

## МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА\*

академик РАН **К. Н. Кулик**<sup>1</sup>

кандидат сельскохозяйственных наук **А. В. Кошелев**<sup>1</sup>

1 – ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград, Российская Федерация

Юг России является крупнейшим агропромышленным регионом страны. Одним из факторов, способствующих успешному развитию земледелия на этой территории, являются устойчивые агролесоландшафты, сформированные несколько десятилетий назад, главным структурным элементом которых выступают защитные лесные полосы, оказывающие мелиоративное влияние на агроэкологическую обстановку. Однако в результате воздействия природно-климатических и антропогенных факторов большая часть защитных лесных насаждений находится в неудовлетворительном состоянии. В связи с этим необходимо проведение инвентаризации лесомелиоративного фонда для получения достоверной информации о количестве и современном состоянии защитных лесных насаждений с целью разработки лесохозяйственных мероприятий, направленных на их сохранение, улучшение лесоводственно-мелиоративного состояния и увеличение долговечности. В настоящее время информационные технологии достаточно широко используются в научных исследованиях и практической деятельности, в том числе в сельском и лесном хозяйстве. Однако использование дистанционных методов и геоинформационных технологий в изучении защитных лесных насаждений с точки зрения системного подхода (оценки систем лесных полос в агроландшафтах), как в отечественных, так и в зарубежных научных исследованиях, в недостаточной степени развито и требует дальнейшего изучения. Разработанная авторская методика агролесомелиоративной оценки защитных лесных насаждений на основе дистанционной информации и ГИС-технологий позволяет одновременно проводить трехуровневый анализ систем защитных лесных насаждений в пределах административного района, фермерского хозяйства и одной лесной полосы. Предлагаемый подход открывает новые возможности проведения исследований в области оценки состояния защитных лесных насаждений территории РФ для разработки научно обоснованных принципов и методов рационального управления агролесомелиоративным фондом. Представленная методика успешно реализована при проведении мониторинга защитных лесных насаждений на территории Краснодарского края в рамках реализации краевой целевой программы «Плодородие» на 2006-2010 годы на площади свыше 11 000 га.

**Ключевые слова:** агролесомелиорация, защитные лесные насаждения, геоинформационные технологии, космоснимки, полевое эталонирование, лесоводственно-мелиоративная оценка.

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Волгоградской области в рамках научного проекта № 16-45-340113 р\_а «Агролесомелиоративная оценка и геоинформационное моделирование состояния защитных лесных насаждений на основе данных дистанционного зондирования в агроландшафтах юга Приволжской возвышенности в пределах Волгоградской области»

## THE METHODOICAL BASIS OF THE AGROFOREST RECLAMATION ASSESMENT OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS BY THE DATA OF REMOTE MONITORING

Academician of the Russian Academy of Sciences **Kulik K. N.**<sup>1</sup>

PhD in Agriculture **Koshelev A. V.**<sup>1</sup>

1 – Federal State Financed Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences»,  
Volgograd, Russian Federation

### Abstract

The south of Russia is the largest agro-industrial region of the country. One of the factors contributing to the successful development of agriculture in this area are the stable agroforestlandscapes, formed several decades ago, the main structural element of agroforestlandscapes are forest shelterbelts, which exert meliorative influence on the agroecological situation in the agrolandscapes. However, as a result of the impact of natural-climatic and anthropogenic factors, most of the protective forest plantations are in an unsatisfactory state. In this regard, it is necessary to carry out an inventory of the forest reclamation fund to obtain reliable information on their quantity and current state of protective forest plantations, with a view to developing urgent forest measures aimed at preserving them, improving the forest and reclamation condition and increasing they longevity. At present, information technologies are widely used in scientific research and practical activities, including agriculture and forestry. However, the use of remote methods and geoinformation technologies in the study of protective forest stands from the point of view of a systematic approach (assessment of forest strip systems in agrolandscapes), both in domestic and in foreign scientific research, is not sufficiently developed and requires further study. The developed author's method of agroforest reclamation assesment of protective forest plantations on the basis of remote information and GIS technologies allows simultaneous carry out three-level analysis of forest belt systems within the administrative area, the farm and the individual forest strip. The proposed approach opens up new opportunities for conducting research in the assesment of the state of protective forest plantations of the territory of the Russian Federation for the development of scientifically based principles and methods for the rational management of the agroforest reclamation fund. The presented method was successfully implemented during monitoring of protective forest plantations on the territory of the Krasnodar Territory within the framework of the implementation of the regional target program "Fertility" for 2006-2010, on an area of more than 11,000 hectares.

**Key words:** agroforest reclamation, protective forest plantations, geoinformation technologies, space images, field standardization, forestry and meliorative assesment.

### Введение

Защитные лесные насаждения (ЗЛН), размещаемые по границам полей, формируют устойчивые агроландшафты [5, 7, 12, 15, 16, 17, 18]. Современный агролесомелиоративный фонд РФ насчитывает около 2,8 млн га лесных полос, в том числе 1,2 млн га полеззащитных, 1,0 млн га противозерозионных и 0,6 млн га – пастбищезащитных и др. Большая часть насаждений (около 75 %) находится в неудовлетворительном состоянии из-за влияния природно-климатических и антропогенных факторов [4, 7, 9, 14]. По этой причине назрела острая необходимость в проведении инвентаризации существующих ЗЛН по всей стране для получения актуальной информации об их современном со-

стоянии с целью разработки лесохозяйственных и агротехнических мероприятий, направленных на увеличение их долговечности и выполнение своих защитных функций.

На современном этапе развития информационных технологий применение лишь традиционных (наземных) методов проведения инвентаризации является экономически нецелесообразным в связи с актуальностью и масштабами данного процесса. Поэтому обследование защитных лесных насаждений должно проводиться на основе использования геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования, которые позволяют провести агролесомелиоративную оценку состояния ЗЛН и рекомендовать необходимые лесохозяйст-

венные мероприятия с наименьшими ресурсными затратами [13, 17].

Однако существует целый ряд проблем, которые снижают исследовательский, да и производственный интерес к лесным полосам.

Во-первых, лесные насаждения представляют собой узкую полосу вдоль полей, дорог, балок (оврагов), а с точки зрения автоматизированного дешифрирования это вызывает определенные трудности, так как анализируется горизонтальная проекция полога насаждения, в которой достаточно плотно размещены проекции крон деревьев, по сравнению с лесными массивами, которые занимают большую площадь в пространстве.

Также не решен вопрос автоматизированной трассировки лесных полос как по границам сельскохозяйственных полей, дорог, так и противозерозионных насаждений на склонах, в основном эти работы проводятся в ручном режиме, что увеличивает временные затраты на стадии проектирования.

Во-вторых, вопрос о ведомственной принадлежности (сельское или лесное хозяйство) лесных полос в большинстве регионов остается в подвешенном состоянии. С одной стороны, лесные полосы размещают в основном на землях сельскохозяйственного назначения и создают с целью защиты и улучшения агроэкологической обстановки в агроландшафтах. С другой стороны, лесная полоса является объектом лесного хозяйства, но созданная искусственным способом в природных зонах (степь, полупустыня) с заведомо неблагоприятными лесорастительными условиями. В связи с этим должного внимания им не уделяется, что приводит к бесхозному существованию и впоследствии к их гибели.

В-третьих, отсутствие единой и актуальной информации о состоянии, фактическом количестве лесных полос, их пространственном размещении не позволяет адекватно оценивать их влияние на агроландшафты. Иными словами, без рационального управления агролесомелиоративном фондом страны невозможно принимать правильные решения для улучшения агроэкологической обстановки в агроландшафтах, проведение соответствующих лесохозяйственных мероприятий.

В связи с вышеизложенным, перед агролесомелиоративной наукой стоит понятная и определенная **цель**: разработать научно обоснованные принципы и методы рационального управления агролесомелиоративным фондом юга России на основе данных дистанционного зондирования и геоинформационных технологий.

Решению поставленной цели будут способствовать следующие **задачи**:

- выявить основные дешифровочные признаки лесных полос, определить их количество, структуру, пространственное размещение и составить эталоны преобладающих схем смешения древесных пород с использованием космических снимков высокого разрешения на основе полевого эталонирования на таксационно-дешифровочных пробных площадях и камерального дешифрирования;

- выявить взаимосвязи между таксационными показателями насаждений (средним диаметром ствола и высотой насаждения, средним диаметром ствола и средним диаметром кроны, густотой, полнотой и запасом) для определения этих показателей в процессе камерального дешифрирования остальной площади лесных полос;

- разработать агролесомелиоративную геоинформационную систему на регионы юга России, которая позволяет поддерживать в актуальном состоянии таксационно-мелиоративную характеристику лесных полос, вносить текущие изменения хода роста насаждений, проводить мониторинг их состояния и обновление лесных карт, проектирование лесохозяйственных мероприятий с точной географической привязкой.

Комплексное решение этих вопросов позволит получить актуальную информацию о количестве защитных лесных насаждений и их состоянии, разработать соответствующие лесохозяйственные мероприятия.

**Материалы и методы.** В настоящее время использование цифровых аэроснимков для проведения масштабной инвентаризации является экономически нецелесообразным в связи с высокими затратами на приобретение авиационного топлива [2]. Однако для решения локальных агролесомелиоративных задач, таких как оценка состояния одной или нескольких лесных полос, системы лес-

ных полос агроландшафта или фермерского хозяйства, возможно использовать беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые стали широко применяться в лесном хозяйстве [1, 3].

Современные космоснимки обладают высокой разрешающей способностью и вполне могут конкурировать с аэроснимками по уровню детализации объектов [13, 17]. К тому же очевидное преимущество космоснимкам добавляет их непрерывное получение в любое время года, так как спутники постоянно вращаются по своим орбитам вокруг Земли. Этот факт позволяет проводить любой сезонный космический мониторинг агролесомелиоративных систем в зависимости от поставленных задач.

Космические снимки являются уникальным техническим средством для оценки эффективности взаимного влияния лесных полос и понимания мелиоративной значимости полезащитных систем в целом или отдельных ее частей, а также для оценки законченности систем защитных насаждений в пределах природно-территориальных комплексов.

Агролесомелиоративная оценка ЗЛН является авторской разработкой, базирующейся на методических подходах ВО «Лесопроект» [8] и ВНИ-АЛМИ [11] с учетом современного развития аэрокосмических методов исследований и геоинформационных технологий.

**Результаты и обсуждение.** Агролесомелиоративная оценка полезащитных лесных полос одновременно может проводиться на трех уровнях: в пределах административного района, фермерского или коллективного хозяйства и одной лесной полосы.

На первом уровне выявляется общая структура защитных лесонасаждений исследуемого района. На втором уровне определяется пространственное размещение и площадные характеристики лесных полос в хозяйстве. На третьем уровне проводится оценка состояния насаждения и лесоводственно-мелиоративная оценка системы ЗЛН.

Последовательное выполнение такого трехуровневого анализа обеспечивается следующими этапами. *На первом этапе* осуществляется предварительное камеральное дешифрирование космических снимков, в рамках которого:

– осуществляется сбор информации об объекте исследования (подбираются материалы прошлого агролесомелиоративного или лесоустройства насаждений, планы внутрихозяйственного землеустройства, топографические карты, космоснимки);

– устанавливаются границы района исследований, производится поиск и распознавание ЗЛН путем дешифрирования среднемасштабных космоснимков;

– составляется космокарта для выбора количества и закладки ключевых участков.

Для получения информации о лесных насаждениях в административном районе и конкретном хозяйстве проводят процедуру автоматизированного дешифрирования космоснимков высокого разрешения с целью получения предварительной карты контуров ЗЛН и определения их площадей. Установлено, что достоверность автоматизированного дешифрирования в обоих случаях очень высока и составляет около 90-95 % [6].

*На втором этапе* осуществляется полевое эталонирование космических снимков и дистанционный анализ систем полезащитных лесных полос.

В ходе полевого эталонирования лесных полос по космоснимкам на таксационно-дешифровочных пробных площадях производят таксацию древостоя с сопоставлением дешифровочных признаков, выявленных при камеральном дешифрировании. По итогу создаются эталоны преобладающих схем смешения древостоя, обуславливающих состояние насаждений в определенный возрастной период для исходных лесорастительных условий.

При камеральной обработке полученных материалов для последующей экстраполяции данных необходимо охарактеризовать таксационные показатели, имеющие наибольшее значение при дешифрировании лесных полос по космоснимкам (средний диаметр кроны, средняя высота насаждения, количество стволов на гектар, горизонтальная степень сомкнутости полога, сохранность насаждения). Данные показатели являются основными для определения других таксационных характеристик насаждения, таких как бонитет, полнота, запас древесины и др., прямо не определяемых по космическим снимкам. Для установления этих показателей проводится изучение взаимосвязей между основ-

ными таксационно-дешифровочными характеристиками насаждений, например, между средней высотой древостоя, средним диаметром ствола на высоте 1,3 м, средним диаметром кроны и т. д.

По завершении процесса дешифрирования и анализа космоснимков формируется атрибутивная база данных таксационно-мелиоративных показателей всех насаждений на изучаемой территории для последующего геоинформационного картографирования.

По результатам экстраполяции данных, полученных в ходе полевого эталонирования и камерального дешифрирования, производится группировка исследуемых насаждений по породному составу и возрасту для определения доли участия каждой группы от общей площади насаждений на ключевых участках. Затем производится оценка состояния лесных полос для каждой группы.

Состояние каждого насаждения оценивается по сохранности горизонтальной проекции полога на основе гистограммного анализа распределения пикселей [13]. При анализе горизонтальной проекции полога на гистограмме хорошо видны различия по фототону между пологом сомкнутого насаждения и пологом распадающегося насаждения, которые позволяют количественно оценить сохранность лесной полосы по среднему значению фототона. При качественной оценке состояния насаждений в системе ЗЛН предлагается использовать шкалу лесоводственно-мелиоративной оценки академика Е.С. Павловского [10], учитывающую лесорастительные условия. В результате получается распределение лесных полос по категориям состояния в зависимости от возраста и породного состава.

Заключительной стадией на данном этапе является оценка состояния самой системы ЗЛН. На этой стадии оцениваются параметры, характеризующие систему защитных лесонасаждений (защитную лесистость пашни, степень защищенности пашни, степень завершенности системы), и правильность размещения лесных полос относительно направлений преобладающих вредоносных ветров. Данные параметры определяют необходимость и целесообразность проведения соответствующих мероприятий, направленных на повышение защит-

ных функций самой системы лесных полос и экологической устойчивости агроландшафтов.

*Третий этап* предполагает проведение картографирования состояния насаждений и создание геоинформационной базы данных.

На основе камеральной обработки данных, полученных в ходе полевого эталонирования и дешифрирования космических снимков, в компьютерной среде создается агролесомелиоративная геоинформационная система, которая позволяет поддерживать в актуальном состоянии таксационно-мелиоративную характеристику лесных полос, осуществлять оперативное внесение изменений хода роста насаждений, обновлять лесные карты, планировать и проектировать лесохозяйственные мероприятия с пространственной привязкой к каждому насаждению, тем самым обеспечивая непрерывный мониторинг состояния насаждений.

Разработанная методика была успешно реализована при проведении мониторинга защитных лесных насаждений, находящихся на территории Краснодарского края, в рамках реализации мероприятий краевой целевой программы «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов Краснодарского края как национального достояния России («Плодородие») на 2006-2010 годы» на площади свыше 11 тыс. га в 2007-2011 гг.

### Заключение

Таким образом, авторская методика дистанционной оценки полезности лесных полос в агроландшафтах позволяет одновременно производить анализ систем лесных полос на трех уровнях в рамках административно-территориальных единиц и природно-территориальных комплексов. При этом открываются новые возможности проведения исследований в области агролесомелиоративной оценки состояния защитных лесных насаждений не только юга России, но и всей территории страны, а также для разработки научно обоснованных принципов и методов рационального управления агролесомелиоративным фондом РФ на основе данных дистанционного зондирования и геоинформационных технологий.

1. Брейдо, М.Д. Возможности применения программно управляемой беспилотной авиации с GPS ориентированием и цифровой фотографии для мониторинга, инвентаризации и охраны лесов [Текст] / М.Д. Брейдо // *Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: доклады IV Международной конференции (Москва, 17-19 апреля 2007 г.)*. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – С. 90-94.
2. Быватов, В.В. Проблемы организации и проведения аэрофотосъемки лесов [Текст] / В.В. Быватов, И.О. Веселов, В.М. Кузьмин // *Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: доклады IV Международной конференции (Москва, 17-19 апреля 2007 г.)*. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – С. 28-32.
3. Денисов, С.А. Опыт применения квадрокоптера для мониторинга возобновления леса [Текст] / С.А. Денисов, А.А. Домрачев, А.С. Елсуков // *Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование*. - 2016. - № 4 (32). - С. 34-46.
4. Кеникстул, В.И. Проблемы управления защитным лесоразведением [Текст] / В.И. Кеникстул, Л.А. Кузнецова, В.И. Еремеев // *АПК: экономика, управление*. – 2011. - №6. – С. 26-29.
5. Котлярова, Е.Г. Значение лесонасаждений в создании экологически безопасной конструкции агроландшафта [Текст] / Е.Г. Котлярова // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. - 2014. - № 9. - С. 62-66.
6. Кулик, К.Н. Автоматизированное дешифрирование защитных лесных насаждений по космоснимкам высокого разрешения [Текст] / К.Н. Кулик, О.Ю. Кошелева // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. - 2011. - № 3. - С. 55-57.
7. Кулик, К.Н. Лесомелиорация – основа создания устойчивых агроландшафтов в условиях недостаточного увлажнения [Текст] / К.Н. Кулик, А.М. Пугачева // *Лесотехнический журнал*. - 2016. - Т. 6. - № 3 (23). - С. 29-40.
8. Методические рекомендации по применению материалов аэрокосмических съемок при проведении единовременной инвентаризации защитных лесных насаждений, созданных на землях сельскохозяйственного назначения - М.: ВО «Леспроект», 1984. – С. 52.
9. Несват, А.П. Современное состояние и перспективы развития защитного лесоразведения [Текст] / А.П. Несват, А.В. Родимцева, Н.В. Бабеньшева // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. - 2011. - № 2. - С. 15–17.
10. Павловский, Е.С. Устройство агролесомелиоративных насаждений [Текст] / Е.С. Павловский. - М.: Лесная пром-сть, 1973. - 128 с.
11. Применение аэрокосмических методов в агролесомелиорации: методические рекомендации [Текст] / Е.С. Павловский [и др.] – М.: ВАСХНИЛ, 1991. – 56 с.
12. Рулёв, А.С. Лесная мелиорация – средство управления агроландшафтами юга РФ [Текст] / А.С. Рулёв, А.В. Кошелев // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. - 2012. - № 6. - С. 68-70.
13. Геоинформационный анализ состояния придорожных лесных насаждений [Текст] / А.С. Рулёв, В.Г. Юфев, В.Н. Анопин, Г.А. Рулёв // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. - 2014. - № 3. - С. 42-45.
14. Сорокина, О.А. Современное состояние полезащитных лесных насаждений в Российской Федерации [Текст] / О.А. Сорокина, Л.Е. Петрова // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. - 2014. - № 12 (120). - С. 23-27.
15. Barlow, J. Improving the design and management of forest strips in human dominated tropical landscapes: a field test on Amazonian dung beetles / J. Barlow, J. Louzada, L. Parry, M. I.M. Hernandez, J. Hawes, C.A. Peres, F.Z. Vaz-de-Mello, T.A. Gardner // *Journal of Applied Ecology*. – 2010. - № 47, - P. 779–788.
16. Esaulenko, A.N. Effect of Protective Forest Strip on the Crop Productivity in the Central Fore-Caucasus / A.N. Esaulko, L.V. Trubacheva, O.I. Vlasova, I.A. Volters, V.M. Perederieva // *Biosciences biotechnology research Asia*. – 2016. - Vol. 13(1). – P. 129-134.

17. Franklin, Steven E. Remote sensing for sustainable forest management [Text] / Steven E. Franklin. – New York: CRC Press, 2001. – 424 p.

18. Haddaway, N.R. The multifunctional roles of vegetated strips around and within agricultural fields. A systematic map protocol [Text] / N.R. Haddaway, C. Brown, S. Eggers, J. Josefsson, B. Kronvang, N. Randall, J.U. Kämpf // *Environmental Evidence*. – 2016. – 5:18. – 11 p.

### References

1. Breydo M.D. *Vozможnosti primeneniya programmno upravlyayemoy bespilotnoy aviatsii s GPS oriyentirovaniyem i tsifrovoy fotografii dlya monitoringa, inventarizatsii i okhrany lesov* [Possibilities of application of program-controlled unmanned aircraft with GPS orientation and digital photos for monitoring, inventory and protection of forests] // *Aerokosmicheskiye metody i geoinformatsionnyye tekhnologii v lesovedenii i lesnom khozyaystve: doklady IV Mezhdunarodnoy konferentsii* [Aerospace methods and geoinformation technologies in forest science and forestry: reports of the IV International Conference] (Moscow, 17-19 April 2007). Moscow, 2007, pp. 90-94. (In Russian).

2. Byvatov V.V., Veselov I.O., Kuz'min V.M. *Problemy organizatsii i provedeniya aerofotos'yemki lesov* [Problems of organizing and conducting aerial photography of forests]. *Aerokosmicheskiye metody i geoinformatsionnyye tekhnologii v lesovedenii i lesnom khozyaystve: doklady IV Mezhdunarodnoy konferentsii* [Aerospace methods and geoinformation technologies in forest science and forestry: reports of the IV International Conference] (Moscow, 17-19 April 2007). Moscow, 2007, pp. 28-32. (In Russian).

3. Denisov S.A., Domrachev A.A., Yelsukov A.S. *Opyt primeneniya kvadrokoptera dlya monitoringa vozobnovleniya lesa* [The experience of using the quadcopter to monitor the renewal of the forest]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovaniye* [Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Forest. Ecology. Nature management.], 2016, no. 4(32), pp. 34-46. (In Russian).

4. Kenikstul V.I., Kuznetsova L.A., Yeremeyev V.I. *Problemy upravleniya zashchitnym lesorazvedeniym* [Problems of management of protective afforestation]. *APK: ekonomika, upravleniye* [AIC: economy, management], 2011, no. 6, pp. 26-29. (In Russian).

5. Kotlyarova Ye.G. *Znachenkiye lesonasazhdeniy v sozdaniy ekologicheskoy bezopasnoy konstruktssii agrolandshafta* [The importance of afforestation in the creation of an ecologically safe construct of the agrolandscape] *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2014, no. 9, pp. 62-66. (In Russian).

6. Kulik K.N., Kosheleva O.Yu. *Avtomatizirovannoye deshifirovaniye zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy po kosmosnimkam vysokogo razresheniya* [Automated decoding of protective forest plantations using high-resolution satellite imagery]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2011, no. 3, pp. 55-57. (In Russian).

7. Kulik, K.N., Pugacheva A.M. *Lesomelioratsiya – osnova sozdaniya ustoychivyykh agrolandshaftov v usloviyakh nedostatochnogo uvlazhneniya* [Forest melioration - the basis for creating sustainable agrolandscapes in conditions of insufficient moisture]. *Lesotekhnicheskyy zhurnal* [Forestry Engineering Journal], 2016, Vol. 6, no. 3(23), pp. 29-40. (In Russian).

8. *Metodicheskiye rekomendatsii po primeneniyu materialov aerokosmicheskikh s'yemok pri provedenii yedino-vremennoy inventarizatsii zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy, sozdannykh na zemlyakh sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Methodical recommendations on the application of aerospace survey materials during a one-time inventory of protective forest plantations created on agricultural land]. Moscow, 1984, pp. 52. (In Russian).

9. Nesvat A.P., Rodimtseva A.V., Babenysheva N.V. *Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya zashchitnogo lesorazvedeniya* [Current state and prospects for the development of protective afforestation]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University], 2011, no. 2, pp. 15–17. (In Russian).

10. Pavlovskiy Ye.S. *Ustroystvo agrolesomeliorativnykh nasazhdeniy* [Arrangement of agroforest reclamation plantations]. Moscow, 1973, 128 p. (In Russian).
11. Pavlovskiy Ye.S. *Primeneniye aerokosmicheskikh metodov v agrolesomelioratsii: metodicheskiye rekomendatsii* [Application of aerospace methods in agroforest reclamation: methodological recommendations]. Moscow, 1991, 56 p. (In Russian).
12. Rulev A.S., Koshelev A.V. *Lesnaya melioratsiya – sredstvo upravleniya agrolandshaftami yuga RF* [Forest reclamation - a means of managing the agrolandscapes of the south of the Russian Federation]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University], 2012, no. 6(38), pp. 68-70. (In Russian).
13. Rulev A.S., Yuferev V.G., Anopin V.N., Rulev G.A. *Geoinformatsionnyy analiz sostoyaniya pridorozhnykh lesnykh nasazhdeniy* [Geoinformation analysis of the state of roadside forest stands]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University], 2014, no. 3, pp. 42-45. (In Russian).
14. Sorokina O.A., Petrova L.Ye. *Sovremennoye sostoyaniye polezashchitnykh lesnykh nasazhdeniy v Rossiyskoy Federatsii* [Current state of field sheltered forest plantations in the Russian Federation]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel'* [Land management, cadastre and land monitoring], 2014, no. 12(120), pp. 23-27. (In Russian).
15. Barlow J., Louzada J., Parry L., Hernandez M. I.M., Hawes J., Peres C.A., Vaz-de-Mello F.Z., Gardner T.A. Improving the design and management of forest strips in human dominated tropical landscapes: a field test on Amazonian dung beetles. *Journal of Applied Ecology*, 2010, № 47, pp. 779–788.
16. Esaulko A.N., Trubacheva L.V., Vlasova O.I., Volters I.A., Perederieva V.M. Effect of Protective Forest Strip on the Crop Productivity in the Central Fore-Caucasus // *Biosciences biotechnology research Asia*. 2016. Vol. 13(1). pp. 129-134.
17. Franklin Steven E. *Remote sensing for sustainable forest management*. New York, 2001, 424 p.
18. Haddaway N.R., Brown C., Eggers S., Josefsson J., Kronvang B., Randall N., Kämpf J.U The multifunctional roles of vegetated strips around and within agricultural fields. A systematic map protocol. *Environmental Evidence*, 2016, 5:18, 11 p.

### Сведения об авторах

*Кулик Константин Николаевич* – директор ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, г. Волгоград, Российская Федерация; e-mail: alexkosh@mail.ru

*Кошелев Александр Валентинович* – заведующий лабораторией анализа почв и агроландшафтов ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Волгоград, Российская Федерация; e-mail: alexkosh@mail.ru.

### Information about authors

*Kulik Konstantin Nikolaevich* – Director of Federal State Financed Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences», Academician of the Russian Academy of Sciences, PhD in Agriculture, Professor, Volgograd, Russian Federation; e-mail: alexkosh@mail.ru.

*Koshelev Alexander Valentinovich* - Head of the laboratory of analysis of soils and agrolandscapes of Federal State Financed Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences», PhD in Agriculture, Volgograd, Russian Federation; e-mail: alexkosh@mail.ru.