



УДК 630*31

И.Р. Шегельман, Л.В. Щеголева, В.М. Лукашевич

Шегельман Илья Романович родился в 1944 г., окончил в 1968 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и оборудования лесного комплекса, директор Карельского НИИ лесопромышленного комплекса ПетрГУ. Имеет более 480 печатных работ, авторских свидетельств и патентов в области организации, экономики и технологии лесопромышленного комплекса.



Щеголева Людмила Владимировна родилась в 1973 г., окончила в 1995 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и кибернетики ПетрГУ. Имеет около 40 печатных работ в области математического моделирования и информационных технологий в лесопромышленном комплексе.



Лукашевич Виктор Михайлович родился в 1982 г., окончил в 2004 г. Петрозаводский государственный университет, аспирант кафедры технологии и оборудования лесного комплекса ПетрГУ, область научных исследований – технология и организация лесозаготовок.

**ОБОСНОВАНИЕ ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЗИМНИХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ**

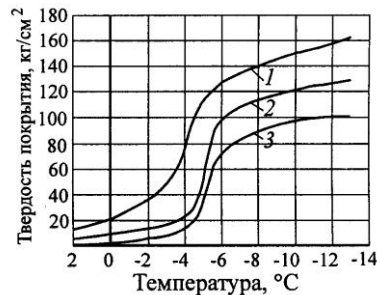
Предложена методика обоснования периодов эксплуатации снежных, ледяных и снежно-ледяных дорог на примере Сегежского района Республики Карелия.

Ключевые слова: лесной фонд, сезонная вывозка, лесовозные дороги.

Территориальные (большая заболоченность, наличие множества рек и озер) и климатические (продолжительные и многоснежные зимы) особенности лесопромышленных регионов страны определяют необходимость разделения лесного фонда на зоны сезонной вывозки. Разработку лесосек со слабыми и заболоченными грунтами ведут в зимний период, создавая дороги с покрытиями из снега и льда.

По плотности и степени льдистости различают три типа покрытий таких дорог: снежные, снежно-ледяные и ледяные (оледененные) с плотностью соответственно 0,50 ... 0,55, 0,57 ... 0,64 и 0,64 ... 0,68 г/см³ [2]. Согласно [2], твердость покрытия 12 ... 15 кг/см² можно принять в качестве

Рис. 1. Зависимость твердости дорожного покрытия от температуры:
1 – ледяной тип покрытия; 2 – снежно-ледяной; 3 – снежный



критерия прочности за минимально допустимую. Из графика (рис. 1) видно, что снежные покрытия плотностью $0,50 \dots 0,55 \text{ г/см}^3$ обладают этой твердостью при температуре от $-4,5$ до $-4,0 \text{ }^\circ\text{C}$, снежно-ледяные – от $-2,7$ до $-1,8 \text{ }^\circ\text{C}$, ледяные – от $1,0$ до $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Цель наших исследований – определить ход суточных температур и характер изменения высоты снежного покрова в районе лесозаготовок для распределения лесного фонда на зоны летней и зимней вывозки. Это даст возможность определять сроки начала и окончания эксплуатации зимних лесовозных дорог, число дней их бесперебойной эксплуатации и эксплуатации после наступления оттепели.

Для исследования использованы данные, характеризующие изменения среднесуточных температур и высоты снежного покрова с 1969 г. по 2004 г. в Сегежском районе Республики Карелия. Был построен ряд из суточных температур, который содержит практически незначимый линейный тренд. За один год температура увеличивается примерно на $0,04 \text{ }^\circ\text{C}$. Остальная часть ряда включает ярко выраженную сезонную компоненту, представляющую собой случайную составляющую (белый шум). На основании собранных данных были оценены математическое ожидание и дисперсии среднесуточной температуры и высоты снежного покрова для каждой декады месяца.

Изменение средних температур и границы их разброса представлены на графике (рис. 2). Центральная кривая 1 с маркерами соответствует средним значениям среднесуточной температуры за декаду. Кривые 2 отмечают

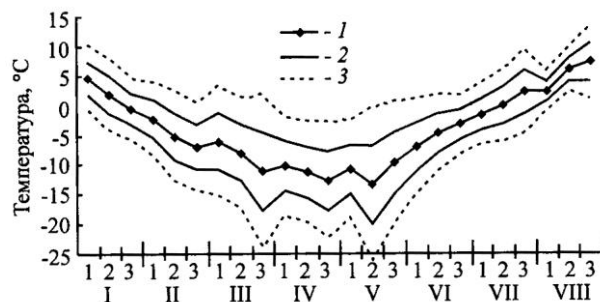
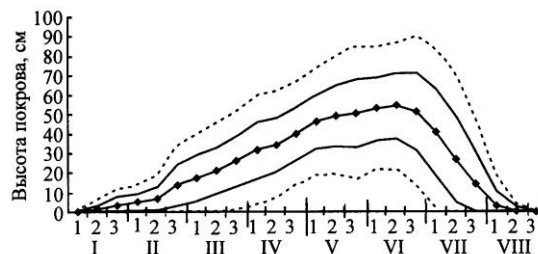


Рис. 2. Изменение среднесуточных температур в Сегежском районе Республики Карелия за период с 1969 г. по 2004 г.: I – VII – месяцы с октября по май; 1 – 3 (на горизонтальной оси) – декады

Рис. 3. Изменение средней высоты снежного покрова в Сегежском районе Республики Карелия за период с 1969 г. по 2004 г. (см. обозначения на рис. 2)



границы среднеекватрического отклонения от среднего, а кривые 3 отражают 95 %-й интервал, в котором находятся значения температуры.

Начало периода с отрицательными температурами выпадает на третью декаду октября, окончание — на вторую декаду апреля; продолжительность периода — в среднем 170 ... 175 дн.; самые низкие температуры — в январе, феврале и третьей декаде декабря; окончание периода с температурными границами от +2 до -4 °С совпадает с промежутком времени от третьей декады марта до третьей декады апреля.

Характер изменения высоты снежного покрова и границы их разброса представлены на рис. 3. Центральная кривая с маркерами 1 соответствует средним значениям высоты снежного покрова за декаду. Кривые 2 отмечают границы среднеекватрического отклонения от среднего, а кривые 3 отражают 95 %-й интервал, в котором находятся значения высоты снежного покрова. Из приведенного графика видно, что постепенное наращивание снежного покрова происходит до второй и третьей декад марта, а затем наблюдается резкое таяние до второй декады мая. Высота снежного покрова преодолевает отметку в 10 см в конце ноября—начале декабря. Устойчивый снежный покров сохраняется 155 ... 165 дн. [3] (с середины ноября до конца апреля). Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова на открытых местностях составляет 45 ... 55 см, на защищенных — 60 ... 65 см. Снеготаяние начинается 25–30 марта. Средняя дата окончания периода снеготаяния приходится на 25–30 апреля.

Анализ показал, что при малоснежной зиме отметка 10 см (т. е. к строительству дороги можно приступать при наличии снежного покрова высотой 10 см [2]) будет преодолена в конце второй—начале третьей декады декабря, а при благоприятных обстоятельствах (раннее выпадение снега, быстро установившаяся отрицательная температура) строительство уже может быть начато во второй декаде ноября.

На основании данных о температуре и высоте снежного покрова для каждого года определены даты начала строительства и окончания эксплуатации зимних лесовозных дорог, построены эмпирические функции распределения начала строительства зимних дорог и окончания эксплуатации снежных, снежно-ледяных и ледяных дорог для Сегежского района.

Представленный на рис. 4 график эмпирической функции распределения окончания эксплуатации зимних дорог при наступлении первой

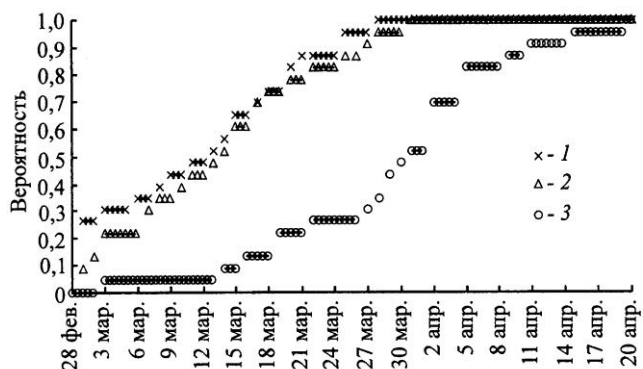


Рис. 4. Вероятность разрушения покрытия зимней дороги до наступления первой оттепели в Сегежском районе Республики Карелия: 1 – снежный тип покрытия, 2 – снежно-ледяной, 3 – ледяной

оттепели отражает вероятность того, что окончание эксплуатации дороги наступит ранее выбранной даты (например, вероятность того, что снежно-ледяная дорога разрушится до 21 марта, составляет 80 %).

За анализируемый промежуток времени разница между датами окончания эксплуатации снежных и снежно-ледяных дорог незначительна и составляет 1-2 дня, а дороги с ледяным покрытием сохраняются значительно дольше. В связи с этим при выборе типа покрытия в первую очередь необходимо учитывать затраты на строительство и содержание зимней дороги. Так как затраты на строительство снежно-ледяных дорог выше, чем снежных [2], а срок их службы увеличивается незначительно, то предпочтение следует отдавать снежным. Исследования показали, что в Сегежском районе снежные дороги можно начинать строить в период со второй декады декабря по первую декаду января.

После наступления оттепели есть вероятность того, что установится отрицательная температура и появится возможность продолжить вывозку леса. Если сопоставлять окончание эксплуатации снежных дорог с наступлением первой оттепели, то вывозка завершится не позднее первой декады марта с вероятностью 40 %. После прекращения оттепели снежные дороги можно эксплуатировать в среднем еще в течение 10 дн. Завершение вывозки по снежно-ледяным дорогам произойдет приблизительно в это же время, т.е. не позднее первой декады марта. При успешном преодолении периодов оттепелей вывозку можно осуществлять еще в среднем 14 дн. При наступлении оттепели для ледяных дорог окончание сезона вывозки придется на третью декаду марта (вероятность 40 %). В связи с большей устойчивостью к оттепелям оледенелых покрытий вывозку по ним можно осуществлять еще в течение 12 дн. после наступления вторичных заморозков.

Согласно анализу данных о температуре и высоте снежного покрова, после оттепели существует возможность производить вывозку в среднем в течение 10, 12, 14 дн. соответственно по снежным, снежно-ледяным и ледя-

ным дорогам. Поэтому с вероятностью 70 % можно утверждать, что снежные, снежно-ледяные и ледяные дороги начнут разрушаться соответственно 5, 7 и 27 марта. Так как разрушение дороги происходит постепенно, то они могут продержаться при наступлении оттепели до заморозков. Для Сеgezского района получены следующие возможные сроки эксплуатации дорог: начиная с 1 марта вывозка может осуществляться по снежным дорогам в течение 15 дн., по снежно-ледяным – 21 дн., по ледяным – 39 дн. Применение ледяного типа покрытия позволяет увеличить срок эксплуатации дороги на 18 дн. по сравнению со снежно-ледяным и на 24 дн. по сравнению со снежным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Карельской АССР: справочник [Текст]. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 118 с.
2. Горбов, А.Ф. Строительство, содержание и эксплуатация зимних автомобильных лесовозных дорог в северо-западных районах страны [Текст] / А.Ф. Горбов. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 44 с.
3. Метеорологический ежемесячник [Текст]. – Вып. 3, часть II. – Л.: Гидрометеоздат, 1969-1990 гг.
4. Морозов, С.И. Зимние дороги в лесной промышленности [Текст] / С.И. Морозов, Ф.А. Павлов, Л.Н. Плакса, Э.Н. Савельев. – М.: Лесн. пром-сть, 1969. – 168 с.
5. Наблюдение гидрометеорологических станций и постов над снежным покровом [Текст]: метеоролог. ежегодник. – Вып. 3а. – Л.: Гидрометеоздат, 1969–1978 гг.

Петрозаводский государственный университет

Поступила 22.09.05

I.R. Shegelman, L.V. Shchegoleva, L.V. Lukashevich
Substantiation of Forest Roads Operating Period

The technique for substantiation of operating periods for snowy, icy and snowy-icy roads based on the example of Segezha region in the Republic of Karelia is proposed.