

Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 1 (252). С. 129–135. DOI: <https://doi.org/10.52065/2519-402X-2022-252-1-129-135>.

2. Ковалев, Р. Н. Логистическое управление транспортными системами: учеб. пособие / Р.Н. Ковалев, Д.В. Демидов, С.Н. Боярский – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. – 166 с.

3. Ванчукевич, В. Ф. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие / В. Ф. Ванчукевич, В. Н. Седюкевич, В. С. Холупов – Минск: Выш. шк., 1989. – 272 с.

УДК 630*31(043.3)

Р.О. Короленя, Ю.А. Бедная

Белорусский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОЕЗДА СОРТИМЕНТОВОЗАМИ ОДНОГО КИЛОМЕТРА ПУТИ ПРИ РАБОТЕ НА ВЫВОЗКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Организация работы лесотранспорта, оперативное планирование вывозки древесины, определение технико-экономических показателей работы – эти и многие другие вопросы напрямую связаны с определением скорости и времени движения лесовозных транспортных средств. Известно, что получение достоверных значений скоростей движения и продолжительности проезда одного километра пути, в частности, сортиментовозов, требует учета значительного количества показателей.

На скорость движения влияют в общем случае различные факторы, которые условно можно разделить на группы (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Группы факторов, влияющих на показатели движения сортиментовозов

Вопросами определения скоростей движения и времени хода автопоездов занимались многие ученые и специалисты. основополагающий вклад в разработку и дальнейшее развитие методов определения скорости движения внесли профессор Бельский А.Е., Васильев А.П., Великанов Д.П., Вырко Н.П., Кременец Ю.А., Лахно Р.П., Леонович И.И., Нефедов А.Ф., Сильянов В.В., Хавкин К.А., Хорошилов Н.Ф. и другие.

Известные методы, такие как графические, графоаналитические, метод приближенного интегрирования уравнения движения и другие не нашли широкого практического применения на лесовозном автотранспорте в силу сложности аналитических расчетов, громоздкости графических построений, а по некоторым методам определения можно получать ориентировочные значения скорости и времени.

Общим свойством указанных методов является получение искомого значения скорости и времени движения в результате решения уравнения движения автопоезда. Как показывает практика, при определении скорости движения, а соответственно и времени движения автопоезда любым из этих методов, результаты расчета для какой-либо конкретной дороги не совпадают с измеренными скоростями движения и создают зачастую неправильное толкование о транспортных качествах дороги. Причиной указанных расхождений является недостаточное совершенство расчетных методов, вызванное крайней сложностью теоретического решения вопроса о скоростях движения и большим количеством весьма мало изученных факторов, а также вопроса о теоретическом описании одновременного влияния всех четырех групп факторов. В этой связи, для определения скоростей и времени движения профессор В.И. Алябьев указывает на целесообразность использования вероятностного подхода или статистических моделей [2].

Для разработки статистической модели, позволяющей с достаточной степенью точности прогнозировать продолжительность работы сортиментовозов на вывозке древесины, были организованы и проведены производственные исследования на базе одного из лесохозяйственных учреждений. Исследования включали изучение показателей работы сортиментовозов на вывозке древесины в грузовом и порожнем направлениях. Данные были получены с помощью навигационного оборудования, установленного на лесовозных транспортных средствах и онлайн-сервиса «БелТрансСпутник» (рисунок 2).

На первом этапе исследований была проведена классификация используемых для вывозки и перевозки древесины маршрутов на предприятии по методике, представленной в [3].

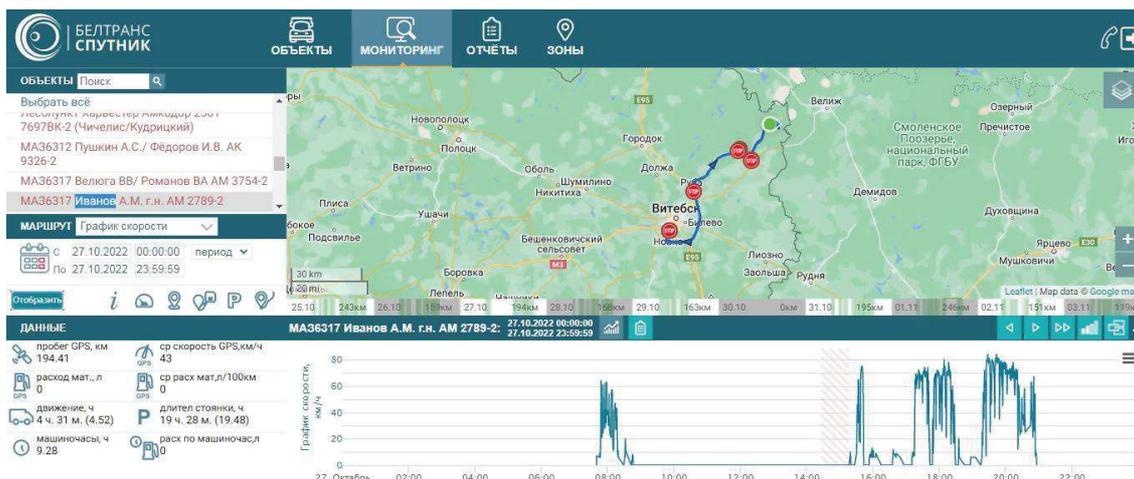


Рисунок 2 – Изучение показателей работы сортиментовоза

В соответствии с которой, степень влияния дорожных условий на время движения оценивается по коэффициенту вариации среднего значения времени проезда одного километра по маршруту для данного типа транспорта.

К группе X относятся маршруты движения, для которых значения рядов данных времени хода одного километра равномерны или имеют незначительные колебания. К группе Y относят маршруты движения, для которых наблюдаются значительные колебания значений времени хода одного километра. К группе Z относят маршруты движения, для которых наблюдаются нерегулярные отклонения значений времени хода одного километра.

Процедура отнесения маршрутов движения на группы X, Y, Z сводится к сравнению коэффициента вариации времени проезда одного километра с нормативными значениями, определяющими границы групп X, Y и Z. Таким образом, были определены маршруты вывозки, относящиеся к группе X.

На втором этапе исследований была выдвинута рабочая гипотеза о том, что время хода 1 км по маршрутам группы X подчиняется нормальному закону распределения. Для проверки данной гипотезы, в соответствии с методикой, изложенной в работе [4], был спланирован и проведен эксперимент.

В результате были установлены необходимые объемы выборки данных времени проезда одного километра в грузовом и порожних направлениях при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Статистическая обработка результатов исследований времени пробега одного километра проводилась на основании методики, представленной в работе [5]. Пример результатов обработки данных представлены в таблицах 1, 2 и на рисунках 3, 4.

Таблица 1 – Интервальный статистический ряд значений времени проезда 1 км в грузовом направлении

Начало интервала	Конец интервала	Середина интервала	Частота	Относительная частота	Высота
0,90	1,23	1,07	10	0,13	0,38
1,23	1,56	1,39	4	0,05	0,15
1,56	1,89	1,72	15	0,19	0,57
1,89	2,21	2,05	18	0,23	0,69
2,21	2,54	2,38	15	0,19	0,57
2,54	2,87	2,71	9	0,11	0,34
2,87	3,21	3,04	9	0,11	0,34
Сумма			80	1,0	

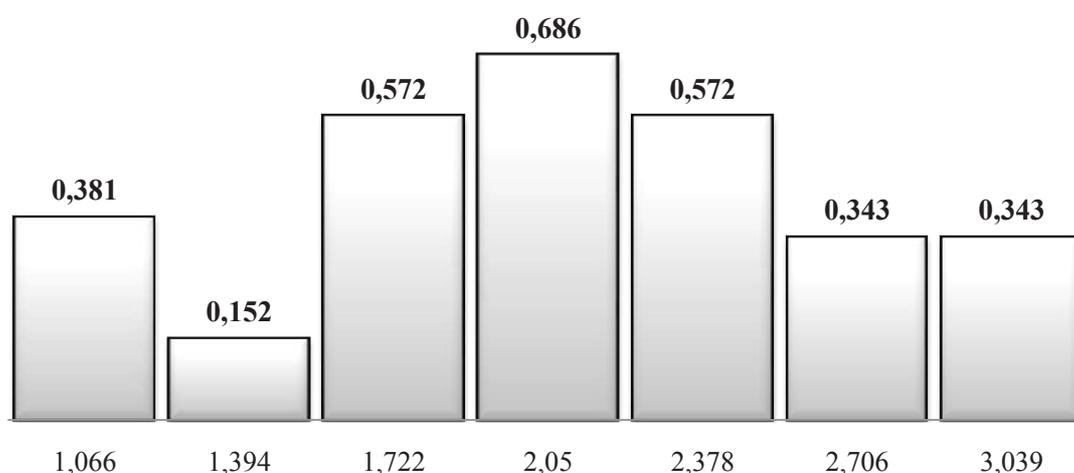


Рисунок 3 – Гистограмма относительных частот в грузовом направлении

Проверка гипотезы о нормальном законе распределения времени проезда 1 км пути проводилась с помощью критерия Пирсона χ^2 [4, 5]. Если выполняется неравенство (1), то гипотеза о нормальности закона распределения времени пробега 1 км принимается.

$$\chi_{\text{набл}}^2 < \chi_{\alpha; \nu}^2, \quad (1)$$

Критерий Пирсона:

– грузовое направление:

наблюдаемое значение $\chi_{\text{набл}}^2 = 6,3$.

табличное значение $\chi_{0,05;4}^2 = 9,49$.

– порожнее направление:

наблюдаемое значение $\chi_{\text{набл}}^2 = 6,73$.

табличное значение $\chi_{0,05;4}^2 = 9,49$.

Таким образом, гипотеза о нормальном законе распределения времени проезда 1 км пути сортиментовозами на маршрутах, относящихся к группе X подтверждена.

Таблица 2 – Интервальный статистический ряд значений времени проезда 1 км в порожнем направлении

Начало интервала	Конец интервала	Середина интервала	Частота	Относительная частота	Высота
0,90	1,17	1,04	10,00	0,13	0,46
1,17	1,44	1,31	6,00	0,08	0,28
1,44	1,71	1,58	15,00	0,19	0,69
1,71	1,98	1,85	24,00	0,30	1,11
1,98	2,26	2,12	16,00	0,20	0,74
2,26	2,53	2,39	6,00	0,08	0,28
2,53	2,81	2,67	3,00	0,04	0,14
Сумма			80	1,0	

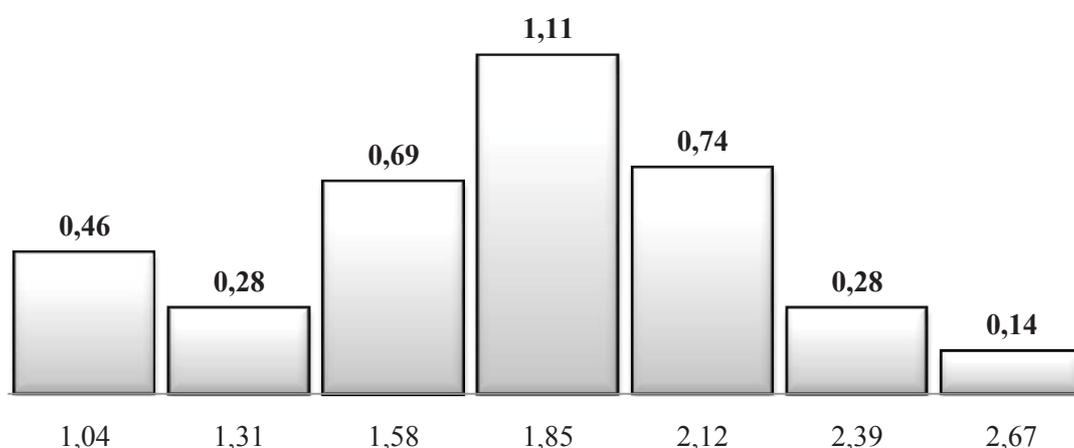


Рисунок 4 – Гистограмма относительных частот в порожнем направлении

Доверительный интервал для математического ожидания нормально распределенной величины времени хода одного километра при уровне значимости, равном 0,05 определялся по выражению (2).

$$\left(t_{cp} - t_{\alpha;v} \frac{S}{\sqrt{n}}; t_{cp} + t_{\alpha;v} \frac{S}{\sqrt{n}} \right), \quad (2)$$

где $t_{\alpha;v}$ – параметр, определяемый по таблице значений распределения Стьюдента [4, 5], мин; α – уровень значимости, $\alpha = 0,05$; v – число степеней свободы, определяемое как $v = n - 1$.

Доверительные интервалы:

– грузовое направление:
(2,07 – 0,38; 2,07 + 0,38)

– порожнее направление:
(1,78 – 0,09; 1,78 + 0,09)

Полученные значения доверительных интервалов времени проезда 1 км рекомендованы для практического использования с целью прогнозирования продолжительности выполнения рейсов на маршрутной сети предприятия.

Литература

1. Нефедов, А. Ф. Планирование эксперимента и моделирование при исследовании эксплуатационных свойств автомобилей / А. Ф. Нефедов, Л. Н. Высочин. – Львов.: Вища школа, 1976. – 160 с.
2. Сухопутный транспорт леса / В.И. Алябьев [и др.]; под общ. ред. В.И. Алябьева. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 413 с.
3. Насковец, М. Т. Классификация маршрутов транспортировки сортиментов с использованием XYZ-анализа / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 71–75.
4. Пижурин, А. А. Основы научных исследований в деревообработке: учебник для вузов / А. А. Пижурин. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 305 с.
5. Игнатенко, В.В. Высшая математика. Математические методы и модели в расчетах на ЭВМ. Лабораторный практикум: учеб. пособие / В.В. Игнатенко, О.Н. Пыжкова, Л.Д. Яроцкая; под ред. В.М. Марченко; Изд-во БГТУ. – Минск, 2006. – 126 с.