

## Пространственный анализ защитных лесных насаждений агроландшафтов дистанционными методами

*С.А. Антонов, к.г.н., ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ*

Защитные лесные насаждения являются основным элементом агролесоландшафта и используются в качестве важного противоэрозийного мероприятия. Для аграрных регионов

ключевое значение имеют защитные лесные полосы, которые располагаются на равнинных территориях и плоских водоразделах с целью защиты пашни от неблагоприятных природных явлений. Основная роль защитных лесных полос состоит в задержании и перераспределении

поверхностного стока, уменьшении скорости ветра, улучшении водного, температурного и питательного режимов, ослаблении влияния засух и суховеев, что способствует повышению продуктивности сельскохозяйственных культур [1].

В.В. Докучаев и Г.Н. Высоцкий разработали научные основы полезащитного лесоразведения. В период 1929–1932 гг. в СССР было высажено 21 тыс. га лесных полос, а в период 1933–1937 гг. их площадь увеличилась на 278 тыс. га. В рамках постановления СНК СССР и ЦК ВКП (б) в 1938 г. была принята программа «О мерах обеспечения устойчивого урожая в засушливых районах юго-востока СССР», которая регламентировала показатели площади лесов, в том числе и создание полезащитных лесных полос в степи. В 1967 г. в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии» уделялось особое внимание формированию каркаса полезащитных лесных полос вокруг пашни. В результате к 1974 г. в СССР площадь полезащитных лесных полос составила 1,3 млн га [1].

В настоящее время в России площадь защитных лесных насаждений оценивается в 2,8 млн га, из них полезащитных – 1,2 млн га.

Пространственный анализ защитных лесных насаждений, проводимый на базе современных геоинформационных технологий, играет важную роль при оценке их эффективности, а также разработке мероприятий по проектированию новых или восстановлению существующих для борьбы с водной и ветровой эрозией.

Развитие геоинформационных технологий способствует их активному использованию при моделировании и картографировании агролесоландшафтов, что подробно описано в работах А.С. Рулева [2], В.А. Хамедова [3], Н.В. Малышева [4] и др.

Институт леса СО РАН в г. Красноярске является в России лидером по геоинформационному картографированию леса и ведёт свои исследования по данному вопросу с начала 1970-х гг. [5]. Основные результаты по применению данных дистанционного зондирования Земли и методов дешифрирования в полном объёме освещены в работах В.И. Сухих, [6] Ю.Ю. Герасимова и др. [7]. Учёными ВНИАЛМИ разработана методика по использованию современных информационных технологий в агролесомелиоративном картографировании [8].

Активное развитие геоинформационных технологий на фоне роста пространственного, спектрального, радиометрического и временного разрешений космоснимков, а также доступности данных дистанционного зондирования Земли требует корректировки существующих методик пространственного анализа и оценки состояния

защитных лесных насаждений с учётом современного развития техники и технологий.

**Цель исследования** – на основе дистанционных методов провести пространственный анализ размещения защитных лесных полос на территории Труновского района Ставропольского края.

**Материал и методы исследования.** Представленные результаты исследования были получены в лаборатории ГИС-технологий ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ в рамках выполнения тематического плана.

В качестве исходных данных дистанционного зондирования Земли были использованы космоснимки со спутников Sentinel 2a за 31.08.2018 г., а также архивные космоснимки с аппаратов WorldView 1-3, GeoEye, Ikonos, Landsat 8 за 2012–2017 гг.

Для создания цифровой модели рельефа Труновского района Ставропольского края были использованы радиолокационные данные SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) пространственного разрешения 30 м.

Эффективность защитных лесных полос в борьбе с ветровой эрозией определялась исходя из их пространственного положения относительно направлений господствующих ветров на основе среднемноголетних данных Ставропольского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Ставропольский ЦГМС).

Оценка эффективности защитных лесных полос в борьбе с водной эрозией проводилась на основе показателя горизонтальности рубежей К.Л. Холупяка (1973) [9].

В качестве основных методов дистанционного зондирования Земли были использованы: дешифрирование на основе прямых признаков, радиометрическая и геометрическая коррекция данных и цифровое моделирование рельефа.

Основными методами ГИС-технологий при проведении исследования являются: преобразование данных в единую проекцию, оверлейные операции, пространственная выборка, расчёт геометрии, определение ориентации полигона в пространстве, моделирование рельефа, определение уклона местности, анализ близости, геостатистический анализ.

В качестве основных программных продуктов были использованы:

- SNAPDesktop, ENVI (обработка данных дистанционного зондирования);
- QuantumGIS, ArcGIS (ГИС-технологии).

Космические снимки были получены посредством картографического сервиса GoogleMaps, а также архива Американской геологической службы (USGS).

**Результаты исследования.** Ставропольский край характеризуется высокой степенью распаханности. Так, по данным дистанционного



го природного фактора. Так, в случае защиты почв от ветровой эрозии большинство лесных полос будет расположено перпендикулярно направлению господствующих ветров или с максимально допустимым отклонением (не более 30° от перпендикуляра), а на территориях со значительным поверхностным стоком защитные лесные насаждения должны располагаться перпендикулярно относительно направления стока (по горизонталям) [12].

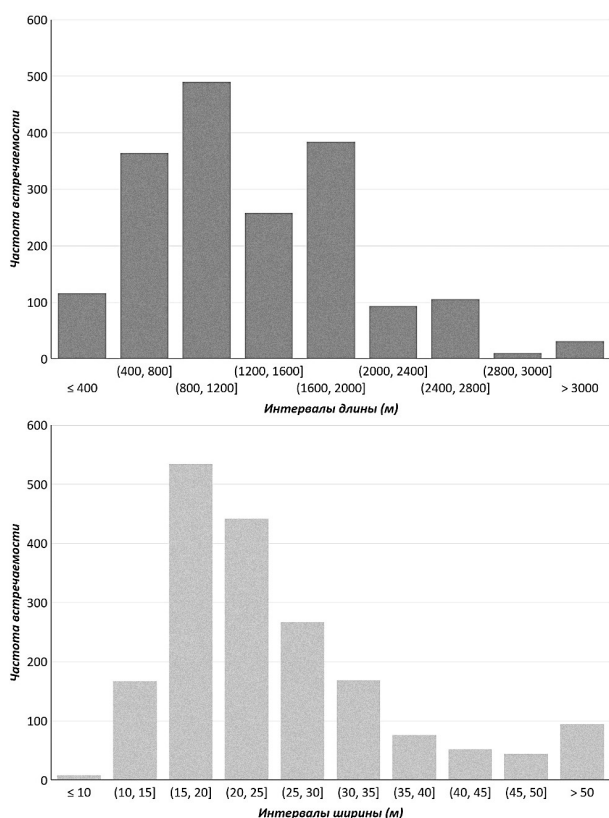


Рис. 2 – Гистограмма распределения длины и ширины защитных лесных насаждений на территории Труновского района Ставропольского края

По данным Ставропольского ЦГМС, на территории Труновского района преобладают ветры восточного (16 % дней в году), западного (7 %) и юго-западного (7 %) направлений (рис. 3).

При проектировании защитных лесных насаждений используют продольные (основные) и поперечные (вспомогательные) лесные полосы. Продольные полосы располагают перпендикулярно направлению господствующих ветров, с допуском в 30°, а при увеличении угла их защитное влияние снижается на 15–35 %. Поперечные лесополосы совпадают с короткими сторонами полей и располагаются перпендикулярно основным [12].

Пространственный анализ положения и ориентации защитных лесных насаждений в Труновском районе показал, что 73 % из них располага-

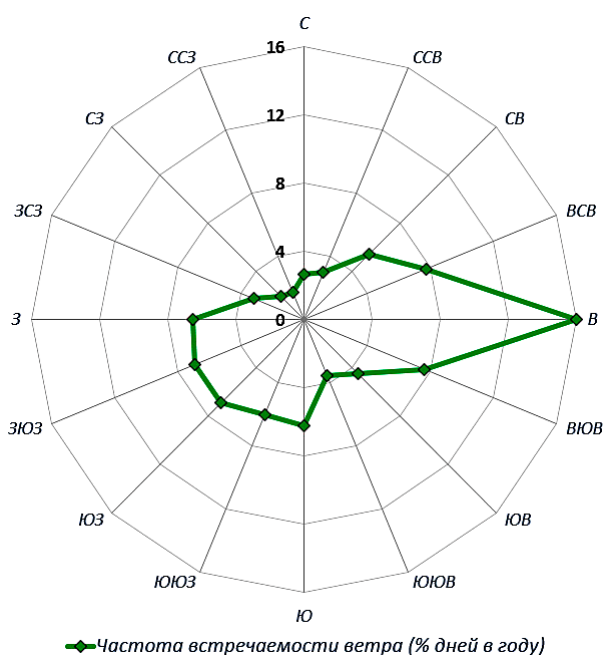


Рис. 3 – Среднегодовое направление господствующих ветров в Труновском районе

ются под углом, близким к перпендикулярю или в пределах максимально возможного отклонения 30° относительно господствующих ветров, что свидетельствует о том, что основная цель защитных лесных насаждений в Труновском районе – это защита почв от ветровой эрозии.

Для оценки степени защищённости почв от водной эрозии мы провели оценку горизонтальности защитных лесных насаждений по показателю горизонтальности рубежей Холупьяка. На основе геостатистического анализа высотных отметок, полученных при помощи цифровой модели рельефа Труновского района, установлено, что чем меньше перепад высот территории, на которой располагается полезная лесная полоса, тем более перпендикулярно она расположена относительно линий стока. В результате установлено, что показатель горизонтальности рубежей Холупьяка составил 13 %, что свидетельствует о слабой защищённости пашни района исследования от водной эрозии. Размещение защитных лесных насаждений по направлению линий водотоков или под значительным углом к горизонталям способствует смыву почвы, который в наиболее неблагоприятные годы может достигать катастрофических масштабов, превышая 5500 т/га за год.

На территории Труновского района почвенный покров состоит из чернозёмов южных, которые занимают 45 % территории, и чернозёмов обыкновенных – 52 %. 3 % территории приходится на другие типы почв и почвенные комплексы.

Согласно данным Е.С. Павловского, расстояние между продольными полосами на типичных и обыкновенных чернозёмах не должно превышать 500 м, а на южных чернозёмах – 400 м [13].

В результате пространственного анализа основных защитных лесных полос Труновского района установлено, что среднее расстояние между ними составляет 600 м. На большей территории Труновского района (69 %) основные защитные лесные насаждения располагаются относительно друг друга на рекомендованных расстояниях.

При этом в 31 % случаев расстояние между защитными лесными насаждениями не соответствует рекомендациям и превышает 500 м, в отдельных случаях расстояние превышает 1 км – это обусловлено разрушением существовавших лесных полос. Превышение расстояния между основными полосами снижает эффективность защитной функции системы в целом, поскольку в таком случае значительно удалённая лесополоса рассматривается как отдельно стоящая, а не как элемент системы защиты.

**Выводы.** Проведённое исследование показало эффективность использования современных геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли для проведения пространственного анализа защитных лесных насаждений. Полученные результаты могут быть использованы для моделирования новых противоэрозионных рубежей и корректировки уже существующих с учётом региональных особенностей изменения климата, сельскохозяйственной освоенности территории и текущего состояния противоэрозионных рубежей.

## Литература

1. Агролесомелиорация / под ред. акад. РАСХН А.Л. Иванова и К.Н. Кулика. 5-е изд., перераб. и доп. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. 746 с.
2. Дистанционный мониторинг агролесоландшафтов с применением ГИС-технологий / А.С. Рулев, В.Г. Юферев, А.В. Кошелев [и др.] // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2013. № 1 (5). С. 51–58.
3. Возможности использования данных ДЗЗ и ГИС-технологий в лесном хозяйстве / В.А. Хамедов, Ю.М. Политик, И.В. Рощупкина [и др.] // Обратные задачи и информационные технологии рационального природопользования: матер. 3-й науч.-практич. конф., Ханты-Мансийск, 24–28 апр. 2006 / Югор. НИИ инф. технол. Екатеринбург, 2006. С. 165–170.
4. Мальшова Н.В. Картографическое обеспечение государственного лесного фонда с использованием ГИС // Лесное хозяйство. 2007. № 3. С. 40–42.
5. Сухих В.И. Становление космических методов в лесном хозяйстве России // Лесное хозяйство. 2001. № 2. С. 6–11.
6. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: учебник. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. 392 с.
7. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве / Ю.Ю. Герасимов, В.К. Хлостов, С.А. Кильпелайнен [и др.]. Петрозаводск, 2002. 248 с.
8. Применение информационных технологий в агролесомелиоративном картографировании: методич. пособ. / К.Н. Кулик и др. М.: Россельхозакадемия, 2003. 46 с.
9. Холупяк К.Л. Устройство противоэрозионных лесных насаждений. М., 1973.
10. Trukhachev V.I., Esaulko A.N., Antonov S.A., Loshakov A.V., Sigida M.S. Water Erosion Monitoring On The Territory Of Agrolandscapes Stavropol Territory By Remote Methods // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. November-December 2018. № 9 (6). P. 1766–1769.
11. Оценка развития процессов водной эрозии на территории агроландшафтов Ставропольского края и их влияние на продуктивность / С.А. Антонов, А.Н. Есаулко, М.С. Сигида [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2018. № 1 (29). С. 67–72. DOI: 10.25930/vmg3-j684.
12. Лесомелиорация ландшафтов: учебник / А.Р. Родин, С.А. Родин, С.Б. Васильев [и др.] / под общ. ред. А.Р. Родина. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2014. 192 с.
13. Защитное лесоразведение / Е.С. Павловский, Б.А. Абакумов, Д.К. Бабенко [и др.]. М.: Агропромиздат, 1986. 263 с.