

Леса России и хозяйство в них. 2025. № 1 (92). С. 18–25.

Forests of Russia and economy in them. 2025. № 1 (92). P. 18–25.

Научная статья

УДК 630.265

DOI: 10.51318/FRET.2025.92.1.002

МЕЛИОРАТИВНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС РАЗНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ВДОЛЬ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Иван Николаевич Гавва¹, Зуфар Ягфарович Нагимов²,
Анатолий Витальевич Капралов³, Алина Флоритовна Уразова⁴

^{1–4} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ gavvaivan@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9743-7879>

² nagimovzy@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6853-2375>

³ capralovav@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6058-2661>

⁴ urazovaaf@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2771-2334>

Аннотация. В статье приведены результаты оценки мелиоративной эффективности двух систем защитных насаждений, функционирующих в полосах отвода Свердловской железной дороги. Каждая система включает две защитные лесные полосы (ЗЛП), расположенные по обеим сторонам от дороги на одинаковом удалении от нее. В первой из них полосы имеют непродуваемую конструкцию, во второй – ажурную. Установлено, что степень и характер отложения снега вдоль дорог существенным образом зависят от конструкции полос в системе. В зоне мелиоративного влияния первой системы наибольшее количество снега задерживается перед полосой и внутри самой полосы, расположенной с наветренной стороны в отношении метелевых ветров. Вследствие этого в непосредственной близости к дороге толщина снежного покрова значительно меньше (в 1,64 раза), чем на контрольном участке. В зоне мелиоративного влияния второй системы снежный покров распределяется с заметно меньшим варьированием по высоте, более равномерно. Здесь глубина снега у железнодорожного полотна только в 1,2 меньше, чем на контрольном участке. Исследуемые системы ЗЛП по-разному изменяют скорость и траекторию ветрового потока. Ширина зоны эффективного снижения скорости ветра на объекте с системой непродуваемых полос составляет около 300 м, а на объекте с ажурными полосами в 1,5 раза меньше – 200 м. В зоне мелиоративного влияния и первой и второй систем ЗЛП скорость ветра наименьшее значение имеет в непосредственной близости от дороги с заветренной стороны. Однако степень снижения скорости ветрового потока непродуваемыми полосами в этом месте (50,0 %) значительно выше, чем ажурными (37,5 %). В целом в полосе отвода железной дороги снегозадерживающая и ветроослабляющая эффективность системы защитных насаждений с лесными полосами непродуваемой конструкции заметно выше, чем с полосами ажурной конструкции.

Ключевые слова: Свердловская железная дорога, защитные лесные полосы, мелиоративная эффективность, снегораспределение, скорость ветра

Для цитирования: Мелиоративная эффективность защитных лесных полос разных конструкций, функционирующих вдоль железных дорог Свердловской области / И. Н. Гавва, З. Я. Нагимов, А. В. Капралов, А. Ф. Уразова // Леса России и хозяйство в них. 2025. № 1 (92). С. 18–25.

Original article

AMELIORATIVE EFFICIENCY OF PROTECTIVE FOREST BELTS OF DIFFERENT DESIGNS OPERATING ALONG RAILROADS IN THE SVERDLOVSK REGION

Ivan N. Gavva¹, Zufar Ya. Nagimov², Anatoly V. Kapralov³, Alina F. Urazova⁴¹⁻⁴ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia¹ gavvaivan@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9743-7879>² nagimovzy@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6853-2375>³ capralovav@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6058-2661>⁴ urazovaaf@m.usfeu.ru, <http://orcid.org/0000-0003-2771-2334>

Abstract. The paper presents the results of reclamation efficiency assessment of two systems of protective plantations functioning in the right-of-way of the Sverdlovsk railroad. Each system includes two protective forest strips (PFS) located on both sides of the road at an equal distance from it. In the first of them the strips have an impervious design, in the second – openwork. It was found that the degree and character of snow deposition along the roads significantly depend on the design of strips in the system. In the zone of ameliorative influence of the first system, the greatest amount of snow is retained in front of the strip and inside the strip itself, located on the windward side with respect to blizzard winds. As a consequence, in the immediate vicinity of the road, the snow cover thickness is much less (1,64 times) than in the control plot. In the zone of reclamation influence of the second system, the snow cover is distributed with noticeably less variation in height and more evenly. Here the snow depth near the railroad bed is only 1,2 times less than on the control section. The investigated PFS systems vary the speed and trajectory of the wind flow differently. The width of the zone of effective wind speed reduction at the site with the system of non-blown strips is about 300 m, and at the site with openwork strips 1,5 times less – 200 m. In the zone of ameliorative influence of both the first and second systems of ZLD, wind speed has the lowest value in the immediate vicinity of the road from the windward side. However, the degree of wind velocity reduction by non-blown strips in this place (50,0 %), is much higher than by openwork strips (37,5 %). In general, in the railroad right-of-way the snow-retarding and wind-relieving efficiency of the system of protective plantations with forest strips of non-blown design is noticeably higher than with strips of openwork design.

Keywords: Sverdlovsk railroad, protective forest strips, ameliorative efficiency, snow distribution, wind velocity

For citation: Ameliorative efficiency of protective forest belts of different designs operating along railroads in the Sverdlovsk region / I. N. Gavva, Z. Ya. Nagimov, A. V. Kapralov, A. F. Urazova // Forests of Russia and economy in them. 2025. № 1 (92). P. 18–25.

Введение

Защитно-мелиоративную роль защитных лесных насаждений вдоль путей сообщения трудно переоценить. Они не только предотвращают снежные заносы дорог, но и выполняют разнообразные санитарно-гигиенические и социальные функции, а на безлесных территориях выступают одновременно в роли полезащитных полос. Известно, что почти 5000 км развернутой протяженности

Свердловской железной дороги представлены снегозаносимыми участками. Среди насаждений, выделенных для защиты путей от снежных заносов, 20,6 % (3851,7 га) – это искусственно созданные защитные лесные полосы (Уразова, Нагимов, 2021; Состояние..., 2022).

В процессе многолетней эксплуатации существующие защитные лесонасаждения могут значительно снизить или потерять свои снегозащитные

свойства. ЗЛП нуждаются в регулярных уходах, необходимых для сохранения и повышения их мелиоративной способности (Указания..., 1974). Однако последние десятилетия характеризуются полным отсутствием каких-либо лесохозяйственных мероприятий в защитных насаждениях, произрастающих в полосе отвода Свердловской железной дороги. В этой связи актуальной задачей является оценка состояния и защитно-мелиоративных свойств функционирующих в настоящее время вдоль железнодорожных путей ЗЛП.

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Цель данной работы заключалась в оценке влияния защитных лесных полос различных конструкций на скорость ветра и распределение снега в полосах отвода железной дороги. Для достижения этой цели решались следующие задачи:

- подбор соответствующих объектов для проведения исследований;
- определение конструкции ЗЛП;
- измерение скорости ветра и глубины снежного покрова (с наветренной и подветренной сторон дороги) на разном удалении от железнодорожного полотна;
- анализ мелиоративной эффективности ЗЛП различных конструкций.

Исследования проводились на двух объектах, первый из которых расположен на участке полосы отвода железнодорожной линии Екатеринбург – Красноуфимск, а второй – железнодорожной линии Екатеринбург – Каменск-Уральский. На этих объектах ЗЛП расположены по обеим сторонам железной дороги на расстоянии 8–12 м от нее, т.е. представляют собой систему защитных насаждений (Указания..., 1974). Причем на первом из них ЗЛП имеют плотную конструкцию, а на втором – ажурную (рис. 1).

Для каждого объекта был подобран один контрольный участок – территория полосы отвода без ЗЛП.

Для определения скорости ветра и высоты снежного покрова на каждом объекте закладывались 5 трансект, расположенных перпендикулярно к железнодорожному пути и пересекающих его. Расстояние между ними составляло 10 м. На трансектах по обе стороны от дороги для проведения исследований фиксировались пункты наблюдений (замеров) на разном расстоянии от головки соответствующего рельса: первый у железнодорожного полотна на удалении 5 м, второй – 30 м (за ЗЛП), третий – 50 м, четвертый – 100 м, пятый – 150 м и шестой – 200 м. На каждом пункте глубина снега измерялась в трех местах с помощью переносной снегомерной рейки с точностью до 1 см.

*a**б*

Рис. 1. Исследуемые ЗЛП:
a – на первом объекте; *б* – на втором
Fig. 1. The investigated ZLPs:
a – at the first site; *б* – at the second site

Снегомерная съемка осуществлялась в конце февраля (в момент наибольшего накопления снега за зимний период) 2023 г. Скорость ветра замерялась с помощью портативного анемометра АТТ-1002 на высоте 0,5 м от поверхности снега. По данным этих измерений определялись средние значения глубины снега и скорости ветра на разном удалении от дороги для каждого участка в целом.

Результаты и их обсуждение

Степень и характер отложения снега вдоль железных и автомобильных дорог зависят от многих факторов (Указания..., 1974; Здорнов и др., 2020). Результаты наших исследований свидетельствуют, что существенную роль в снижении скорости ветра и снегораспределении на прилегающих к дороге территориях играет конструкция ЗЛП. В табл. 1 по каждому объекту представлены данные о глубине снежного покрова на различном удалении от дороги. Расстояния в наветренную сторону (откуда дуют преобладающие ветры) указаны со знаком минус.

Более наглядно распределение снега на исследуемых объектах показано на рис. 2 и 3.

Анализ данных, представленных в табл. 1 и на рис. 2 и 3, позволяет отметить следующее. Обе системы защитных насаждений (первая – с ЗЛП непродуваемой конструкции, вторая – с ЗЛП ажурной конструкции) оказывают определенное влияние на снегораспределение в полосе отвода дороги. Об этом свидетельствует сравнение данных, полученных на участках с ЗЛП и без них (на контроле). Однако степень и характер отложения снега вдоль дорог существенным образом зависят от конструкции представленных в системах полос.

На первом объекте с наветренной стороны влияние полосы на снегозадержание начинает проявляться на расстоянии 50 м от дороги. Большая часть снежных масс, приносимых к полосе, задерживается на опушке и внутри самой полосы. На расстоянии 30 м от дороги (в первой полосе) глубина снега достигает максимальной величины (0,66 м), что в 1,4 раза больше, чем на контроле.

Таблица 1

Table 1

Глубина снега на исследуемых объектах, м
Snow depth at the studied objects, m

Расстояния от дороги, м Distances from the road, m	Объект № 1 Object № 1		Объект № 2 Object № 2	
	Участок с ЗЛП Plot with PFB	Контрольный участок Control area	Участок с ЗЛП Plot with PFB	Контрольный участок Control area
–150	0,50	0,49	0,51	0,49
–100	0,49	0,49	0,49	0,50
–50	0,56	0,51	0,56	0,51
–30	0,66	0,48	0,60	0,48
Замер у ж/д полотна Measuring at the railroad tracks	0,28	0,46	0,38	0,45
30	0,63	0,48	0,55	0,47
50	0,69	0,50	0,59	0,49
100	0,61	0,49	0,56	0,48
150	0,52	0,51	0,51	0,49
200	0,50	0,50	0,49	0,49

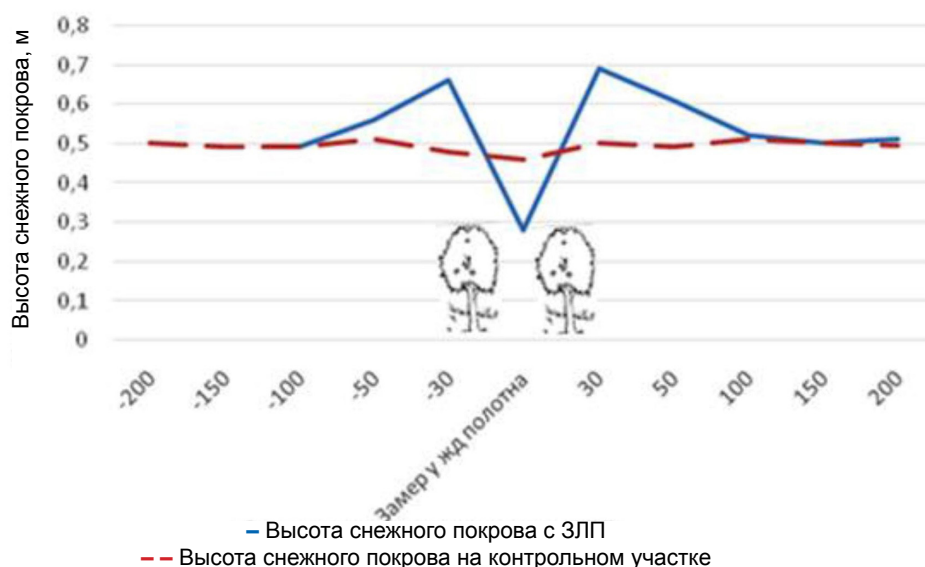


Рис. 2. Распределение снега на участках (с ЗЛП и без них) первого объекта исследований
Fig. 2. Snow distribution in the plots (with and without PFSs) of the first study site

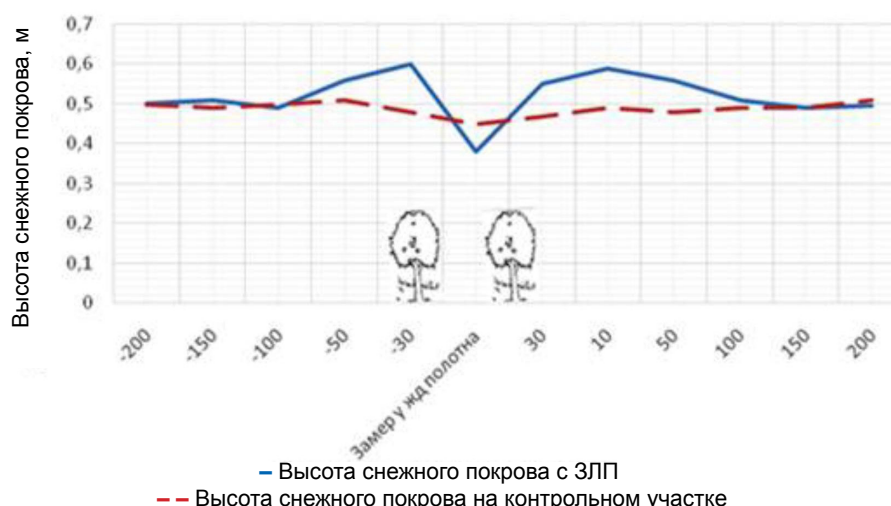


Рис. 3. Распределение снега на участках (с ЗЛП и без них) второго объекта исследований
Fig. 3. Snow distribution in the plots (with and without PFSs) of the second study site

У железнодорожного полотна (на удалении 5 м от нее) этот показатель снижается до минимального значения и составляет всего 0,28 м. Примечательно, что в непосредственной близости к дороге толщина снежного покрова в 1,64 раза меньше, чем на контрольном участке. Это является свидетельством достаточно высокой снегозадерживающей эффективности системы ЗЛП с непродуваемой конструкцией. По мере удаления от дороги в обратном направлении (в заветренную сторону) глубина снега постепенно увеличивается и достигает максимума (0,69 м) на расстоянии 50 м (за второй

полосой) от дороги. После достижения максимума по мере дальнейшего передвижения в сторону поля толщина снежного покрова снижается и на расстоянии 150 м от дороги сравнивается с показателем на контрольном участке.

На втором объекте с ЗЛП ажурной конструкции в зоне их мелиоративного влияния снежный покров распределяется с заметно меньшим варьированием по высоте, т.е. более равномерно. Участки с ЗЛП и без них по глубине снежного покрова различаются в значительно меньшей степени, чем на первом объекте. Достаточно большое количество снега

накапливается непосредственно у дороги. Глубина снега на удалении 5 м от железнодорожного полотна достигает 0,38 м, что не намного меньше (всего на 7 см, в 1,20 раза), чем на соответствующем пункте замера контрольного участка. Таким образом, в полосе отвода железной дороги снегозадерживающая эффективность системы ЗЛП с ажурной конструкцией существенно ниже, чем системы с непродуваемыми полосами. Высокая ветропроницаемость по всему вертикальному профилю ажурных полос может привести к снежным заносам полотна дороги на снегозаносимых участках в годы с выраженной метелевой деятельностью ветров.

Специфика отложения снежных масс в мелиоративной зоне ЗЛП разных конструкций в первую очередь связана со степенью снижения ими скорости ветрового потока в зимний период. На основе анализа специальной литературы можно сделать заключение, что влияние на ветровой поток защитной полосы любой конструкции на расстоянии более 150 м от ее наветренной стороны практически не проявляется. Поэтому скорость ветра в пункте

наблюдений, расположенном на удалении 200 м от железнодорожного полотна с наветренной стороны, условно можно принять за скорость в открытом поле. Выразив в процентах от этого показателя значения скорости ветрового потока в других пунктах наблюдения, можно получить объективную картину о ветроослабляющей способности системы ЗЛП. Соответствующие данные для оценки степени снижения скорости ветрового потока на исследуемых объектах представлены в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что степень снижения скорости ветра в зоне мелиоративного влияния системы ЗЛП относительно его скорости в открытом поле варьирует в достаточно широких пределах. Минимальное значение этого показателя на обоих объектах характерно для пункта наблюдения, расположенного на расстоянии 150 м от дороги с ее наветренной стороны. На первом объекте оно составляет 5,9 %, а на втором – 6,2 %. Максимальная величина рассматриваемого показателя наблюдается с заветренной стороны на удалении 5 м от дороги: на первом объекте – 50,0 %, на втором – 37,5 %.

Таблица 2

Table 2

Снижение скорости ветра в зоне мелиоративного влияния ЗЛП
по сравнению с таковой в открытом поле
Reduction of wind speed in the zone of reclamation influence of PFB
in comparison with the open field

Расстояния от дороги, м Distances from the road, m	Скорость ветра на разном расстоянии от дороги относительно скорости в открытом поле, % Wind speed at different distances from the road relative to the speed in the open field, %	
	Объект № 1 Object № 1	Объект № 2 Object № 2
–200	100,0	100,0
–150	94,1	93,8
–100	91,1	93,8
–50	82,3	90,6
–5	64,7	78,1
0	55,9	65,6
5	50,0	62,5
50	58,9	65,6
100	73,5	84,3
150	79,4	90,6
200	88,2	96,9

В системе ЗЛП снижение скорости ветрового потока считается эффективным, если оно составляет 10 % и более (Указания..., 1974). Из представленных в табл. 2 данных ширина зоны эффективного снижения скорости ветра на первом объекте простирается примерно от отметки –100 м до 200 м, т. е. составляет около 300 м, а на втором – от отметки –50 м до 150 м (200 м).

В целом представленные материалы свидетельствуют, что ветроослабляющая способность системы защитных насаждений с полосами непродуваемой конструкции существенно выше, чем с ажурными полосами. Первая система полос характеризуется большими дальностью защитного действия и степенью снижения скорости ветра.

Выводы

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы и обобщения. Функционирующие в настоящее время в полосе отвода железных дорог ЗЛП играют положительную роль в защите путей от заносов метелевым снегом, задерживая и аккумулируя его около и внутри себя. При этом степень и характер отложения снега вдоль дорог существенным образом зависят от конструкции этих полос. В зоне мелиоративного влияния системы ЗЛП непродуваемой конструкции мак-

симальное количество снега задерживается перед полосой и внутри самой полосы, расположенной с наветренной стороны от дороги. Вследствие этого в непосредственной близости к дороге толщина снежного покрова значительно меньше (в 1,64 раза), чем на контрольном участке. В зоне мелиоративного влияния системы ЗЛП ажурной конструкции снежный покров распределяется с заметно меньшим варьированием по высоте, более равномерно. Здесь глубина снега у железнодорожного полотна только в 1,2 меньше, чем на контрольном участке.

Исследуемые системы ЗЛП по-разному изменяют скорость и траекторию ветрового потока. Ширина зоны эффективного снижения скорости ветра на объекте с системой непродуваемых полос составляет около 300 м, а на объекте с ажурными полосами в 1,5 раза меньше – 200 м. В зоне мелиоративного влияния и первой и второй систем ЗЛП скорость ветра наименьшее значение имеет в непосредственной близости от дороги с заветренной стороны. Однако степень снижения скорости ветрового потока непродуваемыми полосами в этом месте (50,0 %) значительно выше, чем ажурными (37,5 %). В целом в полосе отвода железной дороги снегозадерживающая и ветроослабляющая эффективность системы ЗЛП непродуваемой конструкции заметно выше, чем системы полос ажурной конструкции.

Список источников

- Здорнов И. А., Нагимов З. Я., Капралов А. В. Изменение скоростей ветрового потока в системе защитная полоса – автодорога в условиях Северного Казахстана // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2020. № 3. С. 33–47.
- Состояние защитных лесных полос вдоль железных дорог Свердловской области / И. Н. Гавва, З. Я. Нагимов, А. В. Капралов, А. Ф. Уразова // Леса России и хозяйство в них. 2022. № 4. С. 49–55.
- Указания по изысканию и проектированию защитных лесонасаждений вдоль железных дорог СССР. М. : Транспорт, 1974. 112 с.
- Уразова А. Ф., Нагимов З. Я. Современное состояние защитных лесных насаждений вдоль Свердловской железной дороги // Успехи современного естествознания. 2021. № 1. С. 26–31.

References

- Guidelines for the survey and design of protective forest plantations along the USSR railroads. Moscow : Transport, 1974. 112 p.
- State of protective forest belts along the railroads of the Sverdlovsk region / I. N. Gavva, Z. Y. Nagimov, A. V. Kapralov, A. F. Urazova // Forests of Russia and economy in them. 2022. № 4. P. 49–55. (In Russ.)

- Urazova A. F., Nagimov Z. Ya.* Modern state of protective forest plantations along the Sverdlovsk railroad // *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Advances in modern natural science]. 2021. № 1. P. 26–31. (In Russ.)
- Zdornov I. A., Nagimov Z. Y., Kapralov A. V.* Change of wind flow velocities in the system protective strip – road in the conditions of Northern Kazakhstan // *Proceedings of the St. Petersburg Research Institute of Forestry*. 2020. № 3. P. 33–47. (In Russ.)

Информация об авторах

И. Н. Гавва – аспирант;
З. Я. Нагимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. В. Капралов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
А. Ф. Уразова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Information about authors

I. N. Gavva – postgraduate student;
Z. Ya. Nagimov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
A. V. Kapralov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.
A. F. Urazova – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 09.01.2024; принята к публикации 15.11.2024.
The article was submitted 09.01.2024; accepted for publication 15.11.2024.
