

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ

Based on the system analysis of timber industry system functioning a new subsystem «wood transport unit» is considered. The basic preconditions necessary for allocation of the given subsystem are allocated. On an example of timber industry system with preparation log classification of wood transport units and their structural hierarchy are resulted. It is underlined, that the basic characteristic of functioning of wood transport unit is average time of stay of elements in wood transport unit. The basic parameters necessary for the analysis of functioning of wood transport unit, such as time of non-failure operation, time of restoration and average time of a delay of wood transport unit are presented.

Введение. Процесс вывозки древесины сопровождается влиянием ряда негативных факторов. Наряду с такими факторами, как отсутствие разветвленной сети лесовозных магистралей, нехватка высокопроизводительного тягово-прицепного состава, материальный износ лесовозной техники, применение неточных методов прогнозирования, на современную транспортировку лесопродукции немаловажное влияние оказывает и организация потоков движения от лесозаготовителей к потребителям. Отслеживая цепочку движения лесопродукции, легко заметить, что до момента отгрузки древесины потребителю происходит взаимодействие между различными видами погрузочно-транспортных машин. При этом продолжительности погрузочно-разгрузочных операций по всему циклу могут быть сопоставимы со временем транспортировки. В силу многовариантности используемых для целей погрузки и разгрузки техники и технологий порой достаточно сложно дать комплексную оценку эффективности функционирования всей цепочки вывозки древесины. Таким образом, для выявления «узких мест» во всей цепочке доставки, а также для выявления характера и степени взаимовлияния сопряженных процессов на вывозке древесины, очевидно, необходим системный подход.

Системный подход. Основополагающие элементы применяемого в настоящее время в исследованиях лесозаготовительного производства системного подхода представлены в работах В. И. Алябьева, В. И. Меньшикова, С. С. Стороженко [1, 2, 3] и других, в которых предлагается выделение систем «лесосечные работы», «вывозка древесины» и «нижний склад» («потребитель»), имеющих горизонтальные взаимосвязи, иерархически являющихся при этом подсистемами высшего уровня – лесозаготовительного производства (лесопромышленного комплекса).

В случаях возникновения необходимости отдельного рассмотрения данных подсистем производится прерывание взаимосвязей в структурных узлах, где влияние обратных связей последующей системы на предыдущую не является существенным. На стыке

подсистем «лесосечные работы» и «вывозка древесины» такими узлами являются погрузочные площадки верхних складов в [2], на стыке подсистем «вывозка древесины» и «потребитель» – приемные устройства потребителей. Как правило, размежевание данных подсистем по структурным узлам сопровождается анализом и попытками повышения эффективности только этих подсистем, что не во всех случаях является повышением эффективности функционирования всей системы. Исходя из этого, возникает необходимость введения новой подсистемы – «лесотранспортный узел».

Подсистема «лесотранспортный узел». Под лесотранспортным узлом будем понимать совокупность лесотранспортных процессов, операций и средств для их реализации в местах стыкования двух или нескольких видов лесотранспорта.

Понятие лесотранспортный узел включает:

- процесс транспортировки (горизонтальное и вертикальное перемещение лесных грузов техническими средствами в пределах технических устройств);
- технические устройства (станции, временные транспортные пути, магистрали, склады, терминалы.)
- технические средства (автопоезда, тягачи, погрузчики, трактора).

Лесотранспортные узлы являются одним из важнейших элементов единой лесотранспортной системы. Посредством лесотранспортных узлов обеспечиваются основные операции по обслуживанию лесотранспортных потоков и организации эффективного взаимодействия различных видов транспорта. В зависимости от уровня узла может осуществляться полное или частичное взаимодействие всех видов лесотранспорта. Чаще всего взаимодействуют:

- автомобильный и тракторный;
- автомобильный и железнодорожный;
- железнодорожный и тракторный.

На примере лесопромышленной системы с вывозкой сортиментов рассмотрим основные возможные схемы функционирования узлов (рис. 1–12).

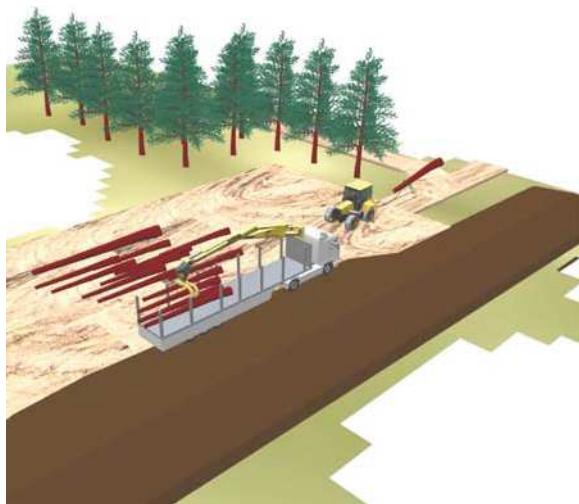


Рис. 1. Схема 1

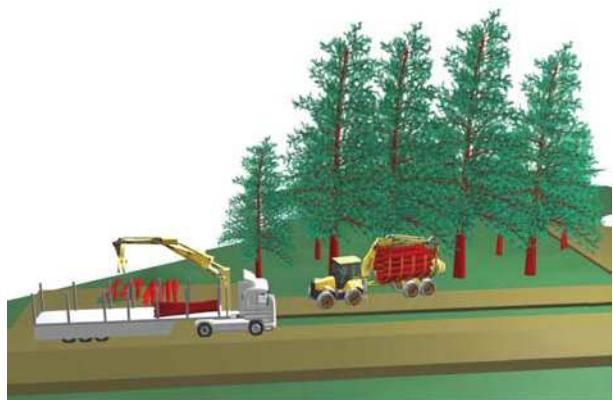


Рис. 4. Схема 4

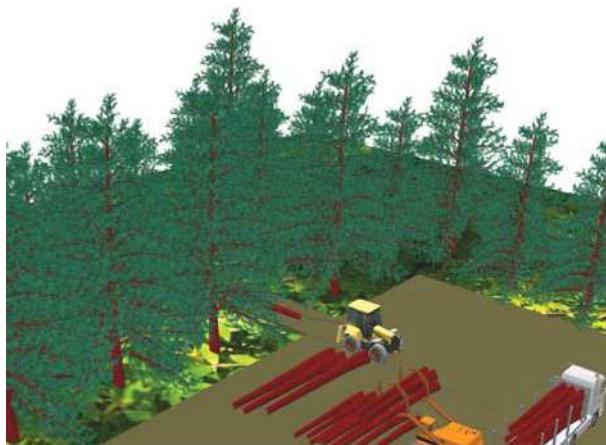


Рис. 2. Схема 2

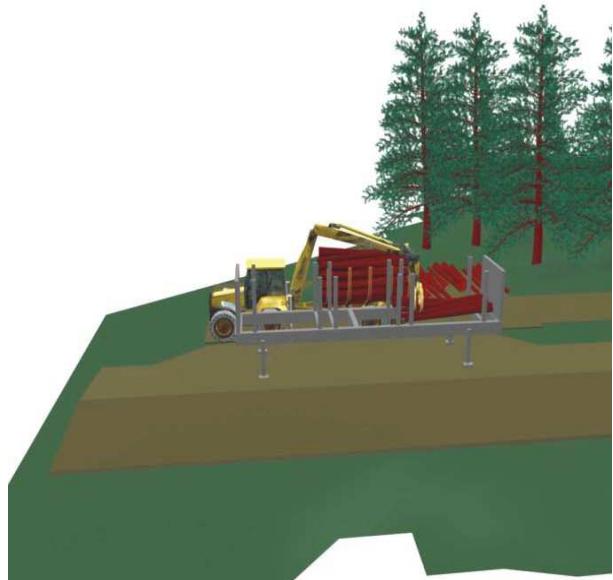


Рис. 5. Схема 5



Рис. 3. Схема 3

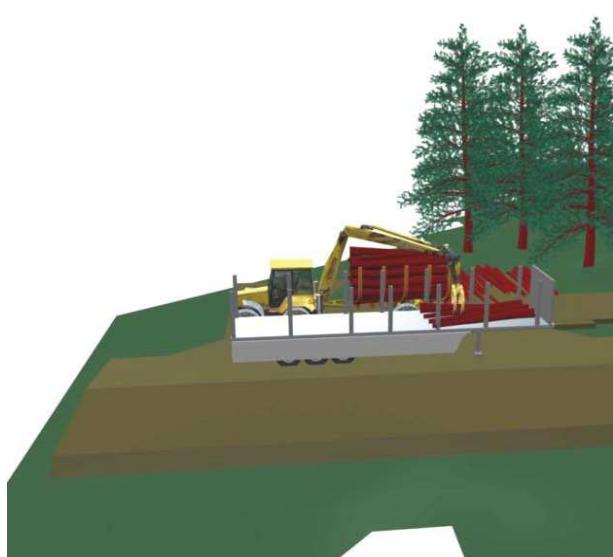


Рис. 6. Схема 6



Рис. 7. Схема 7

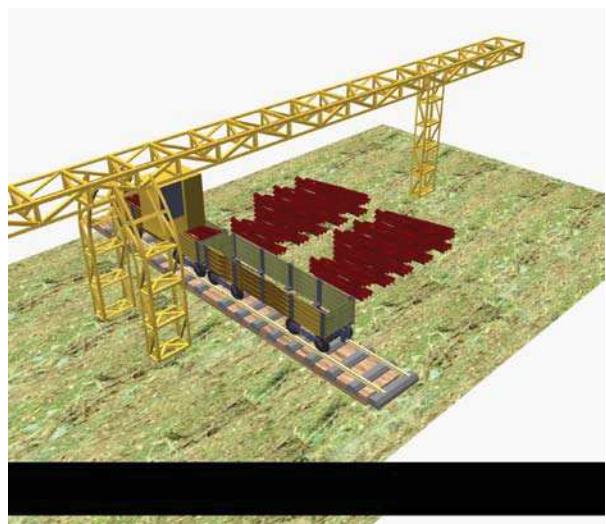


Рис. 10. Схема 10



Рис. 8. Схема 8

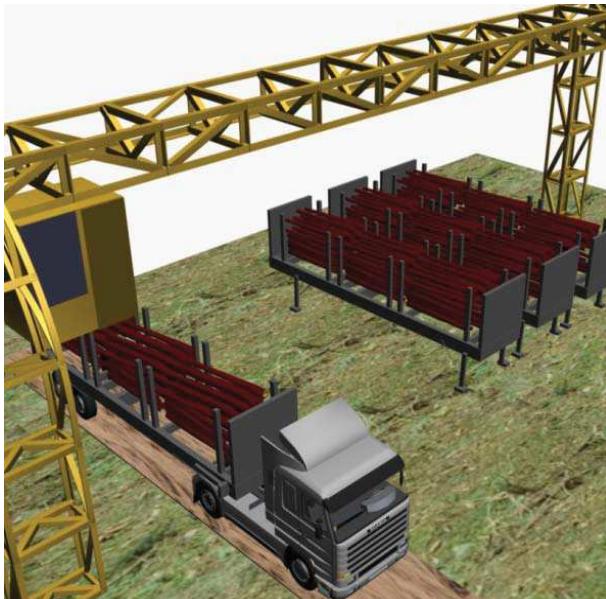


Рис. 11. Схема 11

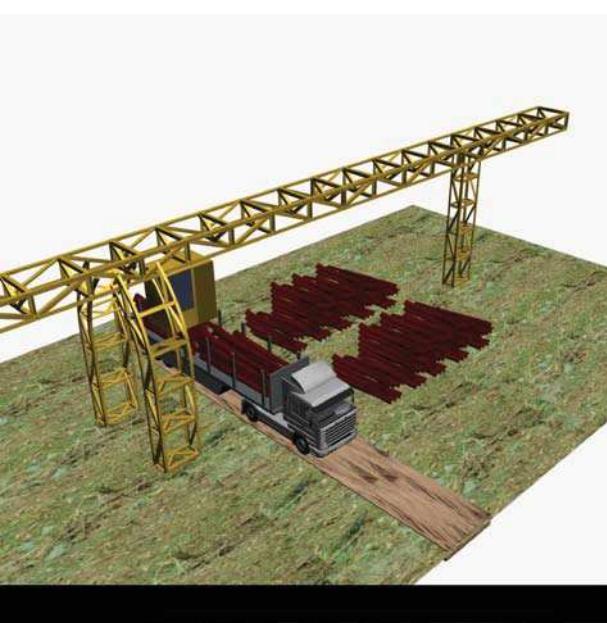


Рис. 9. Схема 9

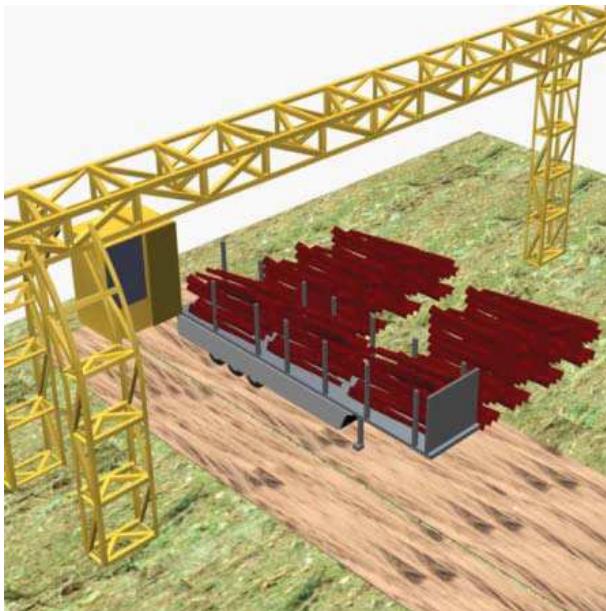


Рис. 12. Схема 12

Согласно схеме 1 (рис. 1), взаимодействие осуществляется между трелевочным трактором и сортиментовозом, оборудованным манипулятором. По схеме 2 (рис. 2) взаимодействуют трелевочный трактор, погрузчик и сортиментовоз, по схеме 3 (рис. 3) – форвардер и сортиментовоз, по схеме 4 (рис. 4) – форвардер и сортиментовоз, оборудованный манипулятором, по схеме 5 (рис. 5) – форвардер и съемная погрузочная платформа типа LogRac [4], по схеме 6 (рис. 6) – форвардер и седельный полуприцеп [5], по схеме 7 (рис. 7) – форвардер и железнодорожный вагон, по схеме 8 (рис. 8) – сортиментовоз, оборудованный манипулятором и железнодорожный вагон, по схеме 9 (рис. 9) – сортиментовоз и разгрузочное устройство (например, консольно-козловой кран), по схеме 10 (рис. 10) – железнодорожный вагон и разгрузочное устройство, по схеме 11 (рис. 11) – съемная погрузочная платформа типа LogRac и разгрузочное устройство, по схеме 12 (рис. 12) взаимодействуют седельный полуприцеп и разгрузочное устройство. Необходимо заметить, что различия между схемами взаимодействия заключаются не только в типах применяемого оборудования, но и в уровнях функционирования узлов. В общем случае уровни функционирования узлов можно представить в виде рис. 13.

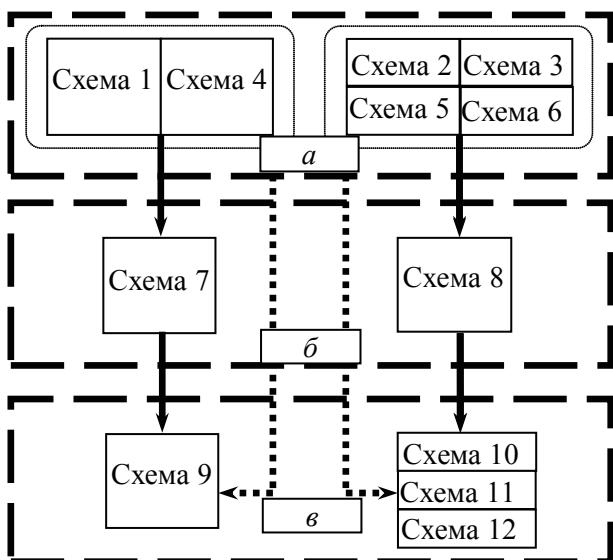


Рис. 13. Уровни функционирования узлов:
а – лесосека; б – промежуточный склад (терминал);
в – конечный потребитель (нижний склад)

На рис. 13 сплошные линии означают многоступенчатую вывозку древесины, а прерывистые – одноступенчатую.

Представленная на рис. 13 иерархия уровней не включает вариант с прямой вывозкой древесины с лесосеки. Это связано с тем, что прямая вывозка древесины не получила широкого применения.

Руководствуясь теорией транспортных узлов [6], составим принципиальную схему функционирования лесотранспортного узла (рис. 14).

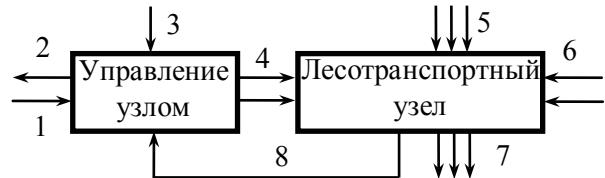


Рис. 14. Принципиальная схема управления лесотранспортным узлом

Используя потоки информации вышестоящих систем 1 в блоке управления лесотранспортного узла, на основании потоков информации о работе узла, получаемой по каналу обратной связи 8,рабатываются управляющие воздействия 4, которые направлены на компенсацию различного рода возмущений 6, имеющих вероятностный характер (выход из строя технических устройств, транспортные процессы). Непосредственно лесотранспортный узел функционирует как подсистема массового обслуживания, для нее характерны входы 5 выходы 7, которыми являются потоки сортиментовозов, лесных грузов, подлежащих обслуживанию. Коммуникация и обмен потоков информации между лесотранспортным узлом и вышестоящей системой осуществляется посредством каналов 2 и 3.

Рациональное функционирование лесотранспортного узла характеризуется оптимальным использованием элементов во времени и длительностью обслуживания. Основной характеристикой в этом случае является среднее время пребывания элементов в лесотранспортном узле $t_{\text{пп}}$.

Время пребывания можно представить в следующем виде:

$$t_{\text{пп}} = t_{\text{ож}} + t_{\text{тех}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{ож}}$ – среднее время ожидания начала или продолжения обслуживания потока; $t_{\text{тех}}$ – среднее время, затрачиваемое непосредственно на обработку потока.

Также важным показателем функционирования лесотранспортного узла является коэффициент задержки обслуживания потока, показывающий, во сколько раз время пребывания единицы потока в транспортном узле больше времени непосредственно обслуживания

$$k_3 = \frac{t_{\text{пп}}}{t_{\text{тех}}} = 1 + \frac{\sum t_{\text{ож}}}{\sum t_{\text{тех}}}. \quad (2)$$

Высокое значение коэффициента задержки обслуживания в узле говорит о наличии значи-

тельных резервов и необходимости совершенствования режимов взаимодействия при обслуживании потока.

Основными причинами неравномерной работы лесотранспортного узла являются высокая сложность конструкций элементов узла и технологических схем работ, постоянное возрастание объемов работ. В связи с этим возникает необходимость рассмотрения работы узла с учетом надежности функционирования, в частности с анализом таких показателей, как среднее время безотказной работы, время восстановления и среднего времени задержки лесотранспортной единицы [6].

Среднее время безотказной работы можно определить по следующей формуле:

$$\dot{O}_{\text{a},\hat{i}} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij}}{\sum_{i=1}^m n_{\text{a},\hat{i},i}}, \quad (3)$$

где t_{ij} – время работы элемента до возникновения отказа; $n_{\text{a},\hat{i},i}$ – число отрезков времени без отказов.

Среднее время отказа (время восстановления):

$$\dot{O}_i = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{0ij}}{\sum_{i=1}^m n_{i,i}}, \quad (4)$$

где $n_{i,i}$ – число отрезков времени работы с отказами в i -й отрезок времени.

Среднее время задержки одной транспортной единицы:

$$t_{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n B_{ij}}{N_{\text{cp}}}, \quad (5)$$

где N_{cp} – среднее количество задержанных транспортных единиц; $\sum B$ – общая сумма простоя транспортных средств.

Необходимо отметить, что анализ вышеуказанных показателей имеет смысл только для элементов лесотранспортного узла, так как для лесотранспортной системы отказы отдельных элементов узла приводят только к снижению эффективности всей системы. В связи с этим, в качестве показателя надежности [6] лесотранспортного узла предлагается использовать коэффициент снижения эффективности функционирования лесотранспортной системы:

$$k_E = \dot{A}/\dot{A}_0, \quad (6)$$

где E – реальная эффективность функционирования системы; E_0 – эффективность функционирования системы при полной надежности.

При небольшом значении k_E необходима реорганизация транспортно-технологических операций в узле. При большом значении величины k_E отказы элементов слабо влияют на эффективность работы системы, и повышение их надежности может оказаться нецелесообразным, так как вложенные затраты будут неоправданы.

Заключение. В процессе функционирования лесопромышленной системы происходит постоянное взаимодействие между подсистемами «лесосечные работы», «вывозка древесины» и «потребитель». Изучение данного взаимодействия невозможно без внедрения новой подсистемы «лесотранспортный узел». Данная подсистема, пересекаясь в области своей функциональности со всеми подсистемами, позволяет рассматривать различные варианты распределения грузов между видами транспорта с учетом эффективности работы данного вида транспорта в лесотранспортном узле, а также выбирать максимально надежные и эффективные узлы.

Литература

1. Алябьев, В. И. Оптимизация производственных процессов на лесозаготовках. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 232 с.
2. Меньшиков, А. М. Технологический анализ и моделирование процессов лесозаготовок методами статистической динамики: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / А. М. Меньшиков. – Архангельск, – 2007. – 180 л.
3. Стороженко, С. С. Повышение эффективности транспортно-технологического процесса лесопромышленных предприятий на базе логистико-математических моделей: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / С. С. Стороженко. – Санкт-Петербург, – 2003. – 144 л.
4. Fenz, B. Optimierung des Holztransportes durch Einsatz von altbaren Containern (LogRac) / B. Fenz, K. Stampfer // Universität für Bodenkultur [Electronic resource]. – Wien, 2005. – Mode of access: http://www.wabo.boku.ac.at/uploads/media/Optimierung_des_Holztransportes_durch_Einsatz_von_faltbarenContainern_LogRac.pdf. – Date of access: 10.02.2008.
5. Насковец, М. Т. Обеспечение эффективной работы лесного транспорта на основе применения седельных полуприцепов-сортиментовозов / М. Т. Насковец, Р. О. Короленя // Труды БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 117–121.

6. Взаимодействие различных видов транспорта в узлах: учеб. пособие / Н. В. Правдин [и др.]; под ред. Н. В. Правдина. – Минск: Выш. школа, 1977. – 296 с.