ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079-6080.2024.1.19
УДК 630.111

# Оценка соответствия конструктивных характеристик защитных лесных полос объемам снегоприноса на участках Свердловской железной дороги

© П.Н. Уразов, З.Я. Нагимов, Э.Ф. Герц, А.Ф. Уразова, В.З. Нагимов

**Assessment of the compliance of the design characteristics of protective forest belts with the snowfall volumes on the Sverdlovsk Railway sections**

**P.N. Urazov, Z.Ya. Nagimov, E.F. Gertz, A.F. Urazova, V.Z. Nagimov** (Ural State Forestry University)

The article is devoted to the assessment of compliance of the structure and design of existing protective forest belts with the volume of snowfall to the railroad tracks in modern climatic conditions. The research was carried out on two sections of the railroad track with the length of 20 and 28 km in the right-of-way of the railroad Yekaterinburg – Kamensk-Uralsky. The volumes of snowfall to specific track sections were determined by analytical method taking into account the data on the number of occurrences, duration and direction of snowstorm winds of different speeds, air temperature and snow cover condition obtained for the last 10 winters at the nearest to the object meteorological station Verkhniye Dubrovo. The state and structure of the FFA were established in the areas where, in addition to the traditionally assessed taxation indicators of plantations, the characteristics of their canopy and the design of protective strips were determined. On the basis of construction of the snow mass transfer rose of a given probability it was established that at sites with similar meteorological conditions the estimated amount of snow brought to railroads significantly depends on their location relative to the prevailing directions of snowstorms. At the first site, the snow-bearing capacity of the railroad track is estimated as average, and at the second site – as weak. Comparison of snowfall volumes determined under current climatic conditions (for the last 10 years) with snow collection characteristics of functioning protective strips (created in the middle of the last century) allows us to note that the existing system of protective plantations at the objects under study in terms of the number of strips and rows of tree planting in the strips in general corresponds to the current normative documents. However, it is necessary to carry out silvicultural treatments in the protective strips to reduce their wind permeability in the middle and upper parts. These treatments should result in strips of windproof construction, which most effectively fulfill snow protection functions in the conditions of the Middle Urals.

**Key words:** protective forest belts, design, snow accumulation, railroads

**Оценка соответствия конструктивных характеристик защитных лесных полос объемам снегоприноса на участках Свердловской железной дороги**

**П.Н. Уразов, З.Я. Нагимов, Э.Ф. Герц, А.Ф. Уразова, В.З. Нагимов**

Статья посвящена оценке соответствия структуры и конструкции существующих защитных лесных полос (ЗЛП) объемам снегоприноса к железнодорожным путям в современных климатических условиях. Исследования выполнены на двух участках железнодорожного пути протяженностью 20 и 28 км в полосе отвода железной дороги направления Екатеринбург – Каменск-Уральский. Объемы снегоприноса к конкретным участкам пути определены аналитическим методом с учетом данных о количестве случаев, продолжительности и направлении метелевых ветров разной скорости, температуры воздуха и состоянии снежного покрова, полученных за последние 10 зим на ближайшей к объекту метеостанции Верхнее Дуброво. Состояние и структура ЗЛП установлены на площадях, на которых помимо традиционно оцениваемых таксационных показателей насаждений, определены характеристики их полога и конструкция защитных полос. На основе построения розы переноса снежных масс заданной обеспеченности установлено, что на объектах со сходными метеорологическими условиями расчетное количество приносимого к железным дорогам снега существенно зависит от их расположения относительно господствующих направлений метелей. На первом участке снегозаносимость железнодорожного пути оценивается как средняя, а на втором – как слабая. Сопоставление объемов снегоприноса, определенных в современных климатических условиях (для последних 10 лет), со снегосборными характеристиками функционирующих защитных полос (созданных в середине прошлого столетия) позволяет отметить, что существующая система защитных насаждений на исследуемых объектах по количеству полос и рядов посадки деревьев в полосах в целом соответствует действующим нормативным документам. Однако в защитных полосах необходимо проведение лесохозяйственных уходов для уменьшения их ветропроницаемости в средней и верхней частях. Результатом этих уходов должны стать полосы непродуваемой конструкции, наиболее эффективно выполняющие снегозащитные функции в условиях Среднего Урала.

**Ключевые слова**: защитные лесные полосы, конструкция, снегопринос, железная дорога

Уразов Павел Николаевич – аспирант кафедры лесной таксации и лесоустройства
E-mail: gold-pashka@mail.ru

Нагимов Зуфар Ягфарович – профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства, директор Института леса и природопользования, д-р с.- х. наук
E-mail: nagimovzy@m.usfeu.ru

Герц Эдуард Федорович – профессор кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства, д-р техн. наук
E-mail: gertsef@m.usfeu.ru

Уразова Алина Флоритовна – доцент кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства, канд. с.-х. наук
E-mail: urazovaaf@m.usfeu.ru

Нагимов Валерий Зуфарович – доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства канд. с.-х. наук
E-mail: nagimovvz@m.usfeu.ru

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Телефон: 8 (343) 221-21-00

**Введение**

Участки Свердловской железной дороги на протяжении 4837,8 км относятся к категории заносимых снегом. Их защиту от этого явления, помимо естественных насаждений и технических сооружений, выполняют искусственные защитные лесные полосы (ЗЛП) площадью 3851,7 га [10]. Основная часть полос была создана в середине прошлого столетия с учетом существовавших климатических условий. В настоящее время не все снегозаносимые участки обеспечены надежной защитой от снежных заносов.

При определении границ полосы отвода железной дороги, выполнении изыскательских работ, обосновании конструкции защитных полос используются данные снегоприноса к путям. Объемы снегоприноса зависят как от расположения дороги по отношению к господствующим ветрам, так и от реальных климатических характеристик района [9].

В этой связи с учетом изменений климата в последние десятилетия актуальной становится задача определения объемов снегоприноса к участкам железной дороги, подверженным заносу снегом. Такие сведения необходимы при создании новых ЗЛП на безлесных снегозаносимых территориях.

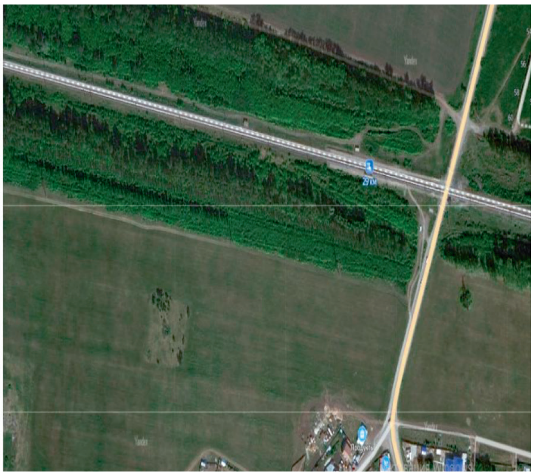
Цель настоящей работы заключается в оценке конкретных объемов снегоприноса к железнодорожным путям с учетом изменений климата, произошедших в последние десятилетия в районе исследований, и определение на этой основе соответствия структуры и конструкции существующих защитных полос реальным климатическим условиям и эффективности их функционирования.

**Объекты и методика исследований**

Исследования снегоприноса выполнялись в полосе отвода железной дороги Екатеринбург – Каменск-Уральский. Железнодорожные пути данного направления отличаются самой высокой для условий Среднего Урала снегозаносимостью [2]. В районе в виде снега выпадает от 20 до 30 % осадков. По многолетним данным устойчивый снежный покров в основном образуется к концу ноября и держится до марта [7].

Конкретными объектами работы явились защитные лесные полосы на двух участках пути, расположенные на 20-м (ПК 3+00-5+00) и 28-м (ПК 8+00-9+00) километрах дистанции, созданные в середине прошлого века непродуваемой конструкцей. Эти участки на протяжении 6,7 км по левой стороне и 6,8 км – по правой характеризуются как снегозаносимые I категории [8]. На объемы снегоприноса в конкретной местности существенное влияние оказывает направление дороги. От Екатеринбурга к Каменск-Уральскому дорога имеет юго-восточное направление. Причем на исследуемых участках она относительно сторон света расположена под разными углами: на первом объекте румб дороги ЮВ: 30°, на втором – ЮВ: 80° (рис. 1).


Участок 1



Участок 2

Рис. 1. Ориентация участков железной дороги относительно сторон света

Для достижения поставленной цели в ЗЛП закладывались пробные площади (ПП) с учетом требований ОСТ 56-69-83 [6]. Таксационные показатели древостоев пробных площадей представлены в таблице 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика насаждений на пробных площадях

| Участок | Состав насаждения | Возраст, лет | Высота, м | Запас, м$^3$/га | Густота, шт./га |
|---|---|---|---|---|---|
| 20-й км, левая сторона | 10С | 82 | 22,05 | 239 | 315 |
| 20-й км, правая сторона | 10Б | 84 | 23,58 | 243 | 340 |
| 28-й км, левая сторона | 9Б1Т | 82 | 25,93 | 458 | 505 |
| 28-й км правая, сторона | 9С1Б | 71 | 22,15 | 255 | 358 |

Примечание. С – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), Б – береза бородавчатая (*Betula pendula* Roth), Т – тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.).

Объемы снегоприноса к конкретному участку пути за какую-либо зиму или ряд зим можно получить аналитическим методом или на основании систематических натурных замеров снегоотложения на соответствующих участках пути [1, 8]. Аналитический метод, использованный в нашей работе, базируется на данных о количестве случаев, продолжительности и направлении метелевых ветров разной скорости, температуры воздуха и состоянии снежного покрова, полученных на ближайших к объекту метеостанциях [4]. Информация о метелевом режиме выбирается из журналов наблюдений за срок не менее 10 лет. Причем данные выписываются за те дни, когда среднесуточная температура воздуха была ниже нуля, почва покрыта снегом и скорость ветра на высоте флюгера превышала 5 м/сек [5, 8].

В нашей работе необходимые для расчета размеров снегоприноса данные получены на метеостанции Верхнее Дуброво Свердловской области (географическая широта 56.73 долгота 61.07, высота над уровнем моря 288 м). При определении величины этого показателя методикой [5, 8] предусматривается определение для каждой метели продолжительности, интенсивности и объема снегопереноса по формулам (1–3):

$$t = t_k - t_n \quad (1)$$

$$I = k \cdot V^3 \quad (2)$$

$$W_{сп,\, i} = t \cdot I \quad (3)$$

где $t$ – продолжительность метели, ч;

$t_n$ – время начала метели, ч;

$t_k$ – время окончания метели, ч;

$V$ – скорость ветра при метели на уровне флюгера, м/с;

$k$ – коэффициент пропорциональности;

$I$ – интенсивность метели (горизонтального переноса снега), м$^3$/пог. м • ч;

$W_{сп,i}$ – объем снегопереноса при метели, м$^3$/пог. м.

При расчете объема горизонтального снегопереноса эмпирический коэффициент пропорциональности $k$ в формуле (2) для снега плотностью 0,25 (характерного для большей территории европейской части страны) принимается равным $3{,}1 \cdot 10^{-4}$, а для снега плотностью 0,30 (характерного для восточных и юго-восточных районов европейской территории и лесостепной зоны Сибири) – $2{,}6 \cdot 10^{-4}$ [8].

Отдельно по румбам и в целом за год объемы снегопереноса рассчитываются суммированием соответствующих объемов этого показателя, определенных для каждой метели. Однако проектирование снегозадерживающих лесных полос должно базироваться не на величине приноса снега по годам, а на расчетных показателях, отражающих переносы снега по всем румбам за определенный период с заданной вероятностью превышения. Расчетные показатели для любой стороны пути по каждому румбу устанавливаются статистической обработкой полученных за ряд лет значений объемов и построением на этой основе кривых обеспеченности переносов снега. Для защитных лесонасаждений вдоль железных дорог обеспеченность принимается равной 7 и 10 %. Определение расчетного количества приносимого к пути снега по румбам проводилось по принятой методике [8].

Суммарный объем снегоприноса к любой стороне дороги за зиму рассчитывался по формуле (4):

$$W_{д} = W_{с} \cdot sin\alpha_{1} + W_{св} \cdot sin\alpha_{2+} ... + W_{n} \cdot sin\alpha_{n} + ... \quad (4)$$

где $W_{с}$, $W_{св}$, ... $W_{n}$ – объем снегопереноса по каждому румбу, м$^3$/м;

$\alpha_1$, $\alpha_2$, ... $\alpha_n$ – углы атаки снегоприносов по каждому румбу, град.

Математико-статистическая обработка метеоданных проводилась средствами Microsoft Office Excel 2019 и программного пакета Statistica 10.

**Результаты и их обсуждение**

На первом этапе исследований для оценки метелевого режима территорий за предыдущие 10 зим в соответствии с методикой [8] была составлена сводная таблица метеоданных (ее фрагмент представлен в таблице 2), включающая следующие характеристики: дата метели, среднесуточная температура, направление и скорость ветра по часам наблюдений (с 0.00 до 21.00 ч), высота снежного покрова.

Таблица 2

Метеорологические данные за ноябрь 2014 г. по наблюдениям метеостанции Верхнее Дуброво

| Даты | Средне-суточная темпера-тура, °С | Направление и скорость ветра в часы наблюдений, м/сек | | | | | | | | Высота снежного покрова, см |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.00 | 3.00 | 6.00 | 9.00 | 12.00 | 15.00 | 18.00 | 21.00 | |
| 6.11 | -0,8 | - | - | ЮЗ-10 | - | - | - | - | - | 2 |
| 9.11 | -6,8 | - | - | - | Ю-10 | - | Ю-10 | ЮВ-11 | - | 2 |
| 12.11 | -0,3 | - | - | - | З-10 | З-10 | З-12 | З-12 | З-12 | 7 |
| 17.11 | -15,2 | - | - | - | - | - | - | - | З-11 | 8 |
| 18.11 | -10,2 | З-10 | - | З-10 | З-11 | З-11 | З-11 | З-12 | З-10 | 8 |
| 19.11 | -6,6 | З-11 | З-10 | - | - | - | - | З-11 | З-10 | 8 |
| 20.11 | -8,0 | З-12 | - | З-8 | З-12 | З-10 | З-11 | З-11 | - | 7 |
| 22.11 | -6,6 | - | - | - | - | З-12 | З-8 | З-11 | - | 7 |
| 23.11 | -16,0 | - | СВ-8 | СВ-11 | С-11 | - | - | - | - | 10 |

По материалам сводной таблицы определялось количество случаев метелевых ветров (скоростью выше 5 м/сек) по 8 основным румбам (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З и СЗ). Шаг скорости ветра принимался равным 1 м/сек. Эта работа выполнялась по всем 10 зимам. При восьмиразовых наблюдениях в течение суток за направлением и скоростью ветров продолжительность каждого случая ветра считается равной 3 часам [8]. Интенсивность и объем снегопереноса определяют по данным продолжительности случаев метелей с фиксированными скоростями, направлением (румбом) и продолжительностью каждого случая.

Объем снега, переносимого по румбам при снеговетровом потоке той или иной интенсивности, определялся по формуле (2). При расчетах эмпирический коэффициент *k* принимался равным 3,1 • 10$^{-4}$. Полученные объемы переносов снега приведены в таблице 3.

Таблица 3

Объемы снегопереноса в районе метеостанции Верхнее Дуброво

| Зимы, годы | Объемы снегопереноса (по румбам), м³/м | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | Всего |
| 2012/2013 | 9,2 | 4,2 | 13,0 | 0,9 | 12,0 | 28,8 | 53,6 | 19,1 | 140,8 |
| 2013/2014 | 1,2 | 0,9 | 5,0 | 0,0 | 5,3 | 32,6 | 69,2 | 9,1 | 123,3 |
| 2014/2015 | 11,6 | 1,7 | 0,7 | 5,8 | 5,0 | 12,6 | 115,6 | 8,4 | 161,4 |
| 2015/2016 | 0,9 | - | 7,3 | 15,6 | 13,9 | 8,6 | 49,7 | 17,0 | 113,1 |
| 2016/2017 | - | - | - | - | 2,8 | 11,2 | 56,3 | 5,5 | 75,8 |
| 2017/2018 | - | - | 10,0 | 5,3 | 1,9 | 19,6 | 58,4 | 7,7 | 102,8 |
| 2018/2019 | 0,9 | - | - | 0,9 | 14,4 | 3,8 | 13,8 | 2,5 | 36,4 |
| 2019/2020 | - | - | - | - | 2,6 | 4,1 | 5,7 | 1,6 | 13,9 |
| 2020/2021 | 14,7 | 3,7 | 0,0 | 2,6 | 3,4 | - | 13,6 | 2,5 | 40,3 |
| 2021/2022 | - | 1,2 | - | 0,9 | 4,3 | - | 4,6 | 3,0 | 14,1 |

Приведенные данные свидетельствуют, что в рассматриваемый период времени объемы переносимого снега варьируют в широком диапазоне по годам и румбам и представляют случайную величину. В этой связи, в соответствии с указанной выше методикой [8], определены расчетные объемы снегопереноса по всем румбам с вероятностью превышения 7 %, что позволило построить расчетную розу переноса снега заданной обеспеченности (рис. 2).


Рис. 2. Распределение объемов снегопереноса по румбам, м³/м

Построенная таким образом роза переноса снега позволяет определить расчетное количество приносимого снега к любой стороне дороги с учетом ее направления. С этой целью через ее центр проводилась прямая линия, соответствующая направлению железнодорожного пути, и определялись углы атаки снегоприноса метелевыми ветрами по румбам. С использованием этих углов и объемов снегопереноса по формуле (4) установлены расчетные значения объемов снегоприноса к исследуемым участкам дороги и возможный объем снегоотложений на конец зимнего периода (табл. 4).

Таблица 4

Расчетный объем снегоприноса с вероятностью превышения 7 %
к исследуемым участкам железной дороги

| Номер участка | Направление дороги | Объем снегоприноса, м$^3$/м | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Справа | Слева | Общий |
| 1 | ЮВ: 30° | 122,6 | 59,9 | 182,5 |
| 2 | ЮВ: 80° | 21,6 | 34,6 | 56,2 |

Приведенные данные свидетельствуют, что при одинаковых метеорологических условиях количество приносимого к дороге снега существенно зависит от ее расположения относительно сторон света. В соответствии с нормативным документом, при количестве приносимого снега за расчетную зиму в размере до 100 м$^3$/м степень снегозаносимости участков дороги считается слабой, а в размере от 101 до 250 м$^3$/м – средней [8]. Таким образом, по нашим расчетам на первом объекте снегозаносимость железнодорожного пути оценивается как средняя, а на втором – как слабая.

Рассчитанные объемы снегоприноса позволяют оценить соответствие системы существующих снегозадерживающих насаждений метеорологическим условиям на отдельных участках дороги и определить потребность в дополнительных средствах снегозащиты. Для этого производится сопоставление объемов снегоприноса и снегосборных характеристик защитных полос. Существующие защитные полосы на объектах имеют ажурную конструкцию, их характеристика представлена в таблице 5.

Таблица 5

Конструктивно-мелиоративная характеристика защитных лесных полос

| Номер участка | Сторона дороги | Количество полос, шт. | Количество рядов в полосе, шт. | Ширина, м | Расстояние, м | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Между рядами | Между полосами |
| 1 | Левая | 2 | 1-я полоса – 4<br>2-я полоса – 7 | 68,0 | 3 | 4 |
| | Правая | 2 | 1-я полоса – 4<br>2-я полоса – 4 | 42,0 | 3 | 5 |
| 2 | Левая | 1 | 5 | 15,5 | 3 | - |
| | Правая | 1 | 6 | 26,5 | 3–5 | - |

В соответствии с существующим нормативом при слабой степени снегозаносимости вдоль железных дорог рекомендуется одно-двухполосная система защитных насаждений, а при средней – двух-трехполосная [8]. В отраслевом дорожном методическом документе по проектированию защитных насаждений вдоль автомобильных дорог предусматривается при объеме снегоприноса от 51 до 75 м$^3$/м (слабая степень снегозаносимости) создание пятирядной полосы, а при объеме от 151 до 200 м$^3$/м (средняя степень) – девятирядной. Таким образом, существующая система защитных насаждений на исследуемых объектах по количеству полос и рядов посадки деревьев в полосах в целом соответствует действующим нормативным документам.

В ходе полевых работ на основе полученных таксационных показателей насаждений было установлено, что все исследуемые полосы имеют сквозные просветы в их средней и верхней частях. По вертикальному профилю кроны деревьев в большинстве случаев находятся в разомкнутом состоянии. Следует отметить, что в условиях Среднего Урала на снегозаносимых участках железных дорог более предпочтительны и эффективны ЗЛП непродуваемой конструкции [3]. В этой связи для улучшения снегозащитных функций исследуемых полос необходимо проведение лесохозяйственных мероприятий по оптимизации их конструкции.

**Заключение**

На основе проведенных исследований установлено, что в районах со сходными метеорологическими условиями расчетное количество приносимого к железным дорогам снега существенно зависит от их расположения относительно господствующих направлений метелей. Сопоставление объемов снегоприноса, рассчитанных в современных климатических условиях, со снегосборными характеристиками защитных полос (созданных в середине прошлого столетия) позволяет отметить, что система защитных насаждений на исследуемых объектах по количеству полос и рядов посадки деревьев в полосах в целом соответствует действующим нормативным документам. Однако в защитных полосах необходимо проведение лесохозяйственных уходов для уменьшения их ветропроницаемости в средней и верхней частях. Результатом этих уходов должны стать полосы непродуваемой конструкции, наиболее эффективно выполняющие снегозащитные функции в условиях Среднего Урала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анопин, В.Н. Особенности методики расчета параметров в сухостепной зоне придорожных снегозащитных лесных насаждений / В.Н. Анопин, Ю.И. Васильев, Г.А. Рулев // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2013. – № 32 (51). – С. 147–152.
2. Ершов, А.В. Интенсивность рубок ухода в путезащитных лесных полосах Среднего Урала / А.В. Ершов : дис. … канд. с.-х. наук. – Свердловск, 1967. – 223 с.
3. Капралов, А.В. Методические указания к выполнению курсового проекта (работы) и к практическим занятиям по дисциплине. «Лесомелиорация ландшафтов» для обучающихся очной и заочной форм обучения направлений 35.03.01 «Лесное дело», 05.03.06 «Экология и природопользование», 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» / А.В. Капралов, А.В. Григорьева, А.С. Попов, Е.С. Папулов. – Екатеринбург, 2020. – 55 с.
4. Лобкина, В.А. Методика расчёта снегопереноса для малоизученных территорий (о. Сахалин) / В.А. Лобкина, Е.Н. Казакова, Ю.В. Генсиоровский // Лёд и снег. – 2012. – Т. 52, № 3. – С. 58–61.
5. ОДМ 218.2.045-2014. Рекомендации по проектированию лесных снегозадерживающих насаждений вдоль автомобильных дорог. – М. : Росавтоодор, 2014. – 54 с.
6. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. – М., 1983. – 23 с.
7. Справочно-информационный портал «Погода и климат». –- URL: http://www. pogodaiklimat.ru (дата обращения: 12.06.2023).
8. Указания по изысканию и проектированию защитных лесонасаждений вдоль линий железных дорог СССР (Главное управление пути МПС) – М. : Транспорт, 1974. – 112 с.
9. Уразова, А.Ф. Оценка количества атмосферных осадков в целях анализа возможностей штатного функционирования снегозащитных лесных полос / А.Ф. Уразова, З.Я. Нагимов, Э.Ф. Герц, П.Н. Уразов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2022. – Вып. 239. – С. 117–130. – DOI: 10.21266/2079-4304.2022.239.117-130.
10. Уразова, А.Ф. Современное состояние защитных лесных насаждений вдоль Свердловской железной дороги / А.Ф. Уразова, З.Я. Нагимова // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 1. – С. 26–31. – DOI: 10.17513/use.37560.

REFERENCES

1. Anopin V.N., Vasil'yev Yu.I., Rulev G.A. Osobennosti metodiki rascheta parametrov v sukhostepnoy zone pridorozhnykh snegozashchitnykh lesnykh nasazhdeniy [Peculiarities of parameter calculation methodology in

the dry-steppe zone of roadside snow-protective forest plantations]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [*Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture]*, 2013, no. 32 (51), pp. 147–152. (In Russian).

2. Yershov A.V. Intensivnost' rubok ukhoda v putezashchitnykh lesnykh polosakh Srednego Urala [Intensity of thinning in the track-protective forest strips of the Middle Urals]. Dis. … kand. s.-kh. nauk [Dis. … cand. of agricultural sciences]. Sverdlovsk, 1967, 223 p. (In Russian).
3. Kapralov A.V., Grigor'yeva A.V., Popov A.S., Papulov Ye.S. Metodicheskiye ukazaniya k vypolneniyu kursovogo proyekta (raboty) i k prakticheskim zanyatiyam po distsipline. «Lesomelioratsiya landshaftov» dlya obuchayushchikhsya ochnoy i zaochnoy form obucheniya napravleniy 35.03.01 «Lesnoye delo», 05.03.06 «Ekologiya i prirodopol'zovaniye», 20.03.02 «Prirodoobustroystvo i vodopol'zovaniye» [Methodical instructions for the fulfillment of the course project (work) and for practical classes in the discipline. «Lesomelioration of landscapes» for full-time and part-time students. directions 35.03.01 «Forestry Business», 05.03.06 «Ecology and Nature Management», 20.03.02 «Nature Management and Water Use»]. Ekaterinburg, 2020, 55 p. (In Russian).
4. Lobkina V.A., Kazakova E.N., Gensiorovsky Yu.V. Metodika raschota snegoperenosa dlya maloizuchennykh territoriy (o. Sakhalin) [Methodology for calculating snow transfer for poorly studied areas (Sakhalin Island)]. *Lod i sneg* [*Ice and Snow*], 2012, vol. 52, no. 3, pp. 58–61. (In Russian).
5. ODM 218.2.045-2014. Rekomendacii po proektirovaniyu lesnyh snegozaderzhivayushchih nasazhdenij vdol' avtomobil'nyh dorog [ODM 218.2.045-2014. Recommendations for the design of forest snow-resistant plantations in the valley of motorways]. Moscow, Rosavtoodor, 2014, 54 p. (In Russian).
6. OSt 56-69-83. Probnye ploshchadi lesoustroitel'nye. Metod zakladki [OSt 56-69-83. OSt 56-69-83. Sample areas for forest inventory. Method of laying]. Moscow, 1983. 23 p. (In Russian).
7. Spravochno-informacionnyj portal «Pogoda i klimat» [The «Weather and Climate» information and information portal]. URL: http://www. pogodaiklimat.ru (date of access: 12.06.2023). (In Russian).
8. Ukazaniya po izyskaniyu i proektirovaniyu zashchitnyh lesonasazhdenij vdol' linij zheleznyh dorog SSSR (Glavnoe upravlenie puti MPS) [Guidelines for survey and design of protective forest plantations along the USSR railroad lines (Main Railway Administration of the Ministry of Railways)]. Moscow, Transport, 1974, 112 p. (In Russian).
9. Urazova A.F., Nagimov Z.Ya., Gertz E.F., Urazov P.N. Ocenka kolichestva atmosfernyh osadkov v celyah analiza vozmozhnostej shtatnogo funkcionirovaniya snegozashchitnyh lesnyh polos [Estimation of precipitation for the purpose of analyzing the possibility of regular functioning of snow-protective forest belts]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoj akademii* [*Izvestiya St. Petersburg Forestry Academy*], 2022, is. 239, pp. 117–130. (In Russian).
10. Urazova A.F., Nagimov Z.YA. Sovremennoe sostoyanie zashchitnyh lesnyh nasazhdenij vdol' Sverdlovskoj zheleznoj dorogi [Current state of protective forest plantations along the Sverdlovsk Railway]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [*Advances in modern natural science*], 2021, no. 1, pp. 26–31 (In Russian).

Статья поступила в редакцию 18.09.2023