий, широко внедрявшегося в Советском Союзе, в постсоветский период были «сняты с повестки дня». Попытки возрождения агролесомелиорации со стороны научно-исследовательских учреждений пока не имеют успеха из-за отсутствия государственного финансирования [Ерусалимский, Рожков, 2017].

Цель настоящей статьи заключается в анализе существующих представлений о многоплановой роли лесополос в агролесомелиоративном обустройстве территорий. Ключевой акцент сделан на анализе влияния лесополос на свойства почв как главного объекта труда и ресурса получения высоких урожаев.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время большая часть лесополос, созданных в 1950–1960-х гг. продолжает функционировать, внося положительный вклад в сохранение плодородия почв и в повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Вместе с тем площадей, занятых лесополосами в аграрно освоенных регионах страны, по расчетам специалистов недостаточно для достижения оптимального эффекта агролесомелиорации. В Европейской части России на землях сельскохозяйственного назначения (120.3 млн. га или 62 % от общей площади) только 2–3 % заняты многолетними насаждениями, в том числе лесополосами. Для устойчивого ведения сельского хозяйства, стабилизации микроклимата и предотвращения эрозии почв минимальный процент лесополос должен составлять не менее 8 % от сельскохозяйственной территории, то есть 9.6 млн. га на Европейской части, и 15.2 млн. га в целом по России. Оптимальный процент в степных зонах, должен составлять около 20 % от сельскохозяйственной площади, то есть 24 млн. га в Европейской части и 38 млн. га по всей России [Смелянский, Елизаров, 2009]. В работах многих авторов признается благоприятное влияние полезащитных лесополос на почвы и окружающую среду не только в результате снижения интенсивности почвенной эрозии, но также за счет целого ряда других положительных эффектов: а) улучшения



микроклимата вследствие снегозадержания зимой, снижения физического испарения и создания условий для накопления доступной для растений почвенной влаги весной и летом; б) повышения урожайности сельскохозяйственных культур; в) формирования среды обитания диких животных и дикорастущих растений; г) улучшения эстетического восприятия ландшафта [Kort, 1988; Кретинин, 1991; Агроэкологическое ..., 1996; Щеглов, 1999; Brandle et al., 2004; Perry et al., 2009; и др.]. В связи со вступлением в силу Киотского протокола у лесополос ощутимо проявились еще две важные функции, которые леса выполняли и раньше, но они не оценивались: связывание углерода углекислого газа, т.е. снижение парникового эффекта, и компенсация промышленных выбросов углекислого газа. В качестве важного примера следует указать, что в период с 1990 по 2002 гг. лесопосадками на сельскохозяйственных землях было поглощено 3047281 тыс. тонн углекислого газа на территории РФ, в том числе 2 % составил вклад Белгородской области, более 8 % – Воронежской и менее 2 % – Курской [Стеценко, 2011]. В некоторых публикациях, наряду с положительным, также отмечается негативное влияние лесополос на почвы и окружающую среду. Так, по мнению ряда авторов, лесополосы, как на водоразделах, так и в понижениях балочной сети оказывают существенное влияние на переувлажнение ландшафтов и возникновение мочаров [Рухович и др., 2014; Хитров, Чевердин, 2016]. Вместе с тем в большинстве случаев приводятся факты, свидетельствующие о пользе лесополос для экосистем и агроландшафтов.

И все же следует признать, что до конца не выяснена роль, которую оказывают лесополосы на почвы и почвенный покров, что, в первую очередь, относится к наиболее плодородным черноземным регионам России. Первые сведения о влиянии лесных полос на почвы в «Каменной степи» были опубликованы Г.М. Туминым [1930]. Отмечалось улучшение структуры, понижение глубины вскипания, увеличение мощности гумусового горизонта и содержания гумуса в нем, констатировалась трансформация обыкновенного чернозема в выщелоченный. Однако в более поздних исследованиях на территории Каменной степи мнения авторов о вкладе лесополос в почвообразовательный процесс стали не столь однозначными. По данным Б.П. Ахтырцева [Мильков и др., 1992], 30-летний срок произрастания лесополос недостаточен для трансформации обыкновенных черноземов в выщелоченные. При этом под влиянием лесных полос в распахивавшихся ранее почвах отмечалось некоторое повышение содержания гумуса, но лишь в 10–15-сантиметровом слое, соприкасающемся с лесной подстилкой. Глубже содержание гумуса оставалось без изменений. В составе гумуса увеличивается количество подвижных гуминовых кислот, образующихся при гумификации лесной подстилки и корневых остатков [Мильков и др., 1992]. Близкие выводы содержатся в работе Б.А. Когута и др. [2009]. Сравнение состояния чернозема обыкновенного Каменной степи под лесополосой по двум срокам обследования – в 1949–1952 гг. и в 1999–2002 гг. показало, что за 50 лет под лесополосой в слое 0–10 см произошло существенное возрастание $C_{орг.}$ за счет первой фракции ГК – из-за гумификации листовного опада деревьев. В слое же 10–21 см содержание $C_{орг.}$ снизилось – в основном, за счет наиболее лабильной 1 фракции ФК [Когут и др., 2009]. По данным В.Е. Приходько и др. [2013], в почве под лесополосой Каменной степи, посаженной в 1903 г., содержание $C_{орг.}$ и запасы органического углерода изменились в небольшой степени по сравнению с почвой 115-летней залежи (фон сравнения). По мнению В.В. Каганова [2012], в условиях южных регионов Европейской России по общему пулу почвенного углерода не выявляется существенных различий между лесными и безлесными участками. В Каменной степи по $C_{орг.}$ до глубины 1 м не установлены различия между черноземом типичным заповедной косимой залежи (выведенной из пашни в конце XIX в.) и дубовой лесополосой возраста 112 лет. На участке Козловская лесная дача (Руднянский р-н Волгоградской области) в черноземе южном под 65-летней лесополосой до глубины 75 см оказалось больше $C_{орг.}$ по сравнению с почвой рядом расположенного участка степной целины при общих различиях запасов $C_{орг.}$ в слое 0–100 см в 24 т/га. В Джаныбекском стационаре запасы $C_{орг.}$ в лугово-

каштановой почве под дубовым насаждением возраста 54 года до глубины 50 см оказались ниже, чем на рядом расположенном безлесном участке. В Астраханской области на территории Богдино-Баскунчакского заповедника в светло-каштановой почве под 50-летним насаждением вяза и на полынном участке фона не было выявлено изменения послойных запасов $C_{орг}$ до глубины 50 см [Каганов, 2012]. Другими авторами [Чендев и др., 2015] для разных климатических условий лесостепной зоны (от северной лесостепи до границы лесостепи и степной зоны, на участках Стрелецкая Степь, Ямская Степь, Каменная Степь) за 55 лет произрастания лесополос констатировалась прибавка запасов почвенного органического вещества: средняя ежегодная скорость накопления запасов углерода органического вещества в автоморфных черноземах, выявленная под лесополосами (слой 0–100 см), варьировала в пределах 0.7–1.5 т/га. Авторы отмечают, что в результате позднеголоценового наступления лесов на степи черноземы, оказавшиеся под лесами, эволюционировали в серые лесные почвы с меньшими запасами в них органического вещества [Александровский, Александровская, 2005; Чендев, 2005; и др.]. Поэтому устанавливаемые тенденции роста гумусированности почв под лесополосами в первые десятилетия их произрастания на черноземах могут отражать стадийность их эволюции, характеризующейся сменой проградационного тренда изменения их гумусного состояния на деградационный. На возможность такой эволюционной трансформации черноземов под лесной растительностью указывают Ю.Г. Чендев и соавт. [Чендев и др., 2015]. По-видимому, также не случайно исследованиями Т.Соэра с соавт. [Sauer et al., 2012] было установлено увеличение интенсивности поступления органического углерода гумуса в слой 0–30 см почв Айовы под искусственными лесопосадками до 30-летнего периода роста деревьев, а затем уменьшение интенсивности до нуля – к 50-летнему возрасту древостоев. Как видно из анализа литературных сведений, до настоящего времени по вопросу изменения во времени гумусированности черноземов под искусственными лесонасаждениями нет единого мнения. Имеется также дефицит сведений либо существуют разноречивые суждения и по ряду других аспектов реакции черноземов на агролесомелиорацию: по вопросу ширины пространства, на которое лесополосы распространяют свое влияние на признаки почв [Данилов, Лобанов, 1973; Агролесомелиорация ..., 1991; Кретинин, 1992; Колесникова, 2006]; по изменению физических свойств, включая гранулометрический состав черноземов под лесополосами [Накаряков и др., 2005; Королев и др., 2012; Трофимов и др., 2013]; по вопросу влияния лесополос на солевой баланс черноземов. Данный вопрос стал недавно рассматриваться при изучении почв Каменной степи [Чевердин и др., 2014; Чевердин и др., 2016]. Поэтому необходимо продолжение исследований, направленных на выявление и анализ изменений во времени черноземов, обусловленных посадкой и длительным функционированием лесополос.

Российский опыт агролесомелиорации получил широкое международное признание в практике защиты почв от ветровой и водной эрозии, примером чему служит почвоохранное лесоразведение на востоке Великих равнин США после катастрофических пыльных бурь, произошедших в 1930-х гг. [U.S. Forest ..., 1935; Read, 1958]. Почвоведы Айовы на протяжении ряда лет проводят полевые исследования почв (главным образом, Моллисолей) под искусственными лесопосадками и на прилегающих участках пахотных полей. По содержанию и запасам стабильных изотопов углерода «лесного» и «травянистого» генезиса в почвенном органическом веществе авторы смогли идентифицировать накопление в почвах под лесополосами молодого гумуса, образование которого обусловлено произрастанием лесополос. Выявлены пространственные тренды изменения запасов в почвах «лесного» гумуса от центральных частей лесополос к их периферии [Sauer et al., 2007; Hernandez-Ramirez et al., 2011]. Обоснована динамика запасов в почвах органического вещества лесного генезиса в зависимости от возраста искусственных лесонасаждений [Sauer et al., 2012].



Исследования и прикладные работы по агролесомелиорации проводятся в различных географических поясах и природных зонах Земли, поэтому многие из них характеризуются региональной специфичностью с опытом, приемлемым для конкретных участков земной поверхности. Например, в Индии существует многолетняя практика агролесомелиорации на всей территории страны с использованием технологий выращивания лесных насаждений разных конструкций, породного состава и назначения. В числе преимуществ отмечается польза лесополос для удерживания в биологическом круговороте элементов питания растений, легко выщелачивающихся из почв в условиях влажного субэкваториального и тропического климата [Tewari, 2008]. Близкая ситуация складывается при выращивании сельскохозяйственных культур во влажном климате Амазонии. В этом регионе дефицит необходимых элементов питания растений при ограниченном их поступлении в почвы с атмосферными осадками и при выветривании почвенных минералов заставляет искать выход в усилении емкости биологического круговорота агроценозов посредством посадок деревьев на обрабатываемых землях. При этом лучший эффект достигается «имитацией» природных черт растительности искусственных лесонасаждений – при формировании максимального биологического разнообразия растительного покрова в составе лесополос [Pinho et al., 2012]. На научных стационарах в засушливых областях Китая ведутся многолетние эксперименты по закреплению песков древесно-кустарниковой растительностью. Данные исследования являются частью государственной программы «China's Three-Norths Shelter Forest Program», реализация которой была рассчитана на период с 1978 по 2050 гг. Главной целью данной программы является создание «Великой Зеленой Стены» («Green Great Wall»), предназначенной для борьбы с опустыниванием, пыльными бурями, деградацией почв и дефицитом воды в ландшафтах [Li et al., 2017]. Исследования водного баланса в катенарных почвенных сопряжениях на территории с дюнным рельефом, покрытым караганой и тамариксом в песчаной области Северо-Восточного Китая (Horqin sandy land of Northeastern China) показали, что наименее благоприятными являются нижние части склонов дюн, эвапотранспирация с поверхности которых полностью перехватывает боковой сток, не доходящий до междюнных понижений [Zhou et al., 2017]. Исследование искусственных посадок караганы разного возраста и их влияния на плодородие песчаных почв в рассматриваемой области выявило закономерное накопление в почвах углерода органического вещества и азота (максимальное в слое 0–20 см, но распространяющееся до глубины 1 метра) по мере увеличения возраста лесонасаждений. Вместе с тем отмечается низкая интенсивность саморазвития указанных биогеоценозов, которые могут достичь зрелого состояния и максимального эффекта секвестирования атмосферного углерода лишь спустя 100 лет после начала посадки караганы [Li et al., 2017]. В гумидном климате умеренного пояса Центральной Европы (подзона южнотаежных ландшафтов) важное значение придается полезным лесополосам как биогеохимическим барьерам, играющим роль своеобразных фильтров на пути миграции веществ в агроландшафтах. Так, на экспериментальной станции в Туреве (Польша) был установлен очищающий эффект лесополосами грунтовых вод, страдающих от загрязнения продуктами химизации полей и внесения органических удобрений, которые с атмосферными осадками проникают в почвообразующие породы, а затем – в грунтовые воды. Такое очищающее влияние корневыми системами деревьев особенно заметно проявилось в зоне до 16 метров от края лесополос, но также наблюдалось (хотя и с ослабевающей интенсивностью) на расстоянии до 45 метров от края лесополос [Szajdak, Życzyńska-Bałoniak, 2013]. На этой же станции был изучен состав почвенного органического вещества под молодой (14 лет) и старой (200 лет) лесополосами и на прилегающей к ним пашне в ареале распространения дерново-подзолистых почв (Hapludalfs soils). Было установлено, что как под молодой, так и под старой лесополосами наблюдается рост содержания почвенного органического вещества по сравнению с почвами прилегающей пашни, с очевидным трендом его накопления в почве под старой лесополосой. Также в почве под старой лесополосой

выявлено созревание почвенного органического вещества за счет роста содержания в нем ароматических углеродсодержащих компонентов [Maryganova et al., 2010]. Наряду с исследованиями на экспериментальных научных станциях, агролесомелиорация и ее влияние на компоненты окружающей среды привлекают внимание ученых, исследовательскими полигонами которых становятся лесополосы в агроландшафтах обычного сельскохозяйственного назначения (на фермерских полях и территории сельскохозяйственных предприятий). Примером такого рода исследований является международный проект ученых США и России «Contribution of Woody Vegetation to Organic Matter Content of Soils Under Forest Plantations – Assessment for Bioenergy Production in the Great Plains (U.S.) and Central Russian Upland», финансируемого фондами CRDF (U.S. Civilian Research and Development Foundation) и РФФИ (научные руководители – Т.Д. Сауер и Ю.Г. Чендев). Это первый опыт научного сотрудничества, главной целью которого являлся сравнительный анализ направленности и интенсивности изменения запасов органического углерода в почвах под полезачитными лесопосадками в разных климатических условиях лесостепных и степных экосистем США и России. Важным для возрождения регионального интереса к проблеме изучения и использования лесополос является и тот факт, что часть исследований по указанному проекту проводилась на территории Белгородской области. Результаты этих исследований отражены в ряде публикаций. [Chendev et al., 2014; Novykh, Chendev, 2014; Чендев и др., 2015; Chendev et al., 2015; и др.].

Исследования многофакторного влияния полезачитных и противозерозионных лесополос на процессы и свойства почвообразования имеют важное прикладное значение в свете активного перехода регионов Центрального Черноземья на применение новых почвосберегающих технологий и приемов земледелия. В частности, в Белгородской области продолжают успешную реализацию проект «Зеленая столица» (утвержден распоряжением губернатора Белгородской области 25.01.2010 г.), а также проект адаптивно-ландшафтной системы земледелия и охраны почв (утвержден распоряжением губернатора Белгородской области 04.02.2014 г.). Своевременным и правильным является создание в регионе межведомственной экспертной группы по оценке состояния лесополос для последующего восстановления и (или) рекультивации (приказ Администрации Белгородской области от 22.11.2017 г.).

Выводы

Авторами был проведен анализ представлений о многоплановой роли лесополос в агролесомелиоративном обустройстве территорий, с акцентом на анализе влияния лесополос на свойства почв. Предполагаем, что это будет способствовать возрождению интереса к воспроизводству и оптимизации состояния лесополос на территории Центрального Черноземья и Белгородской области, в частности.

Многими авторами признается благотворное влияние полезачитных и противозерозионных лесополос на почвы и окружающую среду не только в результате снижения интенсивности почвенной эрозии, но также за счет целого ряда других положительных эффектов, таких как: улучшение качества почв, изменение в лучшую сторону микроклимата, повышение урожайности сельскохозяйственных культур и др.

Опыт агролесомелиорации широко известен в различных географических поясах и зонах Земли. Своеобразие климатических условий и протекающих в почвах процессов определили географическую специфичность использования искусственных лесонасаждений в оптимизации состояния агроландшафтов: во влажном и жарком климате – для поддержания биологического круговорота элементов питания растений посредством функционирования древесных насаждений, расположенных между пахотными участками; в гумидном климате умеренного пояса – для очистки грунтовых вод от загрязняющих веществ, попадающих в почвы в результате агрохимических



мелиораций почв; в засушливых областях Земли – для защиты земель от суховеев и ветровой эрозии почв и т.д.

Одним из регионов первостепенного поддержания и улучшения состояния лесополос должно быть Центральное Черноземье и Белгородская область в частности, как территории, с одной стороны, имеющие ряд экологических проблем в связи с длительным сельскохозяйственным освоением почв, своеобразием рельефа и климата, а с другой стороны – как территории, являющиеся примером высокой культуры земледелия.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №19-17-00056).

Список литературы References

1. Агролесомелиорация и плодородие почв. Под ред. Е.С. Павловского. М., Агропропиздат, 1991, 288.
Agroforestry and soil fertility. Edit. by E.S. Pavlovsky. Moscow, Agropropizdat, 1991, 288. (in Russian)
2. Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО. Под ред. А.П. Щербакова, И.И. Васенева. Курск, 1996, 330.
Agroecological condition of chernozems in CCHO. Edit. by A.P. Scherbakov, I.I. Vasenev. Kursk, 1996, 330. (in Russian)
3. Александровский А.Л., Александровская Е.И. 2005. Эволюция почв и географическая среда. М., Наука, 223.
Aleksandrovsky A.L., Aleksandrovskaya E.I. 2005. Soil evolution and geographical environment. Moscow, Science, 223. (in Russian)
4. Данилов Г.Г., Лобанов Д.А. 1973. Агролесомелиорация лесостепи. М., Лесная промышленность, 125.
Danilov G.G., Lobanov D.A. 1973. Agroforestry of forest-steppe. Moscow, Forest industry press, 125. (in Russian)
5. Ерусалимский В.И., Рожков В.А. 2017. Многофункциональная роль защитных лесных насаждений. Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева, 88: 121–137.
Erusalimsky V.I., Rozhkov V.A. 2017. The multifunctional role of protective forest plantations. Byulleten Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva, 88: 121–137. (in Russian)
6. Каганов В.В. 2012. Изменение экосистемных запасов углерода при облесении в степной и полупустынной зонах Европейской части России. Проблемы региональной экологии, 4: 7–12.
Kaganov V.V. 2012. Changes in ecosystem carbon stocks during afforestation in the steppe and semi-desert zones of the European part of Russia. Problems of regional ecology, 4: 7–12. (in Russian)
7. Когут Б.М., Титова Н.А., Булеева В.С. 2009. Антропогенная трансформация качественного состава гумуса черноземов Каменной степи. Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева, 64: 41–49.
Kogut B.M., Titova N.A., Buleeva V.S. 2009. Anthropogenic transformation of the qualitative composition of humus of chernozems of Kamennaya steppe. Byulleten Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva, 64: 41–49. (in Russian)
8. Колесникова Л.В. 2006. Лесные полосы и их влияние на плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность угодий в степи Приволжской возвышенности. Дис. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 238.
Kolesnikova L.V. 2006. Forest strips and their influence on the fertility of ordinary chernozem and the productivity of land in the steppe of the Volga Upland. Dis. ... cand. s.-h. sciences. Saratov, 238. (in Russian)
9. Королев В.А., Громовик А.И., Йонко О.А. 2012. Изменение физических свойств почв Каменной степи под влиянием полезащитных лесных полос. Почвоведение, 3: 299–308.
Korolev V.A., Gromovik A.I., Ionko O.A. 2012. Changes in the physical properties of soils in the Kamennaya Steppe under the impact of shelterbelts. Eurasian Soil Science, 3: 299–308. (in Russian)

10. Кретинин В.М. 1991. Мониторинг плодородия почв лесоаграрного ландшафта лесостепи Среднерусской равнины. Вестник с.-х. науки, 6: 45–49.
Kretinin V.M. 1991. Soil fertility monitoring of the forest-agrarian landscape of the forest-steppe of the Central Russian plain. Bulletin of s.-kh. science, 6: 45–49. (in Russian)
11. Кретинин В.М. 1992. Мониторинг плодородия почв лесоаграрных ландшафтов лесостепной зоны. Докл. ВАСХНИЛ, 3: 16–20.
Kretinin V.M. 1992. Soil fertility monitoring in forest-agrarian landscapes of the forest-steppe zone. Report Academy of Agricultural Sciences, 3: 16–20. (in Russian)
12. Мильков Ф.Н., Нестеров А.И., Петров П.Г. 1992. Каменная степь: Лесоаграрные ландшафты. Воронеж, Изд-во Воронеж. Ун-та, 224.
Milkov F.N., Nesterov A.I., Petrov P.G. 1992. Kamennaya steppe: Forest and agrarian landscapes. Voronezh, Publishing House Voronezh. University, 224. (in Russian)
13. Накаряков А.В., Чирков Ф.Н., Филькин Т.Г. 2005. О детальной дифференциации почв под лесополосами в Троицком лесостепном заказнике Пермского университета. Электронный ресурс. URL: http://nakaryakov.narod.ru/articles/a_2005/solonec.htm (дата обращения: 15 ноября 2018).
Nakaryakov A.V., Chirkov F.N., Filkin T.G. 2005. On detailed soil differentiation under forest belts in the Trinity Forest-Steppe Reserve of Perm University. Available at: http://nakaryakov.narod.ru/articles/a_2005/solonec.htm (accessed 15 November 2018). (in Russian)
14. Приходько В.Е., Чевердин Ю.И., Титова Т.В. 2013. Изменение форм органического вещества черноземов Каменной степи при разном использовании, местоположении и увеличении степени гидроморфизма. Почвоведение, 12: 1494–1504.
Prikhodko V.E., Cheverdin Yu.I., Titova T.V. 2013. Changes in the organic matter forms in chernozems of the Kamennaya steppe under different land uses, locations, and hydromorphism degrees. Eurasian Soil Science, 12: 1494–1504. (in Russian)
15. Рухович Д.И., Симакова М.С., Куляница А.Л., Брызжев А.В., Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Долинина Е.А., Рухович С.В. 2014. Влияние лесополос на фрагментацию очажно-балочной сети и образование мочаров. Почвоведение, 11: 1293–1307.
Rukhovich D.I., Simakova M.S., Kulianitsa A.L., Bryzhev A.V., Koroleva P.V., Kalinina N.V., Vilchevskaya E.V., Dolinina E.A., Rukhovich S.V. 2014. Impact of shelterbelts on the fragmentation of erosional networks and local soil waterlogging. Eurasian Soil Science, 11: 1293–1307. (in Russian)
16. Смелянский И.Э., Елизаров А.В. 2009. Стратегия сохранения степей России: взгляд неправительственных организаций. Аридные экосистемы, 15 (1): 56–58.
Smelyansky I.E., Elizarov A.V. 2009. Russian steppe conservation strategy: NGOs' position. Arid ecosystems, 15 (1): 56–58. (in Russian)
17. Стеценко А.В. 2011. Возможности предотвращения негативных изменений в сельском хозяйстве с помощью экономических механизмов, заложенных в Киотском протоколе. Электронный ресурс. URL: <http://kyotoforests.narod.ru> (дата обращения: 16 ноября 2018).
Stetsenko A.V. 2011. Opportunities to prevent negative changes in agriculture through the economic mechanisms laid down in the Kyoto Protocol. Available at: <http://kyotoforests.narod.ru> (accessed 16 November 2018). (in Russian)
18. Трофимов И.Т., Беховых Ю.В., Болотов А.Г., Сизов Е.Г. 2013. Физические свойства черноземов под хвойными лесополосами. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 9: 23–27.
Trofimov I.T., Bekhovych Yu.V., Bolotov A.G., Sizov E.G. 2013. Physical properties of black soils under coniferous forest belts. Herald of the Altai State Agrarian University, 9: 23–27. (in Russian)
19. Тумин Г.М. 1930. Влияние лесных полос на почву в Каменной Степи. Воронеж, Коммуна, 40.
Tumin G.M. 1930. The influence of forest belts on the soil in the Kamennaya Steppe. Voronezh, Commune, 40. (in Russian)
20. Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И. 2016. Почвы Каменной степи от времени В.В. Докучаева до наших дней. Живые и биокосные системы, 2016 (16). Электронный ресурс. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-16/article-2> (дата обращения: 16 ноября 2018).
Khitrov N.B., Cheverdin Yu.I. 2016. Soils of the Kamennaya Steppe from the time of V.V. Dokuchaev to this day. Live and bio-ecosystem systems, 2016 (16). Available at: <http://www.jbks.ru/archive/issue-16/article-2> (accessed 16 November 2018). (in Russian)



21. Чевердин Ю.И., Вавин В.С., Ахтямов А.Г., Воронин Д.А. 2014. Роль лесных насаждений в изменении свойств черноземов. *Достижения науки и техники АПК*, 2: 11–14.
- Cheverdin Yu.I., Vavin V.S., Akhtyamov A.G., Voronin D.A. 2014. The role of forest plantations in changing the properties of chernozems. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 2: 11–14. (in Russian)
22. Чевердин Ю.И., Вавин В.С., Ахтямов А.Г. 2016. Формирование солевого режима почв под влиянием лесных полос. В кн.: *Современные тенденции развития аграрного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции. Соленое Займище. ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», Региональный Фонд «Аграрный университетский комплекс»*, 352–355.
- Cheverdin Yu.I., Vavin V.S., Akhtyamov A.G. 2016. Formation of salt regime of soils under the influence of forest belts. In: *Modern trends in the development of the agricultural complex. Materials of the international scientific-practical conference. Salt Catch. FSBI “Pre-Caspian Scientific Research Institute of Arid Agriculture”, Regional Fund “Agricultural University Complex”*, 352–355. (in Russian)
23. Чегодаева Н.Д., Каргин И.Ф., Астрадамов В.И. 2005. Влияние полевых защитных лесных полос на водно-физические свойства почвы и состав населения жуужелиц прилегающих полей. Саранск, Мордовское кн. изд-во, 125.
- Chegodaeva N.D., Kargin I.F., Astradamov V.I. 2005. The influence of forest shelter belts on the water-physical properties of the soil and the composition of the population ground beetles of adjacent fields. Saransk, Mordovia Press, 125. (in Russian)
24. Чендев Ю.Г. 2005. Естественная и антропогенная эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. Дис. ... докт. геогр. наук. М., 303.
- Chendev Yu.G. 2005. Natural and anthropogenic evolution of forest-steppe soils of the Central Russian Upland in the Holocene. Dis. ... dr. geogr. sciences. Moscow, 303. (in Russian)
25. Чендев Ю.Г., Созр Т.Д., Геннадиев А.Н., Новых Л.Л., Петин А.Н., Петина В.И., Заздравных Е.А., Буррас С.Л. 2015. Накопление органического углерода в черноземах (Моллисолях) под полевых защитными лесными насаждениями в России и США. *Почвоведение*, 1: 49–60.
- Chendev Yu.G., Soer T.D., Gennadiyev A.N., Novykh L.L., Petin A.N., Petina V.I., Zazdravnykh E.A., Burras S.L. 2015. Accumulation of organic carbon in chernozems (Mollisols) under shelterbelts in Russia and the United States. *Eurasian Soil Science*, 1: 49–60. (in Russian)
26. Щеглов Д.И. 1999. Черноземы центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов. М., Наука, 214.
- Scheglov D.I. 1999. Chernozems of the center of the Russian Plain and their evolution under the influence of natural and anthropogenic factors. Moscow, Science, 214. (in Russian)
27. Brandle J.R., Hodges L., Zhou X.H. 2004. Windbreaks in North American agricultural systems. *Agroforestry Systems*, 61: 65–78.
28. Chendev Yu.G., Novykh L.L., Sauer T.J., Petin A.N., Zazdravnykh E.A., Burras C.L. 2014. Evolution of Soil Carbon Storage and Morphometric Properties of Afforested Soils in the U.S. Great Plains. *Soil Carbon. Progress in Soil Science. Monograph*. New York: Springer International Publishing, 475–482.
29. Chendev Yu.G., Sauer T.J., Ramirez G.H., Burras C.L. 2015. History of East European Chernozem Soil Degradation; Protection and Restoration by Tree Windbreaks in the Russian Steppe. *Sustainability*, 7 (1): 705–724.
30. Hernandez-Ramirez G., Sauer T.J., Cambardella C., Brandle J.R., James D.E. 2011. Carbon sources and dynamics in afforested and cultivated Corn Belt soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 75: 216–225.
31. Kort J. 1988. Benefits of windbreaks to field and forage crops. *Agricultural Ecosystems and Environment*, 22–23: 165–190.
32. Li Y., Chen Y., Wang X., Niu Y., Lian J. 2017. Improvements in Soil Carbon and Nitrogen Capacities after Shrub Planting to Stabilize Sand Dunes in China’s Horqin Sandy Land. *Sustainability*, 9 (4): 662.
33. Maryganova V., Szajdak L.W., Tychinskaya L., Parmon S. 2010. Chemical composition and hydrophobic-hydrophilic properties of humic acids from soils under shelterbelts of different age. *Physical, chemical and biological processes in soils*. Ed. by L.W. Szajdak and A.K. Karabanov. Poznan’: Wydawnictwo-Drukarnia „Prodruk”, 359–372.
34. Novykh L.L., Chendev Y.G. 2014. Change in the Morphological Properties of Chernozems in an Agrosilvicultural Landscape. *Arid Ecosystems*, 4 (1): 6–10.

35. Perry C.H., Woodall C.W., Liknes G.C., Schoeneberger M.M. 2009. Filling the gap: improving estimates of working tree resources in agricultural landscapes. *Agroforestry Systems*, 75 (1): 91–101.

36. Pinho R.C., Miller R.P., Alfaia S.S. 2012. Agroforestry and the Improvement of Soil Fertility: A View from Amazonia. *Applied and Environmental Soil Science*, 11.

37. Read R.A. 1958. The Great Plains shelterbelt in 1954 (A re-evaluation of field windbreaks planted between 1935 and 1942 and a suggested research program). Great Plains Agricultural Council Publication No. 16, Nebraska Agricultural Experiment Station. Lincoln, NE, 125.

38. Sauer T.J., Cambardella C.A., Brandle R.B. 2007. Soil carbon and tree litter dynamics in a red cedar-scotch pine shelterbelt. *Agrofor. Syst.*, 71: 163–174.

39. Sauer T.J., James D.E., Cambardella C.A., Hernandez-Ramirez G. 2012. Soil properties following restoration or afforestation of marginal cropland. *Plant and Soil*, 360: 1–2.

40. Szajdak L.W., Życzyńska-Bałoniak I. 2013. Effectiveness of a shelterbelt in decreasing the level of inorganic elements in agricultural landscape. *Estonian Journal of Ecology*, 62 (1): 24–34.

41. Tewari S.K. 2008. *Agroforestry*. Pantnagar: G.B. Pant University of Agriculture and Technology, 58.

42. U.S. Forest Service. 1935. Possibilities of shelterbelt planting in the Plains region. Lake States Forest Experiment Station Special Publication, 201.

43. Zhou X., Guan D., Wu J., Yang T., Yuan F., Musa A., Jin C., Wang A., Zhang Y. 2017. Quantitative Investigations of Water Balances of a Dune-Interdune Landscape during the Growing Season in the Horqin Sandy Land, Northeastern China. *Sustainability*, 9 (6): 1058.

Ссылка для цитирования статьи

Reference to article

Чендев Ю.Г., Беспалова Е.С. Оценка роли лесополос в оптимизации почв и ландшафтов: литературный обзор сведений // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2019. Т. 43, №2. С. 124–133. doi: 10.18413/2075-4671-2019-43-2-124-133

Chendev Yu.G., Bepalova E.S. Assessment of the Role of Shelterbelts in Optimization of Soils and Landscapes: Literature Review of Information // Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series. 2019. V. 43, №2. P. 124–133. doi: 10.18413/2075-4671-2019-43-2-124-133