

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

**ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ  
В ЦЕЛЯХ АНАЛИЗА ВОЗМОЖНОСТЕЙ  
ШТАТНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
СНЕГОЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС**

*Введение.* Успешное функционирование железнодорожного транспорта во многом определяется состоянием его инфраструктурных объектов, в том числе защитных лесных полос насаждений (ЗЛП). За период с 1930 по 1960 гг. для обеспечения снегозадержания в зимний период в полосах отвода Свердловской железной дороги было создано большое количество защитных лесных полос [Уразова, Нагимов, 2021]. Они предназначались для защиты путей от снежных заносов, ветровой и водной эрозии, снижения аэродинамических воздействий на движущийся транспорт, уровня шума и загрязнения окружающей среды. За истекшие после посадок годы сформировались насаждения различной структуры, защитные функции которых целесообразно оценивать в тесной увязке с климатическими факторами.

Известно, что в последние десятилетия наблюдается глобальные изменения климатических факторов [Усольцев и др., 2019; Григорьев и др., 2012], поэтому при создании и эксплуатации защитных насаждений целесообразно оценить параметры этих изменений. В районе исследования основным назначением придорожных полос является защита дорог от снежных заносов. В этой связи актуальными являются сведения о объемах осадков в зимний период, их состоянии и динамики в условиях изменяющегося климата. Мероприятия по созданию полос и уходу за ними должны проводиться с учетом актуальной ситуации по объемам выпадающих осадков и снегопереноса и направляться на формирование таких их конструкций, которые в наибольшей степени соответствуют снегозадерживающим функциям [Герц и др., 2021].

Прогноз и статистический анализ климатических факторов, в частности, количества выпадающего снега, могут стать основой для выработки правильной стратегии по созданию и формированию ЗЛП. Данные такого анализа позволят рассчитать размеры снегоприноса и дифференцировать участки Свердловской железной дороги по величине рисков возникнове-

ния снежных заносов и, в конечном итоге, обосновать соответствующие мероприятия для их предотвращения.

В практике проектирования и проведения лесохозяйственных мероприятий в ЗЛП или полосах отвода дорог возникает необходимость в расчете возможных (максимальных) объемов снега, складываемого в их пределах, и определении конструктивных параметров эффективной снегозащиты.

Изменение интенсивности и характера выпадения осадков фиксируется метеорологическими станциями. Для получения репрезентативных оценок текущих изменений и трендов гидрометеорологических параметров наиболее целесообразно использовать данные локальных метеорологических станций, отражающих мезоклиматические особенности [Газарян и др., 2018].

Основные факторы, влияющие на снегонакопление – температура и влажность воздуха, количество и характер зимних осадков, плотность снега, скорость и направление ветра – находятся в непрерывном взаимодействии между собой и постоянно изменяют условия накопления снега. С варьированием этих условий тесно связано количество накапливаемого снега [Ершов, 1967]. В этой связи актуальной задачей является оценка диапазона изменения объемов снегонакопления в полосах отвода дорог и динамики количества выпадающих осадков за многолетний период. Эти данные необходимы, прежде всего, при конструировании ЗЛП, включая число полос и расстояния между ними

*Материалы и методика исследования.* В основу настоящих исследований положены данные метеостанции Верхнее Дуброво Свердловской области (географическая широта 56.73 долгота 61.07, высота над уровнем моря 288 м), расположенной непосредственно в районе исследований. Использовались фактические материалы метеорологических наблюдений (многолетние ряды сумм осадков), проведенные с 1959 по 2021 гг., то есть за 62-летний период [Погода и климат, 2021]. Для анализа данных рассматриваются значения холодного периода года (с ноября по март).

В качестве примера в табл. 1 приведена выборка суммарных осадков в ноябре-месяце за рассматриваемый период.

Математико–статистическая обработка метеоданных проводилась средствами Microsoft Office Excel 2013 и программного пакета Statistica 10.

Изучение интенсивности и характера выпадающих осадков за продолжительный период представляет значительный интерес при региональных

оценках изменения климата и проектировании ЗЛП вдоль транспортных путей.

На рис. 1 представлена динамика суммарного количества ноябрьских осадков за исследуемый период по данным метеостанции Верхнее Дуброво. Графические данные свидетельствуют о достаточно высоком варьировании количества осадков в ноябре по годам рассматриваемого периода. Так, наименьшее количество осадков (4 мм) выпало в 1967 г., а наибольшее (83 мм) – в 2002. Интенсивность ноябрьских осадков в 2002 г. была более чем в 20 раз выше, чем в 1967. На протяжении исследуемого периода наблюдается некоторая тенденция увеличения количества выпадающих в ноябре-месяце осадков.

Таблица 1

**Сумма атмосферных осадков за ноябрь-месяц в период с 1959–2021 годы, мм**

**Total precipitation for November in the period 1959–2021, mm**

Годы	Количество осадков,	Годы	Количество осадков	Годы	Количество осадков	Годы	Количество осадков
1959	11	1975	21	1991	23	2007	24
1960	18	1976	26	1992	35	2008	39
1961	50	1977	14	1993	19	2009	35
1962	18	1978	31	1994	48	2010	60
1963	29	1979	25	1995	41	2011	28
1964	41	1980	37	1996	12	2012	69
1965	45	1981	34	1997	36	2013	42
1966	27	1982	17	1998	75	2014	19
1967	4	1983	29	1999	28	2015	34
1968	48	1984	62	2000	29	2016	50
1969	55	1985	40	2001	40	2017	21
1970	40	1986	45	2002	83	2018	27
1971	25	1987	19	2003	15	2019	17
1972	48	1988	42	2004	47	2020	15
1973	27	1989	23	2005	5	2021	12
1974	38	1990	43	2006	44		

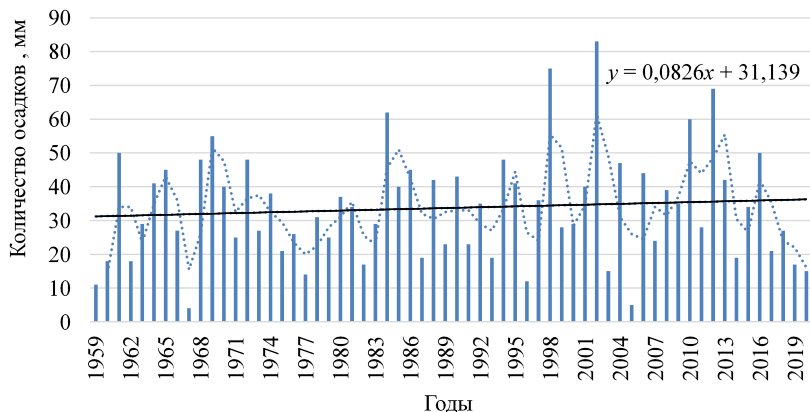


Рис. 1. Погодичная динамика количества ноябрьских осадков за многолетний период по данным метеостанции Верхнее Дуброво

Fig. 1. Annual dynamics of November precipitation over a long-term period according to Verkhneye Dubrovo weather station

В подобных исследованиях большое значение имеют данные о суммарном количестве осадков холодного периода года (с ноября по март месяцы), выпадающих преимущественно в виде снега. Такие данные за рассматриваемый период представлены на рис. 2.

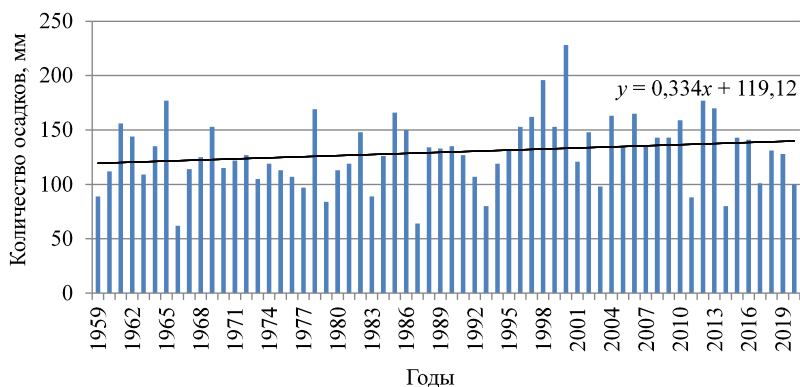


Рис. 2. Погодичная динамика суммарного количества осадков холодного периода года по данным метеостанции Верхнее Дуброво

Fig. 2. Annual dynamics of the total amount of precipitation of the cold period of the year according to Verkhneye Dubrovo meteorological station

На основе данных рис. 2 можно сделать заключение, что варьирование по годам суммарного количества осадков за 5 мес. (в холодный период года) значительно ниже, чем за конкретный ноябрь-месяц. Максимальное количество осадков за эти месяцы составляет 230 мм (1999–2000 гг.), а минимальное 60 мм (1987–1988 гг.). В целом можно констатировать о цикличности выпадения осадков. Наблюдается чередование периодов с тенденциями увеличения и уменьшения осадков холодного периода года. Несмотря на это обнаруживается тенденция поступательного увеличения количества зимних осадков. Таким образом, в современных условиях изменения климата зимы становятся не только более теплыми, но и многоснежными. На данный факт указывают и другие исследователи [Григорьев и др., 2010].

На рис. 3 представлены данные о динамике осадков за 62-летний период в разрезе месяцев (с ноября по март).

Линии тренда на рис. 3 построены на основе полученных уравнений парной связи, описывающих погодичное изменение месячных осадков за 62-летний период. Выявляется, что за исследуемый период наиболее выражено увеличение ноябрьских и мартовских осадков. Осадки других месяцев также возрастают, но в значительно меньшей степени.

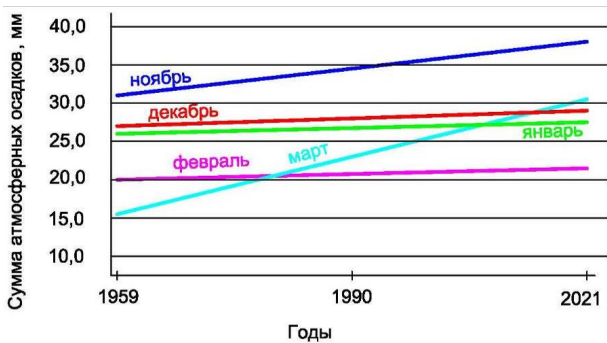


Рис. 3. Погодичное изменение месячных осадков за исследуемый период:  
1 – ноябрьских; 2 – декабрьских; 3 – январских; 4 – февральских; 5 – мартовских

Fig. 3. Annual change in monthly precipitation for the study period:  
1 – November; 2 – December; 3 – January; 4 – February; 5 – March

Для проектирования конструкций ЗЛП и мероприятий, направленных на сохранение и улучшение их защитных и мелиоративных функций, важное значение имеют данные не только об абсолютных величинах осадков,

но и характере их распределения в течение продолжительного периода. В этой связи нами произведен статистический анализ метеоданных по осадкам в разрезе месяцев за рассматриваемый 62-летний период. Известно, что основными статистическими показателями, характеризующими степень однородности (или разнородности) исследуемых совокупностей, являются: среднее значение признака, его коэффициент вариации, показатели асимметрии и эксцесса эмпирических рядов распределения, точность опыта и ошибки этих показателей [Дворецкий, 1971; Рокицкий, 1973]. Указанные показатели для исследуемых рядов приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Основные статистические параметры распределения количества атмосферных осадков за 62-летний период в разрезе месяцев**

**Main statistical parameters of precipitation distribution for the 62-year period by months**

Месяцы	Минимальное значение, мм	Максимальное значение, мм	Среднее значение, мм	Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса	Коэффициент вариации, %	Точность опыта
ноябрь	4	83	33,7±2,07	0,71	0,69	48,2	6,1
декабрь	5	62	27,5±1,61	0,61	-0,17	46,2	5,9
январь	5	72	25,7±1,8	0,87	0,71	55,1	7,0
февраль	2	69	20,9±1,57	1,33	2,85	59,1	7,5
март	0,8	65	22,1±1,77	1,09	1,23	63,9	8,0

*Результаты исследования.* Приступая к их анализу, следует отметить, что точность опыта по всем вариантам (месяцам) анализа соответствует необходимым требованиям. Минимальные, максимальные и средние значения количества выпадающих осадков существенно различаются по месяцам. За исследуемый период наибольшее количество осадков выпадало в ноябре (в среднем 33,7 мм), а наименьшее – в феврале (20,9 мм). Достоверность средних значений осадков по месяцам подтверждается на 5%-м уровне значимости ( $t_{\text{факт}} > t_{0,05}$ ). Выявляется, что количество осадков отдельно взятого месяца на протяжении исследуемого периода характеризу-

ется высокой изменчивостью. Причем значения коэффициента вариации осадков достаточно существенно различаются по месяцам. Наибольшая вариация осадков за последние 62 года характерна для марта-месяца (63,9%), а наименьшая – для декабря (46,2%).

Для построения прогнозных моделей динамики приходной части осадков необходима оценка характера распределения месячных осадков за длительный период и соответствия его тем или иным законам распределения случайной величины. Известно, что форма кривых распределения любой статистической величины наиболее полно передается коэффициентами асимметрии (А) и эксцесса (Е). Значения коэффициента асимметрии, представленные в табл. 2, свидетельствуют, что ряды распределения месячных осадков (с ноября по март) 62-летнего периода характеризуются положительной асимметрией. Достоверность этого показателя во всех случаях доказывается на 5%-м уровне значимости ( $t_{\text{факт}} > t_{0,05}$ ). Асимметрия наиболее выражена в ряду распределения февральских осадков ( $A = 1,33$ ) и в наименьшей степени – в ряду декабрьских ( $A = 0,61$ ). Среднее значение коэффициента асимметрии по всем пяти месяцам составляет +0,92. Асимметричное распределение показывает на наличие причин систематического характера, которые приводят к деформации (косости) рядов относительно симметричных (нормальных) рядов. В целом, положительная косость свидетельствует, что в исследуемых рядах медианные значения меньше средних, то есть преобладают месяцы с более значительным количеством осадков.

Размах варьирования коэффициента эксцесса исследуемых рядов распределения значительно шире, чем коэффициента асимметрии. Этот показатель изменяется от  $-0,17$  (в ряду распределения декабрьских осадков) до  $2,85$  (в ряду распределения февральских осадков). Достоверность эксцесса на 5%-м уровне доказывается только по рядам распределения февральских и мартовских осадков ( $t_{\text{факт}} > t_{0,05}$ ). По остальным рядам значения коэффициента эксцесса недостоверны. Среднее значение эксцесса по всем месяцам холодного периода года составляет +1,06. В целом, в исследуемых распределениях количества месячных осадков их значения в меньшей степени тяготеют к среднему значению по сравнению с нормальным распределением.

Для подбора универсальной математической функции, наиболее корректно описывающей экспериментальные ряды осадков, производилась последовательная аппроксимация их различными уравнениями, которые используются в подобных исследованиях. В нашей работе в качестве тео-

ретических функций использовались уравнения нормального, лог-нормального, экспоненциального распределений и распределения Вейбулла (табл. 3).

Таблица 3

**Вычисленные и табличные значения критерия согласия Пирсона  $\chi^2$**

**Calculated and table values of Pearson's fit criterion  $\chi^2$**

Распределение	Значения показателей	
	$\chi^2_{\text{факт}}$	$\chi^2_{\text{табл}}$
Нормальное	3,18–24,97	7,81
Лог-нормальное	2,58–23,8	11,07
Вейбулла	1,07–9,21	5,99
Экспоненциальное	21,75–42,98	11,07

Выбор наилучшего уравнения производился стандартным методом – на основе сравнения вычисленных (фактических) критериев согласия Пирсона  $\chi^2$  с табличными значениями этого показателя на 5%-м уровне значимости. В результате этой процедуры выявлено, что наиболее универсальной для описания исследуемых эмпирических рядов погодического распределения атмосферных осадков является функция Вейбулла. Только в одном случае (для ряда распределения осадков в марте-месяце) расчетное значение критерия  $\chi^2$  (9,21) оказалось больше табличного (5,99).

На рис. 4, в качестве примера, показана аппроксимация ряда распределения ноябрьских осадков за исследуемый период функцией Вейбулла.

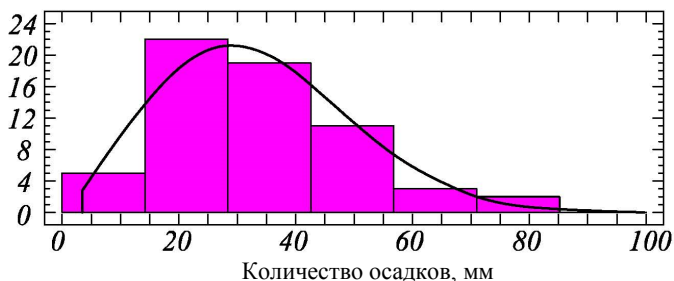


Рис. 4. Аппроксимация ряда распределения осадков в ноябре за период 1959–2021 гг.

Fig. 4. Approximation of the November precipitation distribution for the period 1959–2021



На основе анализа данных рис. 4 можно констатировать, что в качестве вполне удовлетворительной математической модели аппроксимации экспериментального ряда распределения ноябрьских осадков за исследуемый период может быть использована функция Вейбулла. Выявляется, что в ноябре наиболее вероятны осадки в количестве от 20 до 40 мм, однако в некоторые годы их может выпасть более 60 мм. Зная влияние различных факторов на статистики рядов распределения атмосферных осадков с использованием функции Вейбулла можно разрабатывать прогнозные модели, позволяющие оценить объемы и динамику приходной части осадков.

*Выводы.* В целом результаты исследований позволяют отметить следующее. Погодичная динамика количества осадков холодного периода года характеризуется цикличностью. Наблюдается чередование периодов с тенденциями увеличения и уменьшения осадков. За последние 62 года происходит поступательное увеличение объемов выпадающих осадков. В современных условиях изменения климата зимы становятся более многоснежными. Причем за исследуемый период наиболее выражено увеличение ноябрьских и мартовских осадков. Осадки других месяцев также возрастают, но в значительно меньшей степени. Количество осадков отдельно взятого месяца на протяжении исследуемого периода характеризуется высокой изменчивостью. Наибольшая вариация осадков за последние 62 года характерна для марта-месяца (63,9%), а наименьшая – для декабря (46,2%).

Аппроксимация объемов выпадающего снега в зимние периоды позволяет прогнозировать вероятность превышения объемов выпадающих осадков сверхрасчетных и возникающие при этом риски нарушения графиков движения поездов.

Знание величин объемов выпадающего снега необходимо при проектировании мероприятий по предотвращению снежных заносов и, как результат, нарушение графика железнодорожных перевозок. Основными лесохозяйственными мероприятиями по предотвращению снежных заносов на железной дороге остается создание снегозащитных лесных полос, конструктивные параметры которых должны обеспечивать задержание и складирование снега. Для задержания и складирования снежных масс сверхрасчетных объемов, для конкретных участков дороги, необходимо иметь резерв мобильных инженерных средств снегозадержания.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках научного проекта «FEUG-2020-0013».

### Библиографический список

Газарян В.А., Курбатова Ю.А., Овсянников Т.А., Шапкина Н.Е. Статистический анализ циклических изменений в рядах динамики метеорологических показателей на юго-западе Валдайской возвышенности // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2018. № 1. С. 61–67.

Герц Э.Ф., Уразова А.Ф., Курдышева Е.В., Уразов П.Н. Эффективность защитных лесных полос вдоль железной дороги // Вестник АГАТУ. 2021. № 1 (1). С. 56–60.

Григорьев А.А., Моисеев П.А., Нагимов З.Я. Влияние изменения климата на динамику верхней границы древесной растительности в горах приполярного Урала // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 12 (74). С. 34–40.

Григорьев А.А., Моисеев П.А., Нагимов З.Я. Формирование древостоев в высокогорьях Приполярного Урала в условиях современного изменения климата. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 175 с.

Дворецкий М.Л. Пособие по вариационной статистике. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 104 с.

Ершов А.В. Интенсивность рубок ухода в путезащитных лесных полосах Среднего Урала: дис. ... канд. с.-х. наук. Свердловск, 1967. 223 с.

Погода и климат: справ.-информ. портал. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 12.06.2021).

Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: Вышэйшая школа, 1973. 320 с.

Уразова А.Ф., Нагимов З.Я. Современное состояние защитных лесных насаждений вдоль Свердловской железной дороги // Успехи современного естествознания. 2021. № 1. С. 26–31.

Усольцев В. А., Осмирко А. А., Цепордей И. С. О прогнозировании фитомассы лесов Евразии в связи с их биоразнообразием и изменением климата // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики : матер. XII Междунар. науч.-техн. конф. / Министерство науки и высшего образования РФ ; УГЛТУ. Екатеринбург, 2019. С. 399–402.

### References

Dvoretzky M.L. Handbook of variational statistics. M.: Lesn. prom-st, 1971. 104 p. (In Russ.)

Ershov A.V. The intensity of logging care in the path-protective forest polos of the Middle Urals: dis. ... Candidate of Agricultural Sciences. Sverdlovsk, 1967. 223 p. (In Russ.)

Gazaryan V.A., Kurbatova Yu.A., Ovsyannikov T.A., Shapkina N.E. Statistical analysis of cyclical changes in the series of dynamics of meteorological indicators in

the south-west of the Valdai upland. *Bulletin of the Moscow University. Series 3: Physics. Astronomy*, 2018, no. 1, pp. 61–67. (In Russ.)

Grigoriev A.A., Moiseev P.A., Nagimov Z.Ya. The formation of tree stands in the highlands of the Circumpolar Urals in the conditions of modern climate change. Yekaterinburg: UGLTU, 2012. 175 p. (In Russ.)

Grigoriev A.A., Moiseev P.A., Nagimov Z.Ya. The influence of climate change on the dynamics of the upper boundary of woody vegetation in the mountains of the circumpolar Urals. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2010, no. 12 (74), pp. 34–40. (In Russ.)

Hertz E.F., Urazova A.F., Kordysheva E.V., Urazova P.N. The effectiveness of protective forest strips along the railway. *Vestnik UGATU*, 2021, no. 1 (1), pp. 56–60. (In Russ.)

Rokitsky P.F. Biological statistics. Minsk: Higher School, 1973. 320 p. (In Russ.)

Urazova A.F., Nagimov Z.Ya. The current state of protective forest plantations along the Sverdlovsk railway. *Successes of modern natural science*, 2021, no. 1, pp. 26–31. (In Russ.)

Usol'tsev V.A., Osmirko A. A., Tsepordey I. S. On forecasting the biomass of Eurasian forests in connection with their biodiversity and climate change. *Forest science in the implementation of the concept of the Ural Engineering School: socio-economic and environmental problems of the forest sector of the economy* : materials of the XII International Scientific and Technical Conference / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation; UGLU. Ekaterinburg, 2019, pp. 399–402. (In Russ.)

Weather and climate : reference and information portal. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (accessed June 12, 2021). (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 09.12.2021

**Уразова А.Ф., Нагимов З.Я., Герц Э.Ф., Уразов П.Н.** Оценка количества атмосферных осадков в целях анализа возможностей штатного функционирования снегозащитных лесных полос // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 239. С. 117–130. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.239.117-130

На основе фактических материалов метеорологических наблюдений за 62-летний период (с 1959 по 2021 гг.) изучены характер и динамика атмосферных осадков, выпадающих в холодные месяцы года (с ноября по март). Установлено, что динамика количества осадков холодного периода по годам характеризуется цикличностью. Наблюдается чередование периодов с тенденциями увеличения и уменьшения осадков. На протяжении исследуемого периода максимальное количество осадков этих месяцев составило 230 мм (1999–2000 гг.), а минимальное – 60 мм (1987–1988 гг.).

Несмотря на цикличное изменение количества выпадающих осадков, обнаруживается тенденция поступательного увеличения этого показателя с начала по конец наблюдений. Причем наиболее выражено увеличение ноябрьских и мартовских осадков. Осадки других месяцев также возрастают, но в меньшей степени. Таким образом, в современных условиях изменения климата, холодный период года становятся не только более теплым, но и многоснежным. Минимальные, максимальные и средние значения количества выпадающих осадков существенно различаются по месяцам. За исследуемый период наибольший объем осадков приходится на ноябрь (в среднем 33,7 мм), а наименьший – на февраль (20,9 мм). Количество осадков отдельно взятого месяца на протяжении исследуемого периода характеризуется высокой изменчивостью. Наибольшая вариация осадков за последние 62 года характерна для марта-месяца (63,9%), а наименьшая – для декабря (46,2%). Ряды распределения месячных осадков (с ноября по март) 62-летнего периода характеризуются положительной асимметрией и в большинстве случаев – положительным эксцессом. Наиболее универсальной для описания эмпирических рядов распределения атмосферных осадков по годам является функция Вейбулла. Она может быть использована для разработки прогнозных моделей для оценки объемов и динамики приходной части осадков холодного периода года. Такие модели актуальны для разработки правильной стратегии по созданию, формированию и эксплуатации ЗЛП.

**Ключевые слова:** защитные лесные полосы, вид осадков, зимние атмосферные осадки, изменение климата, Свердловская железная дорога.

**Urazova A.F., Nagimov Z.Ya., Herts E.F., Urazov P.N.** Rainfall estimation for the analysis of the capacity of normal operation of snow forest belts. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoi Akademii*, 2022, iss. 239, pp. 117–130 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2022.239.117-130

Based on the actual materials of meteorological observations for a 62-year period (from 1959 to 2021), the nature and dynamics of precipitation falling in the cold months of the year (from November to March) were studied. It is established that the dynamics of the amount of precipitation of the cold period by year is characterized by cyclicity. There is an alternation of periods with trends of increasing and decreasing precipitation. During the study period, the maximum precipitation of these months was 230 mm (1999–2000), and the minimum – 60 mm (1987–1988). Despite the cyclical change in the amount of precipitation, there is a tendency to progressively increase this indicator from the beginning to the end of observations. Moreover, the increase in November and March precipitation is the most pronounced. Precipitation of other months also increases, but to a lesser extent. Thus, in modern conditions of climate change, the cold period of the year becomes not only warmer, but also snowy. The minimum, maximum and average values of the amount

of precipitation vary significantly by month. During the study period, the largest amount of precipitation falls in November (on average 33.7 mm), and the smallest – in February (20.9 mm). The amount of precipitation of a single month during the study period is characterized by high variability. The greatest variation in precipitation over the past 62 years is typical for March (63.9%), and the smallest – for December (46.2%). The distribution series of monthly precipitation (from November to March) of the 62-year period are characterized by positive asymmetry and, in most cases, positive excess. The Weibull function is the most universal for describing empirical series of precipitation distribution by year. It can be used to develop predictive models for estimating the volume and dynamics of the incoming part of the precipitation of the cold period of the year. Such models are relevant for developing the right strategy for the creation, formation and operation of a PO.

**Key words:** protective forest strips, type of precipitation, winter precipitation, climate change, Sverdlovsk railway.

---

**УРАЗОВА Алина Флоритовна** – доцент кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства Уральского государственного лесотехнического университета, кандидат сельскохозяйственных наук. SPIN-код: 2485-1478, AuthorID: 560732, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2771-2334>; Web of Science ResearcherID: AAD-2602-2020

620100, Сибирский тракт, д. 37, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: urazovaaf@m.usfeu.ru

**URAZOVA Alina F.** – PhD (Agriculture), Ural State Forest Engineering University.

620100. Sibirskiy Trakt 37. Yekaterinburg. Russia. E-mail: urazovaaf@m.usfeu.ru

**НАГИМОВ Зуфар Ягфарович** – директор института леса и природопользования, профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства Уральского государственного лесотехнического университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. SPIN-код: 6427-3102, AuthorID: 85843, ORCID: 0000-0002-6853-2375; Web of Science ResearcherID: AAD-1721-2021

620100, ул. Сибирский тракт, д. 37, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: nagimovzy@m.usfeu.ru

**NAGIMOV Zufar Ya.** – DSc (Agriculture) of Forest and Nature Management, head of the Department of Forest Inventory and Forest Management of the Ural State Forest Engineering University, Professor.

620100. Sibirskiy Trakt 37. Yekaterinburg. Russia. E-mail: nagimovzy@m.usfeu.ru

**ГЕРЦ Эдуард Федорович** – профессор кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства Уральского государственного лесотехнического университета, доктор технических наук, профессор. SPIN-код: 5696-4261, AuthorID: 296952, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0434-7282>; Web of Science ResearcherID: O-6331-2018

620100, ул. Сибирский тракт, д. 37, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: [gertsef@m.usfeu.ru](mailto:gertsef@m.usfeu.ru)

**HERTS Eduard F.** – DSc (Technical), Professor, Ural State Forest Engineering University.

620100. Sibirskiy Trakt 37. Yekaterinburg. Russia. E-mail: [gertsef@m.usfeu.ru](mailto:gertsef@m.usfeu.ru)

**УРАЗОВ Павел Николаевич** – аспирант кафедры лесной таксации и лесоустройства Уральского государственного лесотехнического университета. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4150-2555>

620100, ул. Сибирский тракт, д. 37, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: [gold-pashka@mail.ru](mailto:gold-pashka@mail.ru)

**URAZOV Pavel N.** – PhD student of the Department of Forest Inventory and Forest Management of the Ural State Forest Engineering University.

620100. Sibirskiy Trakt 37. Yekaterinburg. Russia. E-mail: [gold-pashka@mail.ru](mailto:gold-pashka@mail.ru)