

9. Siripun, K. et.al. Mechanical Behavior of Unbound Granular Road Base Materials under Repeated Cyclic Loads [Text] / K. Siripun, H. Nikraz, P. Jitsangiam //International Journal of Pavement Research and Technology, Jan. –2011. – Vol.4. – No.1. – P. 56–66.

10. Sweere, G.T.H. Unbound granular bases for roads [Text] / *PhD Dissertation*, Delft University of Technology, the Netherlands. – 1990. –127 p.

11. Thom, N.H. and Brown S.F. The effect of grading and density on the mechanical properties of a crushed dolomitic limestone [Text] / N.H. Thom, S.F. Brown// Proceedings / 14th ARRB Conference, 28 August - 2 September 1988 Canberra, Australian Capital Territory. –1988. – P. 94 –100.

12. Wolff, H. and Visser, A.T., Incorporating elasto-plasticity in granular layer pavement design [Text] / H. Wolff, A.T. Visser // Transportation Engineering. – 1994. –Vol. 105. – P. 259–272.

Сведения об авторах

Кручинин Игорь Николаевич – профессор кафедры транспорта и дорожного строительства, федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет», доктор технических наук, доцент, г. Екатеринбург, Российская Федерация, e-mail: kinaa.k@ya.ru.

Ращектаев Владимир Александрович - соискатель кафедры транспорта и дорожного строительства, федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет», ведущий инженер ООО «Проектное бюро P1», г. Екатеринбург, Российская Федерация, e-mail: rrash@mail.ru

Information about the authors

Kruchinin Igor Nikolaevich - Professor of transport and road construction, the federal budget institution of higher education «Ural State Forestry Engineering University», doctor of technical Sciences, Associate Professor, Ekaterinburg, Russia, e-mail: kinaa.k@ya.ru.

Raschektaev Vladimir Alexandrovich - applicant for the faculty position of transport and road construction, the federal budget institution of higher education «Ural State Forestry Engineering University», Lead Engineer LLC "Project Office P1", Ekaterinburg, Russia, e-mail: rrash@mail.ru

DOI: 10.12737/article_5b2406175e7765.44768086

УДК 625.7

ПЛАНИРОВАНИЕ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗИМНИХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СТАТИСТИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

кандидат технических наук, доцент **А.П. Мохирев**¹

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Е.В. Горяева**^{2,3}

магистрант **М.П. Мохирев**¹

магистрант **А.В. Ившина**¹

1 - ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», филиал СибГУ им. М.Ф. Решетнева в г. Лесосибирске, Лесосибирск, Российская Федерация

2 - ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Российская Федерация,

3 - Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск, Российская Федерация

Лесозаготовительная промышленность напрямую зависит от климатических условий. Лесозаготовки ведутся на огромных территориях, занимающих почти половину территории страны. Климатические условия,

в которых работают лесозаготовители, отличаются исключительно большим разнообразием. Кроме средних и экстремальных значений годового и суточного хода температуры, тепловой режим характеризуется также и другими показателями. В частности, для лесосечных работ имеют значение продолжительность устойчивых морозов и число дней с очень низкими температурами. Вывозка заготовленной лесной продукции так же зависит от климатических факторов, поскольку зачастую лесозаготовки ведутся в районах со слабой транспортной освоенностью и 80 % вывозки древесины производится по зимникам и Красноярский край здесь не исключение. Вопрос качества и сроков действия лесовозных дорог очень актуален для многолесных районов края. Наиболее остро проблема транспортной обеспеченности стоит для лесничеств, расположенных на севере Красноярского края и в зоне Нижнего Приангарья. Общеизвестно, что климатические факторы значительно влияют на состояние и транспортные качества автодороги. Вопрос планирования сроков проведения тех или иных лесозаготовительных работ, а тем более планирование сроков возведения зимних автодорог, напрямую связан с погодными условиями. Правильное планирование предстоящих подготовительных, основных и завершающих работ, может дать значительную экономию времени, энергетических, трудовых и материальных затрат. В случае реализации лесозаготовительного процесса, для планирования сроков начала и завершения лесозаготовок, вывозки леса, продолжительности эксплуатации зимних лесовозных автодорог следует использовать вероятностно-статистические методы обработки информации. Основной целью данной работы является определение срока эксплуатации зимней лесовозной дороги на основе вероятностной оценки продолжительности зимнего сезона (на примере Енисейского района Красноярского края).

Ключевые слова: лесозаготовки, вывозка древесины, зимняя лесовозная дорога, планирование, статистика, климатические условия.

PLANNING OF OPERATIONS OF WINTER LOGGING ROADS ON THE BASIS OF ANALYSIS OF CLIMATE DATA STATISTICS

PhD (Engineering), Associate Professor **A.P. Mokhiev**¹
PhD (Agriculture), Associate Professor **E.V. Goriaeva**^{2,3}
master's student **M. P. Mokhiev**¹
master's student **A.V. Ivshina**¹

1 - Lesosibirsk Branch of FSBEI HE "Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev", Lesosibirsk, Russian Federation

2 - FSAEI HE "Siberian Federal University", Krasnoyarsk, Russian Federation,

3 - Sukachev Institute of Forest SB RAS, Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center SB RAS", Krasnoyarsk, Russian Federation

Abstract

Timber industry directly depends on climatic conditions. Logging is carried out on vast territories, which occupy almost half of the territory of the country. The climatic conditions in which loggers operate are extremely diverse. In addition to the average and extreme values of the annual and diurnal temperature variations, thermal regime is also characterized by other indicators. In particular, the duration of stable frosts and the number of days with very low temperatures are important for logging operations. Removal of harvested forest products also depends on climatic factors, since logging is often carried out in areas with poor transportability and 80% of the removal of timber is made by winter roads and the Krasnoyarsk Territory is not an exception. The issue of the quality and timeliness of logging roads is very important for thickly wooded areas of the region. The most acute problem of transport security is for forestry located in the north of the Krasnoyarsk Territory and in the Lower Angara region. It is well known that climatic factors significantly influence the condition and transport quality of the road. The issue of planning the timing of any logging opera-

tions, and even more planning the construction of winter roads, is directly related to weather conditions. Proper planning of upcoming preparatory, basic and final activities can give a significant saving of time, energy, labor and material costs. If the logging process is implemented, probability-statistical methods of information processing should be used to plan the timing of the beginning and completion of logging, the removal of timber, the duration of operation of winter logging roads. The main purpose of this work is to determine the service life of winter logging road on the basis of a probabilistic estimate of the duration of winter season (using the example of the Yenisei district of the Krasnoyarsk Territory).

Keywords: logging, timber removal, winter logging road, planning, statistics, climatic conditions

Ни одна из отраслей народного хозяйства не имеет такой зависимости от климатических условий, как лесозаготовительная промышленность [13]. Лесозаготовки ведутся на огромных территориях, занимающих почти половину территории страны. В связи с этим климатические условия, в которых работают лесозаготовители, отличаются исключительно большим разнообразием. Кроме того, климатические условия постоянно изменяются [12, 14, 15], что негативно отражается на планировании лесозаготовок [11].

Кроме средних и экстремальных значений годового и суточного хода температуры, тепловой режим характеризуется также и другими показателями. В частности, для лесосечных работ имеют значение продолжительность устойчивых морозов и число дней с очень низкими температурами. Вывозка заготовленной лесной продукции так же зависит от климатических факторов, поскольку по данным Федерального агентства лесного хозяйства Российской Федерации, в России на 1 тыс. га леса приходится 1,2 км лесовозных дорог, а лесозаготовки сейчас ведутся в районах со слабой транспортной освоенностью и 80 % вывозки древесины производится по зимникам.

В Красноярском крае лесовозные дороги представлены автомобильными дорогами с песчано-гравийным покрытием, реже бетонно-колейным покрытием, а также лежневыми дорогами круглогодочного действия, снежно-ледяными дорогами зимнего действия. С лесосек заготовленная древесина вывозится на нижние склады, расположенные, как правило, рядом с населенными пунктами. Расстояние вывозки от 20 до 250 км. Транспортная обеспеченность в лесах края в части дорог, необходимых для транспортировки древесины в среднем составляет 0,8 км на 1 тыс. га эксплуатационных

лесов [8]. Вопрос качества и сроков действия лесовозных дорог очень актуален для многолесных районов края. Наиболее остро проблема транспортной обеспеченности стоит для лесничеств, расположенных на севере Красноярского края и в зоне Нижнего Приангарья [7].

Общеизвестно, что климатические факторы значительно влияют на состояние и транспортные качества автодороги. На эту тему достаточное количество научных работ и практических рекомендаций [1, 3]. Климатические условия характеризуются количеством осадков, перепадами температуры, влажностью воздуха, направлением и силой ветра, продолжительностью и высотой снежного покрова. Все эти факторы оказывают значительное влияние на сохранность и продолжительность работы дорожной одежды, устойчивость основания и других дорожных сооружений [4]. Однако, все климатические факторы могут изменяться во времени, как в течение суток, так и в течение календарного года, а также изменяться по годам, т.е. характер проявления каждого климатического фактора носит вероятностный характер. Трудно предсказать, когда установится в этом году та или иная температура, или какой будет уровень осадков в декабре этого года. Вопрос планирования сроков проведения тех или иных лесозаготовительных работ, а тем более планирование сроков возведения зимних автодорог, на прямую связан с погодными условиями. Правильное планирование предстоящих подготовительных, основных и завершающих работ, может дать значительную экономию времени, энергетических, трудовых и материальных затрат.

На практике, в большинстве случаев, решение по строительству и дальнейшей эксплуатации зимних дорог принимается исходя из собственного опыта, рекомендаций, и, как правило, без учета

научно-обоснованных рекомендации. В результате таких решений возможные сроки эксплуатации дорог используются не полностью, техника эксплуатируется не эффективно. В случае реализации лесозаготовительного процесса, для планирования сроков начала и завершения лесозаготовок, вывозки леса, продолжительности эксплуатации зимних лесовозных автодорог следует использовать вероятностно-статистические методы обработки информации.

Основной целью данных исследований является определение срока эксплуатации зимней лесовозной дороги на основе вероятностной оценки продолжительности зимнего сезона (на примере Енисейского района Красноярского края).

Для достижения поставленной цели была использована методика, представленная в работах сотрудников Петрозаводского государственного университета И.Р. Шегельмана, В. М. Лукашевича и Л.В. Щеголевой [5, 6, 10]. Методика основывается на анализе статистических природно-климатических данных, влияющих на начало и окончание эксплуатации зимних лесовозных дорог. Таковыми будут являться:

- данные о среднесуточных температурах в регионе за период, когда в регионе наблюдаются первые отрицательные температуры (наступление зимнего сезона), и за период, когда наблюдаются первые положительные температуры (окончание зимнего сезона):

- данные о высоте снежного покрова в регионе за период, когда в регионе наблюдаются первые отрицательные температуры (наступление зимнего сезона).

Данные должны быть собраны за несколько последних лет.

Для достижения поставленной цели собраны исходные данные о среднесуточных температурах за зимний лесозаготовительный период с октября по май, с 2007 по 2017 год (период в 10 зимних лесозаготовительных сезонов) по Енисейскому району Красноярского края. Изменение средних температур и их разброс за период 2007-2017 годы показан на рис. 1.

Временной ряд, построенный из суточных температур за 10 лет, содержит практически незначимый линейный тренд. За один год температура в рассматриваемый период увеличивалась примерно на $0,02^{\circ}\text{C}$. Остальная часть аддитивной модели ряда включает ярко выраженную сезонную компоненту и представляющую собой белый шум случайную составляющую.

Для каждой декады каждого месяца были построены оценки математического ожидания и дисперсии среднесуточной температуры.

Далее были собраны данные о высоте снежного покрова за тот же сезон зимних лесозаготовок с октября по май за промежуток времени с 2007 по 2017 годы.

К строительству дороги можно приступать при наличии определенной температуры и достаточном количестве снега. Согласно техническим условиям строительство зимней автодороги можно начинать при отрицательной температуре и при наличии снежного покрова высотой 10 сантиметров [2]. На рисунке 2 совмещены данные о средних температурах и высоте снежного покрова.

По результатам анализа этих данных для Енисейского района строительство зимних дорог можно начинать в начале второй декады октября, а при не благоприятных обстоятельствах (позднее выпадение снега, быстро установившаяся отрицательная температура) строительство можно будет начать только в начале третьей декады ноября. Эксплуатации зимней дороги возможна до третьей декады марта. Соответственно предварительный срок эксплуатации автодороги в условиях Енисейского района составит 160-170 дней.

Полученные данные можно использовать для планирования сроков выполнения работ по вывозке заготовленной древесины с мест заготовки. С целью определения вероятных дат начала строительства зимней дороги и срока окончания ее эксплуатации построены эмпирические функции – эмпирические распределения (функции распределения выборки). Это функция $F^*(x)$, которая определяет для каждого значения x_i относительную частоту события $X < x$. Построенная эмпирическая функция распределения, показывающая вероят-

ность начала строительства зимней дороги в определенную дату, представлена на рис. 3

Используя графики можно определить, когда и с какой вероятностью сложатся благоприятные климатические условия для начала строительства зимней лесовозной дороги любого типа. Например, 25 октября эта вероятность составляет 50 %, а 9 ноября вероятность возникновения благоприятных условий составляет уже 100 %. По данным лесозаготовительных предприятий вывозка леса в Енисейском районе по зимней дороге начинается не позднее 15 ноября с вероятностью 60 % и не позднее 20 ноября с вероятностью 80 %, что согласуется с эмпирическими зависимостями.

Вероятные сроки окончания эксплуатации зимних лесовозной дороги зависят не только от климатических условий, но и от типа покрытия

автодороги. Для построения эмпирических функций распределения вероятности даты окончания эксплуатации использовались не только статистические данные об указанных климатических факторах, но и данные лесозаготовительных предприятий и экспертные оценки для трех типов зимних дорог: снежных, снежно-ледяных и ледяных.

Завершение вывозки лесозаготовителями Енисейского района происходит не позднее первой декады апреля по снежным и снежно-ледяным дорогам с вероятностью 40-45 %, по ледяным дорогам окончание сезона вывозки происходит не позднее третьей декады апреля с вероятностью 50 %.

Эмпирические функции распределения, показывающие вероятные даты окончания эксплуатации зимних дорог для трех типов покрытия представлены на рисунке 4.

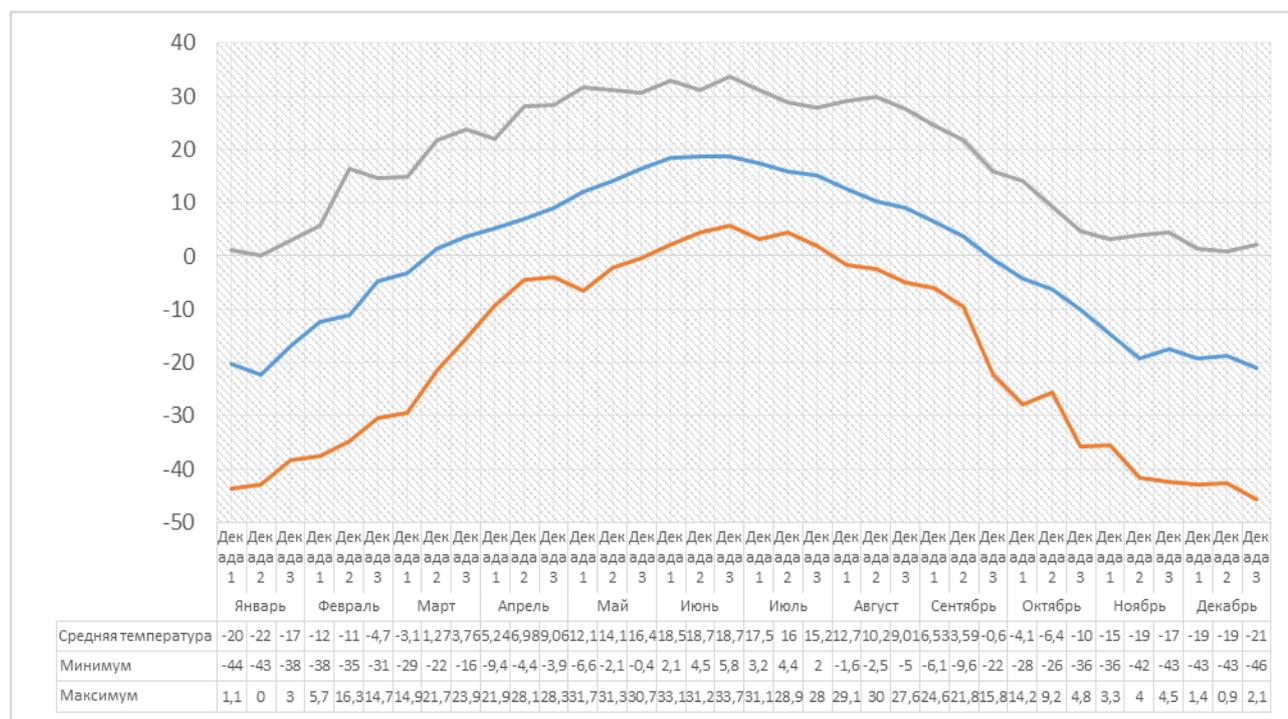


Рис. 1. Изменение средних температур и их разброс (период наблюдения 2007-2017 годы) Россия, Красноярский край, Енисейский район

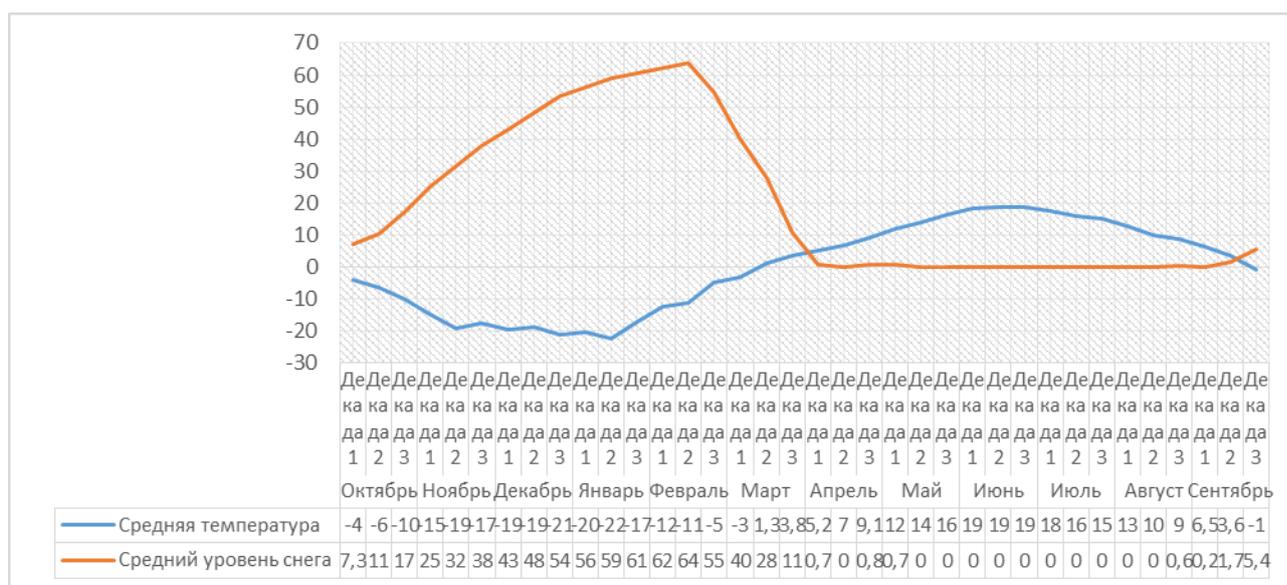


Рис. 2. Графическое определение начала возможного строительства зимней дороги

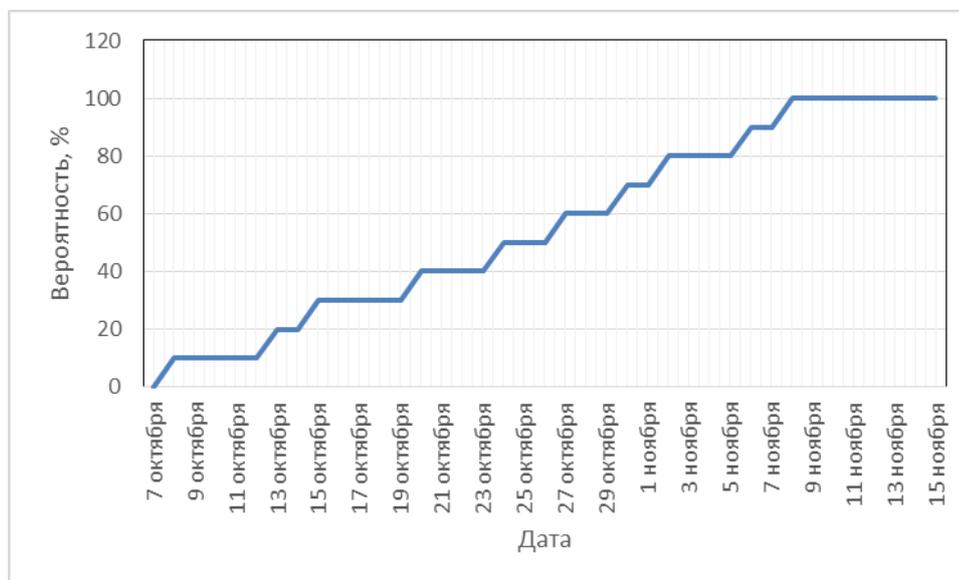


Рис. 3. Эмпирическая функция распределения даты начала строительства зимней дороги

График показывает, что, например, для снежного покрытия с вероятностью 80 % вывозка завершится 7 апреля. Если взять дату начала вывозки с этой же вероятностью 1 ноября, то продолжительность эксплуатации дороги этого типа составит 158 дней. Для дороги с ледяным покрытием при всех прочих равных условиях продолжительность эксплуатации дороги составит 188 дней.

Можно отметить, что при больших объемах вывозки оправданным мероприятием будет строительство ледяных временных зимних дорог.

Аналогичные исследования были проведены для территории Республики Карелия сотрудниками ПетрГУ под руководством профессора И. Р. Шгельмана [9]. Установлено, что вероятное начало вывозки в Беломорском лесничестве Республики Карелия попадает на промежуток 11-13 декабря. При использовании дорог зимнего действия со снежным покрытием окончание вывозки возможно 17-20 марта; со снежно-ледяным – 27-31 марта; с ледяным – 15-19 апреля. Продолжительность периода вывозки древесины в среднем соста-

вит 100-130 дней. Сравнивая эти показатели с полученными в настоящем исследовании можно отметить, что в Енисейском районе Красноярского края начало эксплуатации дороги возможно начинать практически на месяц раньше, чем в Карелии. Окончание вывозки древесины происходит на месяц позже. В результате продолжительность эксплуатации дорог больше практически на два месяца, что позволяет вывозить больший объем древесины.

Используя вероятностные методы, нами определена продолжительность срока действия зимних ле-

созаготовительных дорог в условиях Енисейского района Красноярского края. Данная методика позволяет планировать сроки вывозки древесины с лесосеки в течение лесозаготовительного сезона, повысить качество и срок службы автодороги и организовать лесозаготовительный процесс предприятия более рационально, существенно снизив затраты на дополнительные вложения на строительство зимней автомобильной дороги и ее содержание.

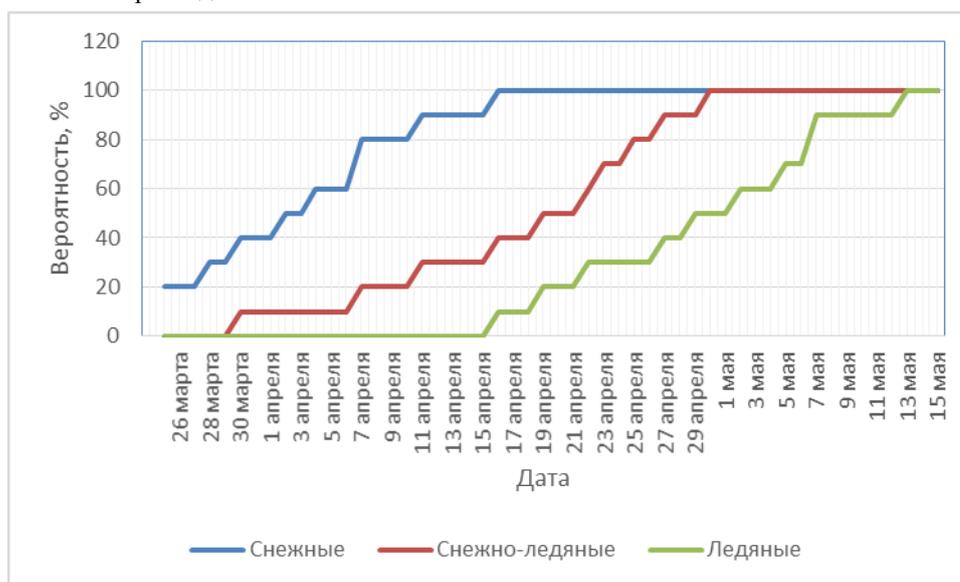


Рис. 4. Эмпирическая функция распределения даты окончания эксплуатации зимних дорог с разным типом покрытия

Библиографический список

1. Бурмистрова, О.Н. Математическая модель проектирования лесовозных автомобильных дорог с учетом климатических условий северо-западного региона [Текст] / О.Н. Бурмистрова, Е.В. Пластинина, М.А. Воронина // Изв. Коми науч. центра УрО РАН. – 2011. – № 8. – С. 79–84.
2. Горбов, А.Ф. Строительство, содержание и эксплуатация зимних автомобильных лесовозных дорог в Северо-Западных районах страны [Текст] / А.Ф. Горбов – М.: Лесная промышленность, 1976. – 44 с.
3. Дорожные условия и режимы движения автомобилей [Текст] / В.Ф. Бабков, М.Б. Афанасьев, А. П. Васильев [и др.] – М.: Транспорт, 1967. – 227 с.
4. Лобанов, Ю.В. Методы и модели управления транспортно-эксплуатационными качествами лесовозных автомобильных дорог [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.21.01 / Ю.В. Лобанов. – Воронеж: ВГЛТА, 2010. – 17 с.
5. Лукашевич, В.М. Климатические условия как фактор для обоснования периода эксплуатации зимних лесовозных дорог [Текст] / В.М. Лукашевич, Л.В. Щеголева // Актуальные проблемы развития с лесного, комплекса: материалы; международной: научно-технической конференции 28-30 ноября 2005 г. - Вологда: ВТУ. – 2006. - С. 36-38.

6. Лукашевич, В.М. Методика планирования освоения лесных ресурсов с учетом сезонности лесозаготовок [Текст] / В.М. Лукашевич, Л.В. Щеголева // Глобальный научный потенциал. – 2014. – № 8 (41). – С. 134-136.
7. Мохирев, А.П. Обоснование проектирования сети лесных дорог на примере предприятий Нижнего Приангарья [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01: защищена 1.11.07 / А.П. Мохирев. – Красноярск, 2007. – 174 с.
8. Мохирев, А.П. Проектирование сети лесных дорог на примере предприятий Красноярского края [Текст]: монография / А.П. Мохирев, О.В. Болотов. – Красноярск: СибГТУ, 2010. – 178 с.
9. Шегельман, И.Р. Обоснование периода эксплуатации зимних лесовозных дорог [Текст] / И.Р. Шегельман, Л.В. Щеголева, В.М. Лукашевич // Изв. ВУЗов: Лесной журнал. – 2007. – № 2. – С. 54-57.
10. Шегельман, И.Р. Подготовительные работы в отечественной системе лесопользования [Текст] / И.Р. Шегельман, В.М. Лукашевич. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. – 84 с.
11. Bettinger, P. The key literature of, and trends in, forest-level management planning in North America, 1950-2001 [Text] / P. Bettinger, W. Chung, // Int Forest Rev – 2004. – № 6 – pp. 40–50. doi:10.1505/ifer.6.1.40.32061.
12. Binkley, C.S. Integrating climate change and forests: Economic and ecologic assessments [Text] / C.S. Binkley, G.C. Van Kooten // Climatic Change – 1994. – № 28. – pp. 91.–110. doi:10.1007/BF01094102.
13. Forest industry environment nature: Trends. [Text] – Helsinki: CAFFI, 1991. – 70 p.
14. Goltsev, V. The impact of climate change on the technical accessibility of forests in the Tikhvin District of the Leningrad Region of Russia. [Text] / V. Goltsev, E. Lopatin // International Journal of Forest Engineering. – 2013. – Vol. 24: № 2. – pp. 148-160.
15. Wilson, L. S. The world's changing climate - some issues for planners. [Text] / L. S. Wilson // Long Range Plann – 1981. – № 14(5). – pp. 83–89. doi:10.1016/0024-6301(81)90012-1.

References

1. Burmistrova O.N. Burmistrova O.N., Plastinina E.V., Voronina M.A. *Matematicheskaya model' proektirovaniya lesovoznykh avtomobil'nykh dorog s uchetom klimaticheskikh usloviy severo-zapadnogo regiona* [Mathematical model the design of forest roads taking into account the climatic conditions of the North-Western region] Izv. Komi nauch. centre Uro ran. 2011. No 8. pp. 79–84.
2. Gorbov A.F. *Stroitel'stvo, sodержание i ekspluatatsiya zimnikh avtomobil'nykh lesovoznykh dorog v Severo-Zapadnykh rayonakh strany* [The construction, maintenance and operation of automotive winter logging roads in the North-Western parts of the country]. M. *Lesnaya promyshlennost'* [Forest industry], 1976. 44 p.
3. Babkov V.F., Afanas'ev M.B., Vasil'ev A. P. [i dr.] *Dorozhnye usloviya i rezhimy dvizheniya avtomobiley* [Road conditions and modes of movement of vehicles]. M.: Transport, 1967. – 227 p.
4. Lobanov, Yu.V. *Metody i modeli upravleniya transportno-ekspluatatsionnymi kachestvami lesovoznykh avtomobil'nykh dorog* [Methods and models of management of transport and operational qualities of forest roads]: author. dis... kand. tech. Sciences 05.21.01. Voronezh: VGLTA, 2010. – 17 p.
5. Lukashevich V.M. Shchegoleva L.V. *Klimaticheskie usloviya kak faktor dlya obosnovaniya perioda . ekspluatatsii zimnikh lesovoznykh dorog* [Climatic conditions as a factor to justify the operation period of the winter timber-carrying roads] *Aktual'nye problemy razvitiya s lesnogo, kompleksa : materialy; mezhdunarodnoy: nauchno-tekhnicheskoy konferentsii 28-30 noyabrya 2005 g* [Actual problems of development of the forest complex: materials of international scientific and technical conference from 28 to 30 November 2005]. Vologda: VTU. 2006. pp. 36-38.
6. Lukashevich V.M. Shchegoleva L.V. *Metodika planirovaniya osvoeniya lesnykh resursov s uchetom sezonnosti lesozagotovok* [Method of planning the use of forest resources taking into account seasonality of logging] *Global'nyy nauchnyy potentsia* [The global scientific potential]. 2014. No 8 (41). pp. 134-136.

7. Mokhirev A.P. *Obosnovanie proektirovaniya seti lesnykh dorog na primere predpriyatii Nizhnego Priangar'ya* [The rationale for the design of the network of forest roads on the example of the Lower Angara region]: dis. kand. tech. Sciences: 05.21.01: protected 1.11.07. Krasnoyarsk, 2007. 174 p.
8. Mokhirev A.P. Bolotov O.V. *Proektirovanie seti lesnykh dorog na primere predpriyatii Krasnoyarskogo kraia* [The design of a network of forest roads on the example of Krasnoyarsk region]: monograph. Krasnoyarsk: SibGTU, 2010. 178 p.
9. Shegel'man I.R. Shchegoleva L.V., Lukashevich V.M. *Obosnovanie perioda ekspluatatsii zimnikh lesovoznykh dorog* [Justification of the operation period of the winter timber-carrying roads] *Lesnoy zhurnal*. [Lesnoy journal]. 2007. No 2. pp. 54-57.
10. Shegel'man I.R. Lukashevich V.M. *Podgotovitel'nye raboty v otechestvennoy sisteme lesopol'zovaniya* [Preparatory work in the national system of forest management] Petrozavodsk: Publishing house of PetrSU, 2012. – 84 p.
11. Bettinger, P and Chung, W. 2004. The key literature of, and trends in, forest-level management planning in North America, 1950–2001. *Int Forest Rev.*, 6: 40–50. doi:10.1505/ifor.6.1.40.32061
12. Binkley, C S and Van Kooten, G C. 1994. Integrating climate change and forests: Economic and ecologic assessments. *Climatic Change.*, 28: 91–110. doi:10.1007/BF01094102,
13. *Forest industry environment nature: Trends*. Helsinki: CAFFI, 1991. 70 p.
14. Goltsev V., Lopatin E. The impact of climate change on the technical accessibility of forests in the Tikhvin District of the Leningrad Region of Russia. *International Journal of Forest Engineering*. 2013. Vol. 24: No 2. P. 148-160.
15. Wilson, L S. 1981. The world's changing climate - some issues for planners. *Long Range Plann.*, 14(5): 83–89. doi:10.1016/0024-6301(81)90012-1

Сведения об авторах

Мохирев Александр Петрович – доцент кафедры технологии лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств Лесосибирского филиала ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», кандидат технических наук, доцент, г. Лесосибирск, Россия; e-mail: ale-mokhirev@yandex.ru.

Горяева Елена Владимировна – доцент кафедры Автомобильных дорог и городских сооружений Инженерно-строительного института ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», научный сотрудник лаборатории Таксации и лесопользования Института леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, г. Красноярск, Россия; e-mail: gor-elka@yandex.ru, gor-elka@sfu-kras.ru.

Мохирев Максим Петрович - студент магистратуры Лесосибирского филиала ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск, Россия; e-mail: mohirev.maxim@yandex.ru.

Ившина Алена Викторовна - студент магистратуры Лесосибирского филиала ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск, Россия; e-mail: alena1820@mail.ru.

Information about authors

Mokhirev Alexander Petrovich – associate Professor Lesosibirsk branch "Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, candidate of technical Sciences, associate Professor Lesosibirsk, Russia; e-mail: ale-mokhirev@yandex.ru.

Goryaeva Elena Vladimirovna – associate Professor of the Department of roads and urban construction Engineering Institute Federal STATE Autonomous educational institution "Siberian Federal University", researcher of the

laboratory of forest inventory and forest management Sukachev Institute of Forest SB RAS", candidate of agricultural Sciences, associate Professor, Krasnoyarsk, Russia; e-mail: gor-elka@yandex.ru, gor-elka@sfu-kras.ru.

Mokhiev Maxim Petrovic - magister Lesosibirsky branch of Professor Lesosibirsk branch "Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk, Russia; e-mail: mohiev.maxim@yandex.ru.

Ivshina Alena Viktorovna - magister Lesosibirsky branch of Professor Lesosibirsk branch "Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk, Russia; Lesosibirsk, Russia; e-mail: alena1820@mail.ru.

DOI: 10.12737/article_5b2406187a0061.41499175

УДК 674:658.2

НАЦИОНАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ КОММУНИКАЦИЯ В АРКТИКЕ

Аспирант **Н.Р. Пирцхалава**¹

Аспирант **А.А. Карпов**¹

Кандидат технических наук, доцент **М.В. Дербин**¹

1- ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», Архангельск, Российская Федерация

Арктическое пространство России относится к стратегическим районам страны с огромным природно-ресурсным потенциалом, который включает лесные, биологические, минерально-сырьевые и топливно-энергетические ресурсы. В данной работе представлена разработка логистической системы экспорта продукции лесопромышленного комплекса Архангельской области. Лесной комплекс является основой экономики Архангельской области. Область относится к территориям, где заготовка и переработка лесоматериалов играет важнейшую роль в жизнедеятельности региона. В объеме промышленного производства области доля лесного комплекса составляет более 50 %, в совокупном объеме экспорта - 80 %. Таким образом, лесной комплекс Архангельской области занимает важное место в отраслевой структуре Северо-Западного Федерального округа и Российской Федерации. Географическое положение и природные факторы обуславливают экспортную направленность экономики Архангельской области. Исторически сложилась специализация лесных предприятий области на производство пиломатериалов для экспорта. Важное значение Северный морской путь как транспортная магистраль имеет для обеспечения жизнедеятельности Арктической зоны России площадью 5 млн км² и населением свыше 1 млн человек и потребностей промышленного освоения прилегающих к трассе районов. Северный морской путь является главной частью инфраструктуры экономического комплекса Арктики России и Крайнего Севера и связывающим звеном между западными районами страны и Дальним Востоком. Северный морской путь - это не единственный, но весьма реалистичный путь к природным ресурсам Севера, Сибири и Дальнего Востока, кратчайший водный путь между портами Европы и стран Азиатско - Тихоокеанского региона.

Ключевые слова: Северный морской путь, логистика, Арктика, полезные ископаемые, добыча, разведка, транспортная система, лесопромышленный комплекс, экспорт.