

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАЧАЛА И ОКОНЧАНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Ф.В. Свойкин, В.Ф. Свойкин, В.А. Соколова, С.А. Войнаш, М.Р. Мирзоева, С.Е. Арико

В статье рассмотрены вопросы начала и окончания лесозаготовительных работ в зимний заготовительный период в типичных природно-производственных условиях Южного отделения УЛО АО «Монди СЛПК» (с. Визинга) в средней тайге Республики Коми для типичного комплекса лесных машин среднего класса в составе валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины (харветера) Ponsse Ergo и погрузочно-транспортной машины (форвардера) Ponsse Buffalo. Приведены результаты многолетних наблюдений за периодом начала и окончания лесозаготовительных работ на зимних лесосеках в средней тайге Республики Коми. Предложена методика расчета дат начала и окончания лесозаготовительных работ на зимних лесосеках. Приведены результаты теоретических исследований и их сопоставимость с эмпирическими. Эмпирические и теоретические частоты сравниваются с помощью критерия Пирсона. Установлена обеспеченность по количеству дней и датам начала и окончания лесозаготовительных работ на зимних лесосеках в Северо-Западном федеральном округе Российской Федерации.

**Ключевые слова:** заготовка древесины, средняя тайга, период, прогнозирование, обеспеченность.

Тенденция лесозаготовительной отрасли РФ соответствует общемировому тренду [3, 4, 5, 6], направленному на ритмичные поставки древесины потребителю в виде сортиментов [1, 2]. В условиях Северо-Западного Федерального округа Российской Федерации в настоящее время одним из основных факторов, влияющих на ритмичность поставки древесины потребителю в течение года, является климатический фактор [7, 8]. Объем заготавливаемой древесины, а также выход готовой продукции, зависят в большей степени не только от количественных характеристик лесного фонда, но и от продолжительности лесосечных работ в зимний заготовительный период [9, 10, 11, 12, 13]. При этом без учета и анализа продолжительности периода работ не представляется возможным определение требуемого объема поставляемого древесного сырья.

Изучению начала лесозаготовительных работ осенью на зимних лесосеках в средней тайге Республики Коми в природно-производственных условиях Южного отделения УЛО АО «Монди СЛПК» (с. Визинга) в средней тайге Республики Коми для типичного комплекса лесных среднего класса машин: валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина Ponsse Ergo [14, 15] и колесного форвардера Ponsse Buffalo [16] были посвящены исследования [8, 17, 18, 19, 20].

**Результаты и обсуждения.** На основе результатов анализа литературных данных получена информация по началу лесозаготовительных работ осенью на зимних лесосеках в средней тайге Республики Коми (рис.1).

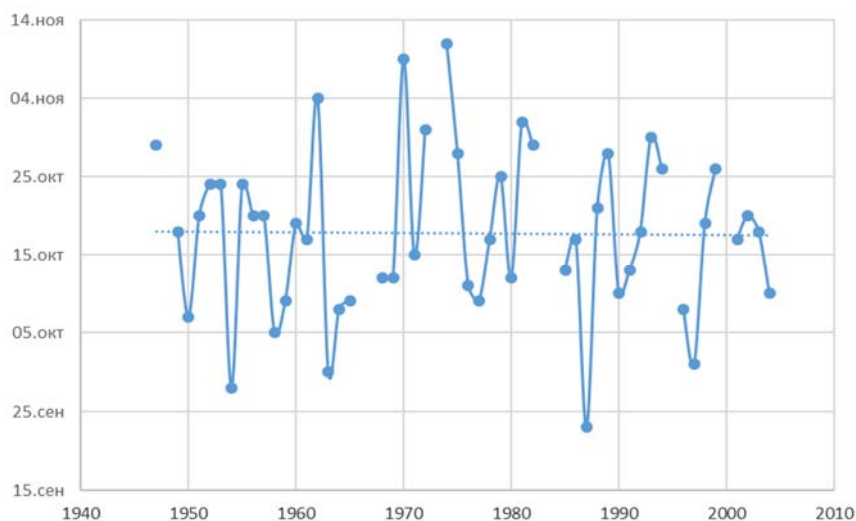


Рис. 1. Начало лесозаготовительных работ

В соответствии с приведенными данными наиболее ранние значения начала работ на зимних лесосеках составляет 23 сентября, а наибольшее позднее – 11 ноября. Положим что 21 сентября соответствует значению  $x_i=1$ , а общее количество данных  $n_d$  составляет 54. Определяем количество разрядов  $k$ , которое вычисляется по формуле [21]:

$$k = 1 + 3,32 \lg n_n, \tag{1}$$

$$k = 1 + 3,32 \lg 54 = 13,$$

Принимая количество разрядов равное 13, при рекомендуемом количестве разрядов от 12 до 15, величина разряда равна 4.

Математическое ожидание определяется по формуле [22].

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i n_i}{n}, \tag{2}$$

где  $x_i$  – значение  $i$ -го разряда;  $n_i$  – частота разряда;  $n$  – количество разрядов.

При этом  $x_{\min}$  равно 23 сентября, т.е. в середине интервала, который определяется из неравенства  $x_i < x < x_{i+1}$ .

Дисперсия  $D$  определяется по формуле:

$$D(x) = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n}. \tag{3}$$

Среднее квадратическое отклонение определяется по формуле:

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)}. \tag{4}$$

Центральный эмпирический момент порядка  $k$  определяется по формуле:

$$\mu_k = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^k n_i}{n}. \tag{5}$$

Асимметрия определяется по формуле:

$$A = \frac{\mu_3}{\sigma(x)^3}, \tag{6}$$

где  $\mu_3$  – центральный эмпирический момент третьего порядка.

Экссесс определяется по формуле

$$E = \frac{\mu_4}{\sigma(x)^4}, \tag{7}$$

где  $\mu_4$  – центральный эмпирический момент четвертого порядка.

Асимметрия и эксцесс приведены в табл.1, из которой видно, что значения  $A$  и  $E$  небольшие и можно выдвинуть гипотезу о нормальном распределении [23].

Проверка гипотезы о нормальном распределении производится по критерию Пирсона [22].

Теоретические частоты определяются

$$n'_i = \frac{nh}{\sigma} \cdot \varphi(U_i), \tag{8}$$

где  $n$  – объем выборки, равный 54;  $h$  – шаг, принимаем 4;

$$U_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}; \tag{9}$$

$$\varphi(U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-U^2/2}. \tag{10}$$

Таблица 1

Асимметрия и эксцесс начала лесозаготовительных работ

Значение	$x_i$	$n_i$	$x_i \times n_i$	$x_i$ -среднее	2		3		4	
21.сентября	1	1	1	-24,64	607,13	607,13	-14959,7	-14960	368606	368606
25.сентября	5	1	5	-20,64	426,01	426,01	-8792,84	-8792,8	181484	181484
29.сентября	9	2	18	-16,64	276,89	553,779	-4607,44	-9214,9	76668	153336
03.октября	13	2	26	-12,64	159,77	319,539	-2019,49	-4039	25526	51053
07.октября	17	8	136	-8,64	74,6496	597,197	-644,973	-5159,8	5572,6	44581
11.октября	21	6	126	-4,64	21,5296	129,178	-99,8973	-599,38	463,52	2781,1
15.октября	25	9	225	-0,64	0,4096	3,6864	-0,26214	-2,3593	0,1678	1,5099
19.октября	29	5	145	3,36	11,2896	56,448	37,93306	189,665	127,46	637,28
23.октября	33	6	198	7,36	54,1696	325,018	398,6883	2392,13	2934,3	17606
27.октября	37	6	222	11,36	129,05	774,298	1466,003	8796,02	16654	99923
31.октября	41	2	82	15,36	235,93	471,859	3623,879	7247,76	55663	111326
04.ноября	45	0	0	19,36	374,81	0	7256,314	0	140482	0
08.ноября	49	2	98	23,36	545,69	1091,38	12747,31	25494,6	297777	595554
		50	1282			5355,52		1352,29		2E+06
среднее			25,6			107,11		27,0459		32538
				отклонение		10,3494	$A$	0,0244	$E$	-0,164

Эмпирические и теоретические (табл.2) частоты сравниваются с помощью критерия Пирсона. По табл. 2 критических точек распределения  $\chi^2$ , по заданному уровню значимости  $\alpha = 0,0527$  и числу степеней свободы  $k = 5$  находится критическая теоретическая точка  $\chi^2(\alpha; k)$ , которая равна 3,36. Фактическое значение критерия определяется по формуле:

$$\chi^2_{\text{фак}} = \sum \frac{n_i - n'_i}{n'_i}, \quad (11)$$

Расчет  $\chi^2_{\text{фак}}$  приведен в табл.3.

Таблица 2

Теоретические частоты нормального распределения начала лесозаготовительных работ

$x_i$	$n_i$	$x_i$ -среднее	$u$	$exp$	$exp/\sqrt{}$	$n'$	результат
-11	0	-36,64	6,26685	0,0019	0,000757	0,01463	0,01
-7	0	-32,64	4,97323	0,00692	0,002761	0,05336	0,05
-3	0	-28,64	3,82899	0,02173	0,00867	0,16754	0,17
1	1	-24,64	2,83413	0,05877	0,023446	0,45308	0,45
5	1	-20,64	1,98865	0,13688	0,054607	1,05528	1,06
9	2	-16,64	1,29254	0,27457	0,109538	2,1168	2,12
13	2	-12,64	0,74582	0,47435	0,189237	3,65696	3,66
17	8	-8,64	0,34847	0,70577	0,28156	5,44108	5,44
21	6	-4,64	0,1005	0,90438	0,360797	6,97231	6,97
25	9	-0,64	0,00191	0,99809	0,39818	7,69474	7,69
29	5	3,36	0,0527	0,94866	0,378462	7,31369	7,31
33	6	7,36	0,25287	0,77657	0,309807	5,98694	5,99
37	6	11,36	0,60241	0,54749	0,218416	4,22084	4,22
41	2	15,36	1,10134	0,33243	0,132619	2,56283	2,56
45	0	19,36	1,74964	0,17384	0,069351	1,34018	1,34
49	2	23,36	2,54732	0,07829	0,031234	0,60358	0,6
53	0	27,36	3,49438	0,03037	0,012115	0,23412	0,23
57	0	31,36	4,59082	0,01014	0,004047	0,07821	0,08
61	0	35,36	5,83664	0,00292	0,001164	0,0225	0,02
65	0	39,36	7,23184	0,00072	0,000289	0,00558	0,01
	50					49,9887	49,98

Таблица 3

Расчет фактического значения  $\chi^2$  начала лесозаготовительных работ

$n$	$n'$	$n-n_i$	значение	итог
6	8	-2	2	0,30723
8	5	3	7	1,20471
6	7	-1	1	0,13499
9	8	1	2	0,22316
5	7	-2	5	0,72997
6	6	0	0	1,7E-05
10	9	1	1	0,09753
50	50			2,69761
сумма			$\chi^2$ квадрат	факт

Из табл.3 видно, что  $\chi^2_{\text{фак}}$  равен 2,69761.

Если  $\chi^2_{\text{фак}} (наб) < \chi^2_{\text{фак}} (кр)$ , тогда нет оснований отвергнуть гипотезу о нормальном распределении, т.е. эмпирические и теоретические частоты различаются незначительно [22].

Эмпирическое 1 и теоретическое 2 распределение приведены на рис.2, на котором приведен нормальный ряд 3 при  $R^2 = 0,6134$ , для расчёта которых применялась формула:

$$y = -0,008x^2 + 0,3914x + 1,1551, \tag{12}$$

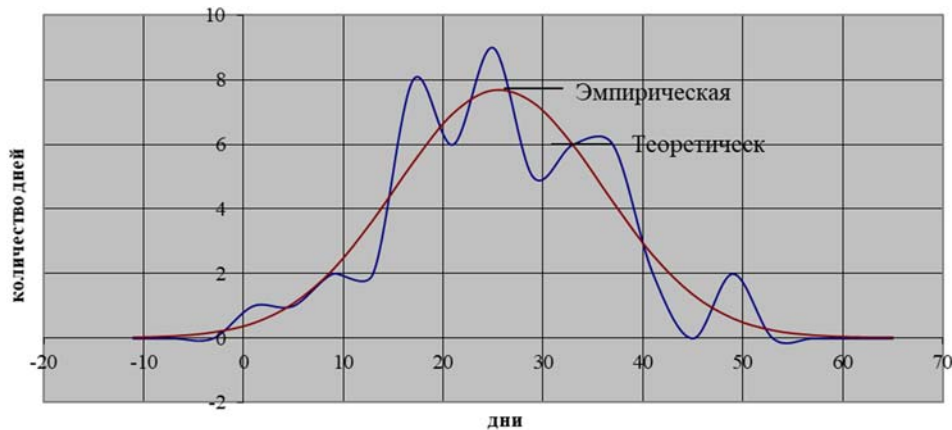


Рис.2. Распределение по датам

В табл. 4 приведен расчет обеспеченности. Обеспеченность по количеству дней и по датам приведена на рис.3 и 4 соответственно.

Таблица 4

Расчет обеспеченности в днях и датах начала лесозаготовительных работ

№ п/п	начало	продолжительность	итог	разность обеспеченности, %	дата
1	1	1	1	1,85185	17.марта
2	5	3	4	7,40741	21.марта
3	9	4	8	14,8148	25.марта
4	13	5	13	24,0741	29.марта
5	17	5	18	33,3333	02.апреля
6	21	8	26	48,1481	06.апреля
7	25	7	33	61,1111	10.апреля
8	29	5	38	70,3704	14.апреля
9	33	5	43	79,6296	18.апреля
10	37	2	45	83,3333	22.апреля
11	41	3	48	88,8889	26.апреля
12	45	5	53	98,1481	30.апреля
13	49	1	54	100	04.май
14	Итого:	54			

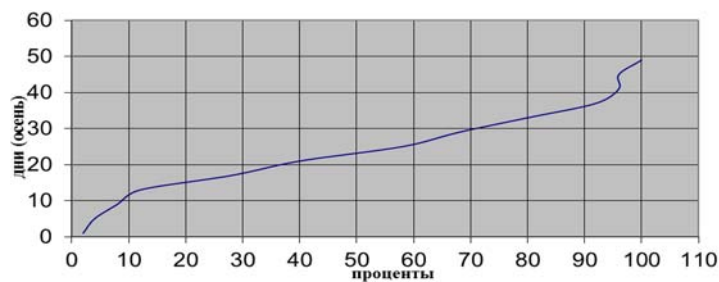


Рис.3. Обеспеченность по количеству дней

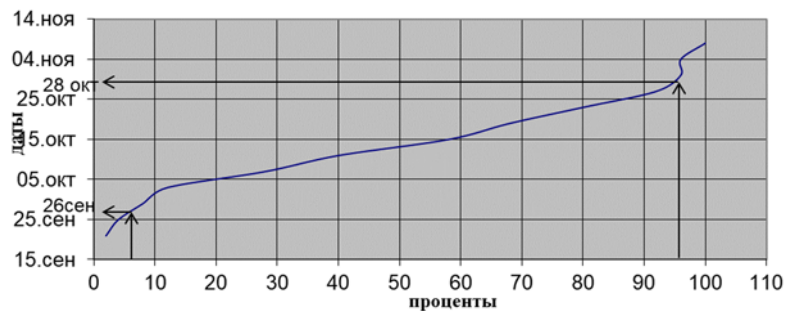


Рис.4. Обеспеченность по датам

Аналогичным путем были получены данные окончания лесосечных работ на зимних лесосеках в средней тайге Республики Коми (рис.5).

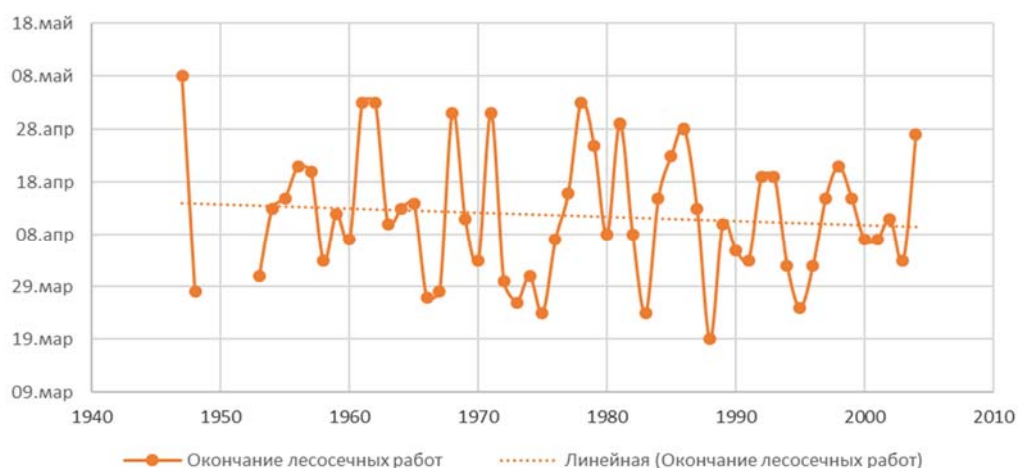


Рис. 5. Окончание лесозаготовительных работ

Исследованиями установлено, что наименьшее раннее окончание работ наступало 19 марта, а наибольшее позднее – 8 мая. Для удобства вычислений положим 19 марта за  $x_i = 1$ , а количество данных  $n_d$  составляет 54. Определяем количество разрядов  $k$ , которое вычисляется по формуле (1) [21]:

$$k = 1 + 3,32 \lg 54 = 13.$$

Как и в рассмотренном выше примере количество разрядов  $k$  составляет 13, а величина разряда равна 4. При определении математического ожидания (формула 2)  $x_{min}$  соответствует 19 марта, середине интервала.

Учитывая, что установленные значения асимметрии  $A$  и эксцесса  $E$  (табл.5) небольшие, выдвигается гипотеза о нормальном распределении [23].

Проверка гипотезы о нормальном распределении производится по критерию Пирсона [22]. Теоретические частоты нормального распределения приведены в табл.6.

Таблица 5

Асимметрия и эксцесс окончания лесозаготовительных работ

Значение	$x_i$	$n_i$	$x_i \times n_i$	$x_i$ -среднее	2	3	4
17.марта	1	1	1	-23,556	554,864	554,8642	-13070
21.марта	5	3	15	-19,556	382,42	1147,259	-7478
25.марта	9	4	36	-15,556	241,975	967,9012	-3764
29.марта	13	5	65	-11,556	133,531	667,6543	-1543
02.апреля	17	5	85	-7,5556	57,0864	285,4321	-431,3
06.апреля	21	8	168	-3,5556	12,642	101,1358	-44,95
10.апреля	25	7	175	0,4444	0,19753	1,382716	0,0878
14.апреля	29	5	145	4,4444	19,7531	98,76543	87,791
18.апреля	33	5	165	8,4444	71,3086	356,5432	602,16
22.апреля	37	2	74	12,444	154,864	309,7284	1927,2
26.апреля	41	3	123	16,444	270,42	811,2593	4446,9
30.апреля	45	5	225	20,444	417,975	2089,877	8545,3
04.май	49	1	49	24,444	597,531	597,5309	14606
		54	1326			7989,333	17185,19
	среднее		24,556			147,9506	318,2442
				отклонение		12,1635	A
							0,176842
							E
							-0,79

Таблица 6

Построение теоретических частот нормального распределения окончания лесозаготовительных работ

$x_i$	$n_i$	$x_i$ -среднее	$u$	$exp$	$exp/\sqrt{N}$	$n'$	результат
1	1	-23,56	1,8752	0,15333	0,06117	1,0863	1
5	3	-19,56	1,2924	0,27461	0,109555	1,9455	2
9	4	-15,56	0,8178	0,44142	0,176101	3,1272	3
13	5	-11,56	0,4513	0,63682	0,254054	4,5115	5
17	5	-7,556	0,1929	0,82454	0,328946	5,8414	6
21	8	-3,556	0,0427	0,95818	0,382257	6,7881	7
25	7	0,4444	0,0007	0,99933	0,398676	7,0797	7
29	5	4,4444	0,0668	0,93542	0,37318	6,627	7
33	5	8,4444	0,241	0,78585	0,313509	5,5673	6
37	2	12,444	0,5234	0,59252	0,236383	4,1977	4
41	3	16,444	0,9139	0,40096	0,159961	2,8406	3
45	5	20,444	1,4126	0,24352	0,097151	1,7252	2
49	1	24,444	2,0194	0,13274	0,052956	0,9404	1
	54					52,278	54

По табл.6 критических точек распределения  $\chi^2$ , по заданному уровню значимости  $\alpha = 0,0668$  и числу степеней свободы  $k = 5$  находится критическая точка  $\chi^2(\alpha;k)$ , которая равна 4,4444.

Фактическое (наблюдаемое) значение критерия определяется по формуле 11, а расчет  $\chi^2_{фак}$  приведен в табл.7.

Учитывая, что  $\chi^2_{фак(нат)} < \chi^2_{фак(кр)}$  то нет оснований отвергнуть гипотезу о нормальном распределении, т.е. эмпирические и теоретические частоты различаются незначительно [22].

Эмпирическая 1 и теоретическая 2 распределения приведены на рис. 6, на котором представлен также полиномиальный ряд 3 при  $R^2 = 0,6134$ , который описывается формулой 12. В табл. 8 приведен расчет обеспеченности дней и дат.

Таблица 7

Расчет фактического значения  $\chi^2$  окончания лесозаготовительных работ

$n$	$n'$	$n-n_i$	значение	итог
8	6	2	4	0,6667
5	5	0	0	0
5	6	-1	1	0,1667
8	7	1	1	0,1429
7	7	0	0	0
5	7	-2	4	0,5714
5	6	-1	1	0,1667
11	10	1	1	0,1
54	54			
$\Sigma$			$\chi^2$	<b>1,8143</b>

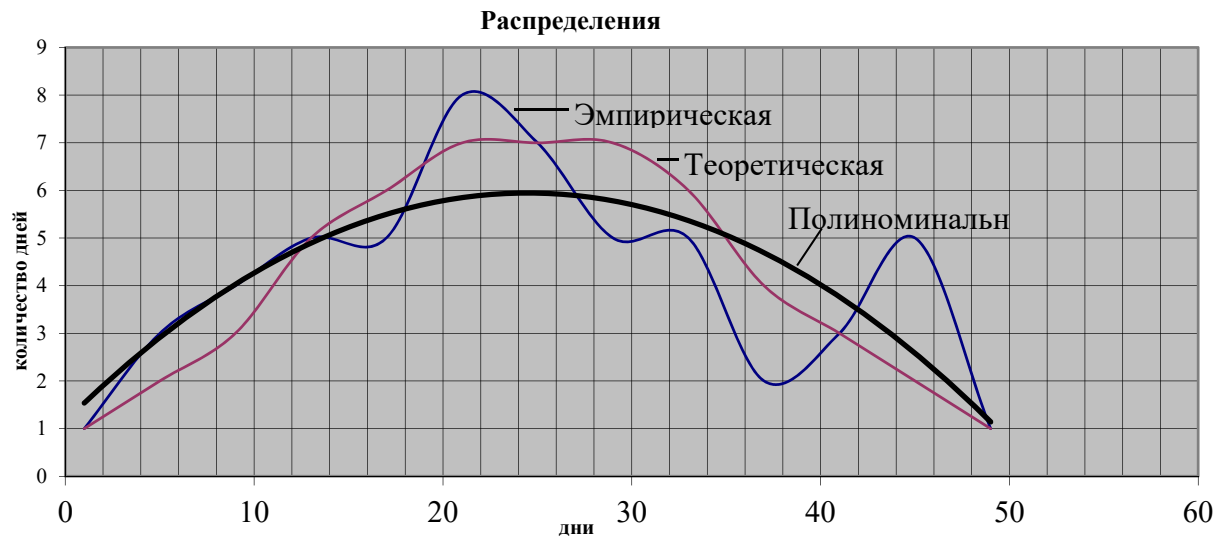


Рис. 6. Распределение по датам: 1 – эмпирическое; 2 – теоретическое; 3 – полиномиальное

Таблица 8

Расчет обеспеченности в днях и датах окончания лесозаготовительных работ

№	начало	продолжительность	итог	разность обеспеченности, %	дата
1	1	1	1	1,85185	17.марта
2	5	3	4	7,40741	21.марта
3	9	4	8	14,8148	25.марта
4	13	5	13	24,0741	29.марта
5	17	5	18	33,3333	02.апреля
6	21	8	26	48,1481	06.апреля
7	25	7	33	61,1111	10.апреля
8	29	5	38	70,3704	14.апреля
9	33	5	43	79,6296	18.апреля
10	37	2	45	83,3333	22.апреля
11	41	3	48	88,8889	26.апреля
12	45	5	53	98,1481	30.апреля
13	49	1	54	100	04.май
14	Итого:	54			

Обеспеченность по количеству дней и датам приведены на рис.7 и 8.

**Выводы и рекомендации.** В результате исследований установлено, что при обеспеченности 5% начало лесосечных работ на зимних лесосеках средней тайги Республики Коми произойдет 26 сентября. При обеспеченности 95% начало лесосечных работ на зимних лесосеках средней тайги Республики

ки Коми произойдет 28 октября. Окончания лесосечных работ при обеспеченности 5% произойдет 19 марта, а при обеспеченности 95% – 28 апреля. Полученные данные ориентировочно соответствует крайним датам начала и окончания зимнего заготовительного периода Южного отделения УЛО АО «Монди СЛПК» (с. Визинга). На практике даты начала и окончания лесосечных работ на зимних лесосеках находятся между этими значениями и подчиняются закону нормального распределения.

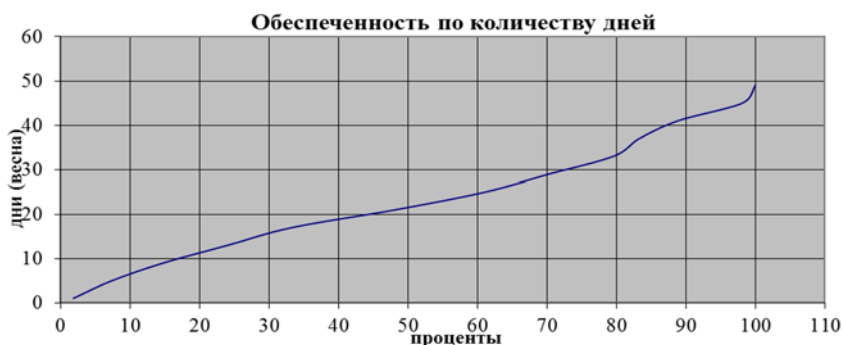


Рис. 7. Обеспеченность по количеству дней

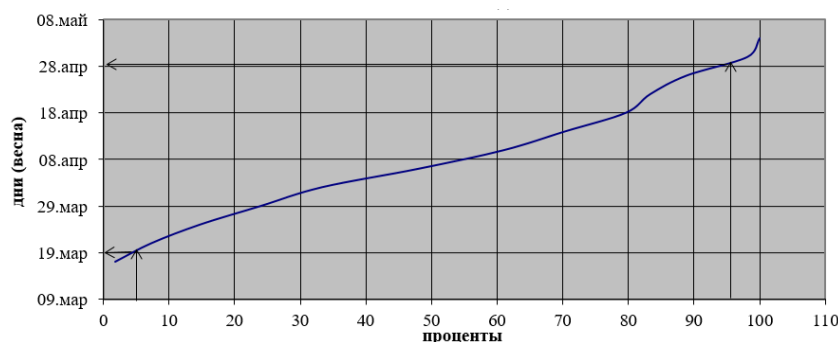


Рис. 8. Обеспеченность по датам

**Заключение.** Результаты прогнозирования можно рекомендовать при выборе оптимальных вариантов технологии, уточнении параметров и режимов работы лесозаготовительной техники, оптимизации стратегии технологического обслуживания, разработки мероприятий по повышению надежности, планировании технологии лесосечных работ в фазе начала и окончания работ в зимний лесозаготовительный период, маршрутизации трелевки древесины в условиях производственного процесса лесозаготовок в лесозаготовительных предприятиях Республики Коми (АО «Монди СЛПК», ООО «Лузалес») с возможностью масштабирования в СЗФО РФ.

#### Список литературы

1. Азаренок В.А., Герц Э.Ф., Залесов С.В., Мехренцев А.В. Сортиментная заготовка древесины. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 140 с.
2. Дербин В.М., Дербин М.В. Совершенствование сортиментной заготовки древесины // Лесотехнический журнал. 2015. Т.5. № 1 (17). С. 128-135.
3. Drewes D. Bestandesvorbereitung in der hochmechanisierten Holzernte. Forsttechnik, 2010. 12 p.
4. Drushka Ken Tracks in the Forest. The Evolution of Logging Machinery / Ken Drushka, Hannu-Kontinen. Timberjack Group. Helsinki, 1997. 253 p.
5. Fleischer M. Geschichte der Holzernte in Handarbeit. ProekteVerlag Cornelius GmbH, Halle/S. 1. Auflage, 2009. 212 p.
6. Kokkarinen, J. (toim.) Koneellinenpuunkorjuu. Hallitustihyvääntulokseen. Metsäteho Oy: Helsinki. 2013. 91 p.
7. Коваленко Т.В. Вопросы учета влияния климатических факторов на организацию транспортно-технологических процессов лесозаготовительного производства. Опыт лесопользования в условиях Северо-Запада РФ и Финляндии / Т.В. Коваленко, Ф.В. Свойкин, Н.А. Вохмянин // Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию лесинженерного факультета ПетрГУ. Петрозаводск, 2011. С. 15-16.
8. Свойкин Ф.В. Прогнозирование продолжительности периода разработки зимних лесосек в условиях Республики Коми / Ф.В. Свойкин, И.В. Григорьев // Труды лесинженерного факультета ПетрГУ. Вып. 8. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. С.34-37.
9. Свойкин В.Ф. Рациональное лесопользование в Республике Коми / В.Ф. Свойкин, Б.П. Евдокимов, М.Н. Шостак // Сборник научных трудов №5 / Под общ.ред. Н.Д.Цахая. Ухта: УГТУ, 2002. С.100-105.

10. Свойкин Ф.В., Кацадзе В.А., Бирман А.Р., Свойкин В.Ф., Угрюмов С.А. Планирование рациональных объемов лесозаготовок в зимний заготовительный период для многооперационных лесосечных машин в средней тайге республики Коми // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2019. №12. С. 40-43.
11. Свойкин Ф.В., Кацадзе В.А., Бирман А.Р., Свойкин В.Ф., Угрюмов С.А. Сравнение производительности систем лесосечных машин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. №3. С. 40-44.
12. Свойкин Ф.В., Бачериков И.В., Бирман А.Р., Соколова В.А. Стохастическая модель оптимизации затрат при планировании технологических процессов лесозаготовок // Системы. Методы. Технологии. Братск: БрГУ, 2017. № 4(36). С. 182-186.
13. Свойкин В.Ф., Молчанова А.А. Исследование производительности лесных машин // Февральские чтения. Сборник материалов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам научно-исследовательской работы в 2013 году. Сыктывкар, СЛИ, 2014. С.370-373.
14. Руководство по эксплуатации каталог запасных частей Ponsse Ergo. Выпуск 0230197-0390001 (ENGLISH), Финляндия, 2012. 2541 с.
15. User Manual. Operator book Ponsse Opti4G.4.705 2009 (Finland: Ponsse Oyj) p 382.
16. User Manual. Operator book Ponsse Buffalo (8WD) 2012 (Finland: Ponsse Oyj) p 181.
17. Агроклиматический ежегодник за 2012 - 2013 сельскохозяйственный год: ежегодные данные: науч. прикладной справ. по агроклиматическим ресурсам РФ. – Вып. 1. Республика Коми. – Сыктывкар, 2014. 168 с.
18. Инструкция по строительству, содержанию и эксплуатации снежных ледяных автомобильных лесовозных дорог. Архангельск: СевНИИП, 1982. 102 с.
19. Методические указания по составлению агрометеорологического ежегодника. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 140 с.
20. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. М.: Стройиздат, 1999. 57 с.
21. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 293 с.
22. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятности и математической статистике. М.: Высшая школа, 1998. 400 с.
23. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшая школа, 1998. 479 с.

*Свойкин Федор Владимирович, канд. техн. наук, [svoykin\\_fv@mail.ru](mailto:svoykin_fv@mail.ru), Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М.Кирова,*

*Свойкин Владимир Федорович, канд. техн. наук, доцент, [svoykinvf@mail.ru](mailto:svoykinvf@mail.ru), Россия, Сыктывкар, Сыктывкарский лесной институт филиал Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова,*

*Соколова Виктория Александровна, канд. техн. наук, доцент, [sokolova\\_vika@inbox.ru](mailto:sokolova_vika@inbox.ru), Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,*

*Войнаш Сергей Александрович, младший научный сотрудник, [sergey\\_voi@mail.ru](mailto:sergey_voi@mail.ru), Россия, Рубцовск, Рубцовский индустриальный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,*

*Мирзоева Марьям Руслановна, студент, [mariam.mirzoeva16@yandex.ru](mailto:mariam.mirzoeva16@yandex.ru), Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М.Кирова,*

*Арико Сергей Евгеньевич, канд. техн. наук, доцент, [sergeyariko@mail.ru](mailto:sergeyariko@mail.ru), Республика Беларусь, Минск, Белорусский государственный технологический университет*

#### *RATIONALE FOR THE CHOICE OF THE BEGINNING AND END OF LOGGING WORKS IN THE WINTER PERIOD*

*F.V. Svoynkin, V.F. Svoynkin, V.A. Sokolova, S.A. Voinash, M.R. Mirzoeva, S.Ye. Ariko*

*The article deals with the issues of starting and ending logging operations in the winter logging period in typical natural and production conditions of the Southern Branch of the ULO JSC "Mondi SLPK" (village of Vizinga) in the middle taiga of the Komi Republic for a typical complex of forest machines of the middle class as part of felling-delimiting-bucking machine (harvester) Ponsse Ergo and loading and transport machine (forwarder) Ponsse Buffalo. The results of long-term observations of the period of the beginning and end of logging operations in winter cutting areas in the middle taiga of the Komi Republic are presented. A method for calculating the start and end dates of logging operations in winter cutting areas is proposed. The results of theoretical studies and their comparability with empirical ones are presented. Empirical and theoretical frequencies are*



compared using Pearson's test. Provision has been established for the number of days and dates for the start and end of logging operations in winter cutting areas in the North-Western Federal District of the Russian Federation.

*Key words:* timber harvesting, middle taiga, period, forecasting, availability.

Svoykin Fedor Vladimirovich, candidate of technical sciences, [svoykin\\_fv@mail.ru](mailto:svoykin_fv@mail.ru), Russia, St. Petersburg, St. Petersburg State Forest Technical University,

Svoykin Vladimir Fedorovich, candidate of technical sciences, docent, [svoykinvf@mail.ru](mailto:svoykinvf@mail.ru), Russia, Syktyvkar, Syktyvkar Forest Institute,

Sokolova Victoria Aleksandrovna, candidate of technical sciences, docent, [sokolova\\_vika@inbox.ru](mailto:sokolova_vika@inbox.ru), Russia, St. Petersburg, St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,

Voinash Sergey Alexandrovich, junior researcher, [sergey\\_voi@mail.ru](mailto:sergey_voi@mail.ru), Russia, Rubtsovsk, Rubtsovsk Industrial Institute (branch) of Polzunov Altai State Technical University,

Mirzoeva Maryam Ruslanovna, student, [mariam.mirzoeva16@yandex.ru](mailto:mariam.mirzoeva16@yandex.ru), Russia, St. Petersburg, St. Petersburg State Forest Technical University,

Ariko Sergey Yevgen'evich, candidate of technical sciences, docent, [sergevariko@mail.ru](mailto:sergevariko@mail.ru), Republic of Belarus, Minsk, Belarusian State Technological University

УДК 620.179.17

DOI: 10.24412/2071-6168-2023-3-499-502

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАЛЛОНОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕВОЗКИ ГАЗОВ И ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

А.Н. Шишленин, М.В. Пенев, В.С. Белугин, С.А. Войнаш

*Баллон – это оболочка определённой формы (сосуд), которая имеет одну, иногда две горловины, для установки различных штуцеров, вентиляей, а также фланцев для транспортирования, хранения или выдачи сжиженных, газов, растворенных под давлением или сжатых газов. Широко используются промышленные и медицинские газы: кислород, азот, гелий, водород, аммиак, закись азота, пропан, аргон и многие другие. Для их транспортировки и хранения изготавливаются баллоны высокого давления. Так как объем необходимых для производственных целей газов должен быть значительным, то в баллоны их закачивают под давлением. По этой причине к таре предъявляются особые конструктивные требования.*

*Ключевые слова:* технология машиностроения, неразрушающий контроль, надежность, деформация, разрушение.

В Арктической зоне сконцентрирована добыча 91 % природного газа и 80 % (от общероссийских разведанных запасов) газа промышленных категорий. В Баренцевом, Печорском и Карском морях не только выявлено более 200 нефтегазоперспективных объектов, но и открыто несколько десятков месторождений, среди них: на шельфе Баренцева моря – 11 месторождений, на шельфе Карского моря – 13 месторождений, на шельфе Охотского моря – 8 месторождений. В пределах материковой части Арктики располагаются уникальные запасы и прогнозные ресурсы медно-никелевых руд, олова, платиноидов, агрохимических руд, редких металлов и редкоземельных элементов, крупные запасы золота, алмазов, вольфрама, ртути, черных металлов, оптического сырья и поделочных камней. Общие кондиционные прогнозные ресурсы залегающих здесь углей оцениваются как минимум в 780 млрд. тонн, из них 599 млрд. тонн – энергетических и более 81 млрд. тонн – коксующихся. Здесь же добывается 100 % алмазов, сурьмы, апатита, флогопита, вермикулита, редких и редкоземельных металлов, 98 % платиноидов, 95 % газа, 90 % никеля и кобальта, 60 % меди и нефти. Общая стоимость минерального сырья в недрах арктических районов России, по оценкам, превышает 30 трлн. долларов, причем две трети этой суммы приходится на долю энергоносителей, а общая стоимость разведанных запасов – 1,5-2 трлн. долларов.

В условиях экстремальных климатических условий особую актуальность приобретает обеспечение конструкционной прочности и прочностной надежности корпусных элементов для хранения и транспортирования жидкостей, газов, высокооточной аппаратуры и т.д. К таким изделиям относятся сосуды и баллоны высокого давления, элементы пусковой и регулировочной аппаратуры в трубопроводах, корпусные детали для установки различных элементов. Основными отличительными характеристиками предлагаемых изделий являются сниженная, по сравнению с аналогами, масса, высокая прочность, достигаемая за счет применения технологий холодной и горячей штамповки взамен сварки и высокая надежность за счет применения 100%-го контроля качества.