

ВЛИЯНИЕ ЧИСЛА СОРТИМЕНТОВ НА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ БЕРЕГОВОГО СКЛАДА

С.П. Карпачев, В.И. Запруднов, А.Н. Комяков, М.А. Сорокин

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

karpachev@mgul.ac.ru

Изучены вопросы влияния сокращения сортиментов на транспортно-технологические показатели работы берегового склада. Ликвидация части накопителей при сокращении числа сортиментов может привести к переполнению накопителей с массовыми сортиментами, что приведет к аварийной остановке сортировочной системы. Слишком большое число резервных накопителей ведет к большим капитальным затратам. Рассматривались две стратегии перевода сокращаемых сортиментов в массовые, в которых длина сокращаемых сортиментов принималась:

- равной длине того сортимента, куда переводятся сокращаемые (стратегия 1),
- одинаковой и равной 6,5 м (стратегия 2).

После сокращения числа сортиментов по стратегии 1 производительность берегового склада не только не возросла, но даже несколько упала. Объяснить это можно тем, что при постоянном объеме число бревен после сокращения числа сортиментов возросло с 457 426 до 543 670 шт. Увеличение числа бревен приводит к уменьшению интенсивности их поступления в накопители, что и объясняет отсутствие роста производительности. После сокращения числа сортиментов по стратегии 2 производительность берегового склада возросла. Объяснить это можно тем, что при постоянном объеме число бревен после сокращения числа сортиментов уменьшилось с 457 426 до 415 177 шт. Уменьшение числа бревен приводит к увеличению интенсивности их поступления в накопители, что и вызвало рост производительности.

Ключевые слова: сортименты, береговой склад, накопители бревен

Ссылка для цитирования: Карпачев С.П., Запруднов В.И., Комяков А.Н., Сорокин М.А. Влияние числа сортиментов на транспортно-технологические показатели работы берегового склада // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2017. Т. 21. № 1. С. 101–107. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-1-101-107

В статье рассматриваются вопросы влияния сокращения сортиментов на технологические показатели работы берегового склада.

Число сортиментов в сплаве часто является избыточным и может быть сокращено без ущерба для качества конечной продукции. Часть редких сортиментов может быть заменена на массовые [1]. Предполагается, что при сокращении редких сортиментов они будут переведены в массовые — пиловочник, фанерный кряж или баланс и, соответственно, будут отсортировываться в существующие накопители для этих сортиментов. Что касается накопителей сокращаемых редких сортиментов, то они будут просто ликвидированы.

Ликвидация части накопителей при сокращении числа сортиментов может привести к переполнению накопителей с массовыми сортиментами, что вызовет аварийную остановку сортировочной системы. Слишком большое число резервных накопителей ведет к большим капитальным затратам.

Для исследования этих вопросов мы применили подход, основанный на математическом моделировании технологических процессов работы берегового склада [2–6]. Поскольку технологические процессы береговых складов можно рассматривать как дискретные, моделирование проводилось в среде GPSS-W.

В качестве объекта исследований был выбран береговой склад Лемпиха на Камском водохранилище.

Береговой склад рассчитан на сортировку лесоматериалов на 14 групп. Сплотка и перемещение леса к месту формирования плотов осуществляется сплотно-транспортным агрегатом (СТА) типа В-43. Сортировочная система склада имеет 14 накопителей. После сокращения редких сортиментов (путем перевода их в пиловочник, фанерный кряж и баланс) предполагается ликвидировать несколько накопителей.

Технологическая схема берегового склада представлена на рис. 1.

Поступившие на сортировку лесоматериалы сортируют в соответствии с сортиментным планом, данные которого приведены в таблице.

Работа берегового склада может быть представлена в виде модели с очередями (рис. 2) [2–10]. Поступление лесоматериалов на сортировку можно рассматривать как дискретный поток заявок на обслуживание отдельных бревен или групп бревен единичного объема. Для удобства составления модели в данной работе рассматривается поток заявок в виде отдельных бревен расчетного объема.

Поступление заявок в систему U принято через интервалы времени, являющиеся

Т а б л и ц а

Сортиментный план берегового склада
The assortment plan of a coastal warehouse

Номер накопителя	Наименование сортимента	Длина сортимента, м	Общий объем сортиментов, тыс. м ³	Доля от общего объема, %
1	Дрова технологические	4,5	3,4	5,85
2	Дрова топливные	4,5	1,2	2,07
3	Баланс лиственный	4,5	1,1	1,89
4	Пиловочное бревно лиственное	4,5	0,5	0,86
5	Баланс хвойный	2	1,1	1,89
6	Пиловочное бревно (спецназначение)	6,5	5,9	10,15
7	Фанерный кряж	4,5	5	8,61
8	Фанерный кряж	6,5	5	8,61
9	Баланс хвойный	4,5	1,1	1,89
10	Пиловочное бревно лиственное	6,5	9	15,49
11	Баланс хвойный	6,5	1,1	1,89
12	Пиловочное бревно хвойное	4,5	21,7	37,35
13	Резонансный кряж	4,5	0,6	1,03
14	Судостроительный кряж	8,5	1,4	2,42
С у м м а			58,1	100

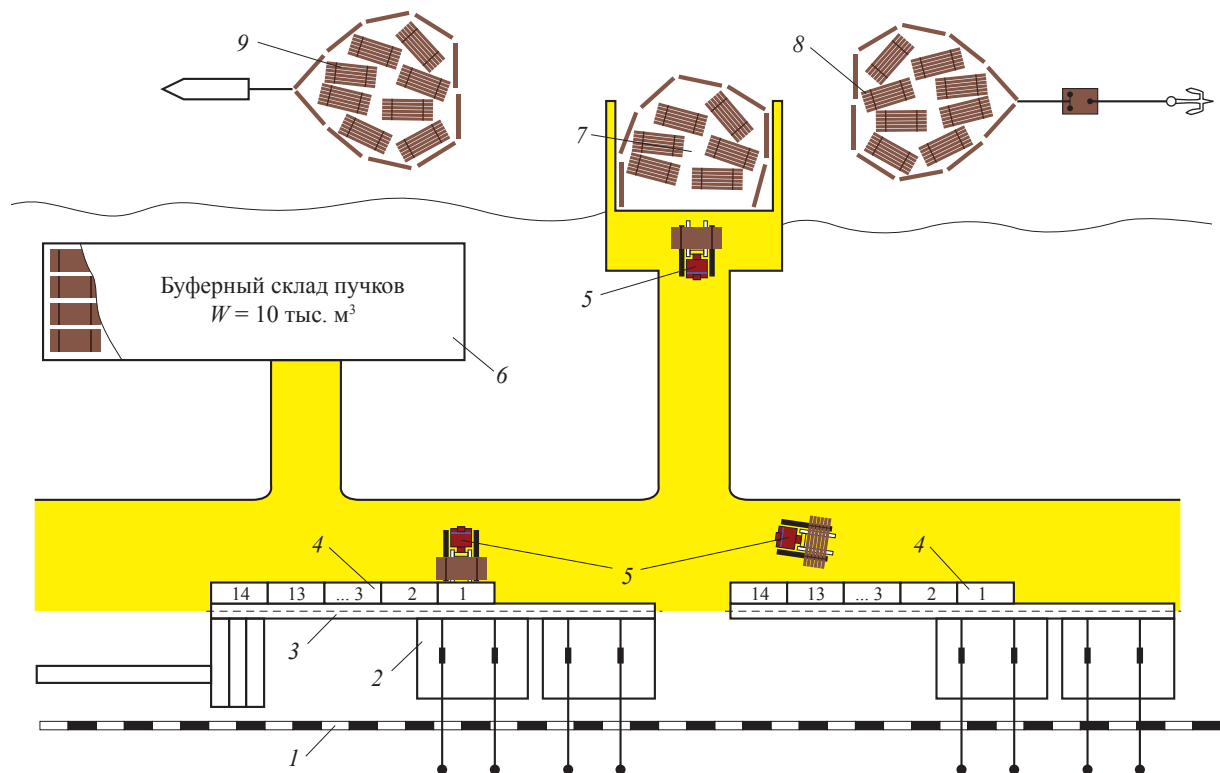


Рис. 1. Схема берегового склада Лемпиха: 1 — УЖД; 2 — раскряжевочная эстакада; 3 — конвейер; 4 — накопители; 5 — СТА; 6 — буферный склад; 7 — накопитель пучков на воде; 8 — кошель; 9 — буксировка кошеля
Fig. 1. Scheme of Lempiha coastal warehouse: 1 — UZ; 2 — bucking rack; 3 — conveyor; 4 — Drives; 5 — BT (a bundling tractor); 6 — buffer store; 7 — drive beams on the water; 8 — purse; 9 — towing purse

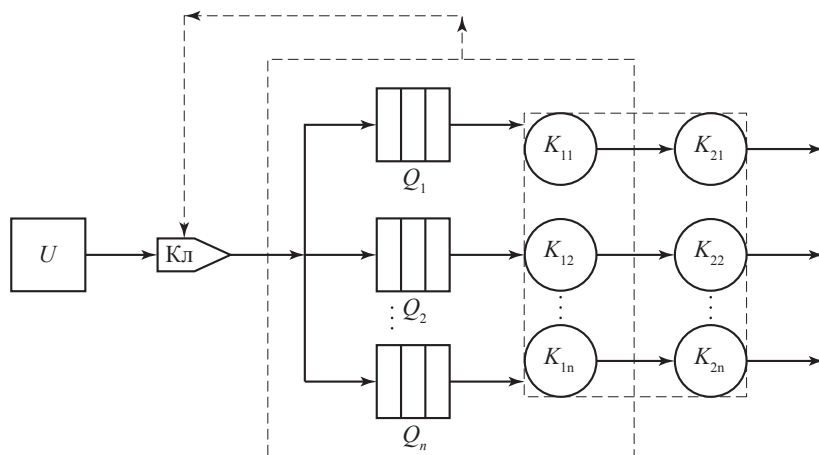


Рис. 2. Концептуальная модель работы берегового склада
Fig. 2. The conceptual model of a coastal warehouse operation

случайными числами с экспоненциальным законом распределения с интенсивностью $\lambda_1 = 6,62 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$ (величина определена расчетами). Вид функции определен по натурным замерам.

Каждой заявке присваивается свой номер, который соответствует определенному сортименту. Присвоение заявке номера моделируется в соответствии с сортиментным планом (см. таблицу). Для этого разыгрывается случайное число RN в интервале $[0, 100]$. В зависимости от того, в какой процентный интервал попало случайное число RN , заявке назначается номер соответствующего сортимента.

Объем каждого сортимента определяется как случайное число, распределенное по равномерному закону со средним значением и интервалом варьирования.

После того как заявка идентифицирована, она направляется в соответствующий накопитель, где ставится в соответствующую очередь Q_i .

Объем пучка на береговом складе составляет $28 \pm 5 \text{ м}^3$. В модели пучок представлен группой заявок (бревен), которые собираются в накопителе и затем формируют ансамбль (пучок). Число заявок (бревен) в ансамбле зависит от сортимента. Объем пучка определяется как сумма объемов отдельных бревен.

Событие заполнения любого накопителя вызывает остановку всей сортировочной системы. Поступление новых заявок в систему перекрывается клапаном Кл. Система будет заблокирована до тех пор, пока соответствующий накопитель не освободится и не откроет клапан Кл.

Заявки, попадая в накопитель, встают в очередь к многоканальному обслуживающему прибору — сплотно-транспортному агрегату. Заявки могут быть обслужены только после их накопления до объема пучка.

Когда группа заявок (бревен) достигает заданного числа, группа поступает на обслуживающий прибор (СТА). Если прибор занят, ансамбль ожидает обслуживания, пока СТА не освободится.

Обслуживание группы заявок прибором (СТА) в модели производится в два этапа:

- 1) группа заявок обслуживается СТА в накопителе (сплотка пучка) и формирует ансамбль (пучок);
- 2) ансамбль (пучок) транспортируется СТА на плотбище.

Время обслуживания ансамбля прибором является случайным числом с экспоненциальным законом распределения. Интенсивность обслуживания на первом этапе $\lambda_2 = 3,968 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ (величина определена расчетами). Вид функции установлен по натурным замерам.

Интенсивность обслуживания λ_3 на втором этапе зависит от времени цикла транспортировки пучка на плотбище и обратно и составляет

$$\lambda_3 = 1/t_{\text{ц}},$$

где $t_{\text{ц}}$ — время цикла транспортировки пучка СТА.

Величину $t_{\text{ц}}$ рассчитывают следующим образом

$$t_{\text{ц}} = \frac{l}{v_{\text{гр}}} + \frac{l}{v_{\text{х.х.}}},$$

где l — расстояние транспортировки пучка СТА;

$v_{\text{гр}}$ — скорость движения СТА с пучком, 8 км/ч;

$v_{\text{х.х.}}$ — скорость движения СТА без пучка, 10 км/ч.

Первоначально нами были проведены исследования работы берегового склада Лемпиха с 14 сортиментами. Моделировалась работа нескольких СТА (1, 2, 3 и 4 агрегата) при разном

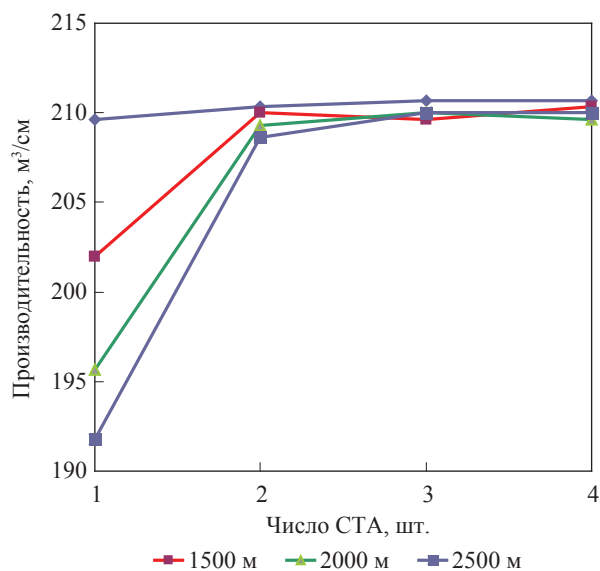


Рис. 3. Зависимость производительности склада от числа СТА при различных расстояниях транспортировки пучков на плотбище
Fig. 3. The dependence of the warehouse performance on the number of BT at different distances to the beam transportation rafting ground

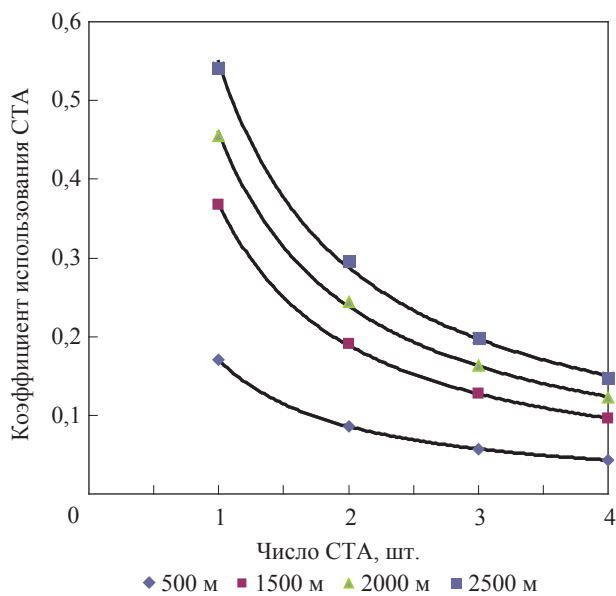


Рис. 4. Зависимость коэффициента использования СТА от числа СТА при различных расстояниях транспортировки пучков на плотбище
Fig. 4. The dependence of BT utilization with a various number of BT and the beam transportation distance to the rafting ground

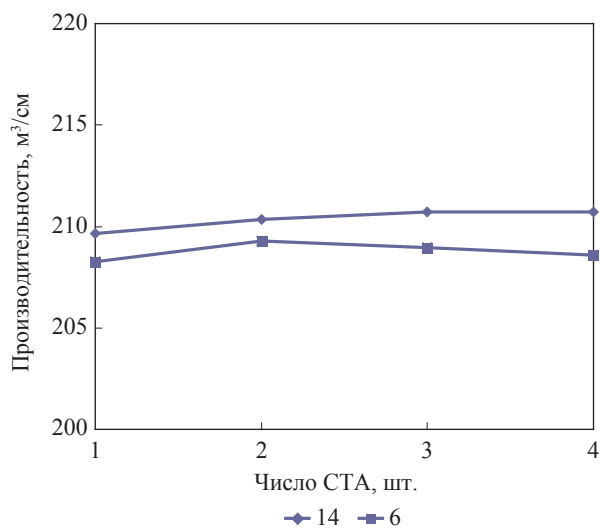


Рис. 5. Зависимость производительности склада от числа СТА при изменении числа сортиментов (стратегия 1)
Fig. 5. The dependence of warehouse performance on the number of BT with different numbers of assortments (strategy 1)

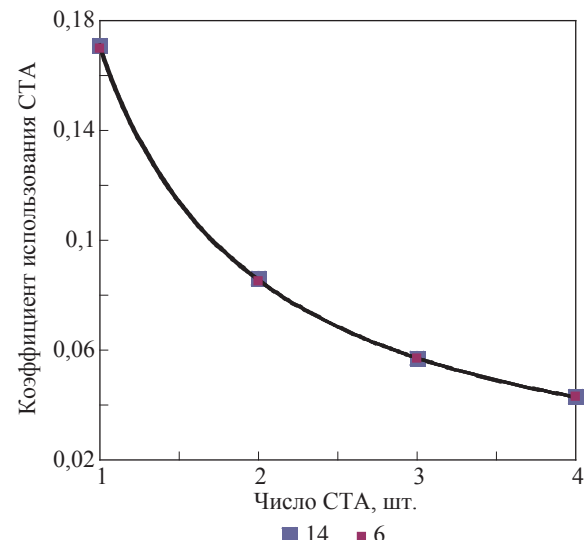


Рис. 6. Зависимость коэффициента использования СТА от числа СТА при изменении числа сортиментов (стратегия 1)
Fig. 6. The dependence of BT utilization coefficient on a different number of BT and that of assortments (strategy 1)

расстоянии транспортировки пучков на плотбище (от 500 до 2500 м). Результаты экспериментов приведены на графиках (рис. 3, 4).

Как видно из графика на рис. 3, увеличение числа СТА практически не сказывается на производительности склада при расстоянии транспортировки до 500 м. Увеличение числа СТА с

одного до двух заметно сказывается на расстояниях свыше 1000 м. Однако увеличение числа СТА до трех и более не приводит к заметному росту производительности даже при расстояниях до плотбища 2500 м. Полученные результаты объясняются тем, что работа СТА зависит от интенсивности заполнения накопителей бревнами.

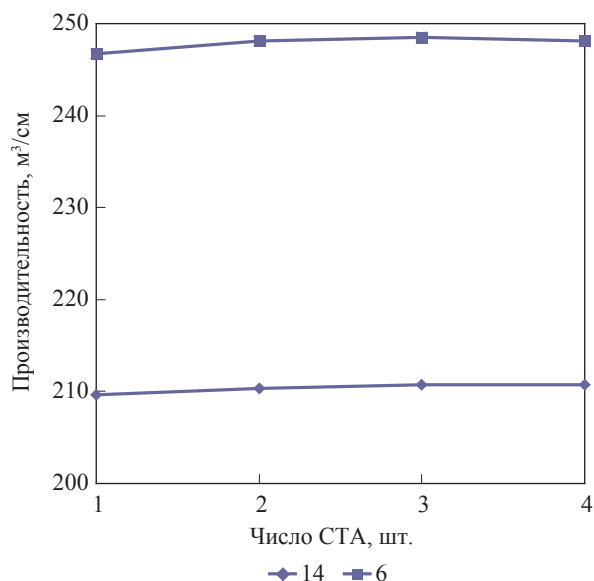


Рис. 7. Зависимость производительности склада от числа СТА при изменении числа сортиментов (стратегия 2)

Fig. 7. The dependence of the warehouse performance on the BT number with various amount of assortments (strategy 2)

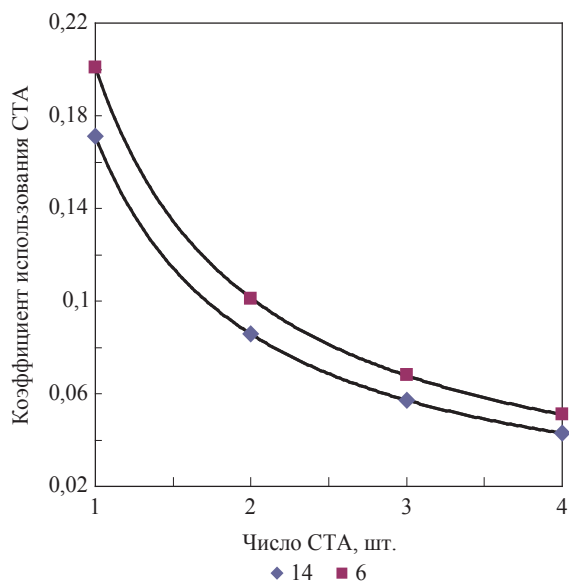


Рис. 8. Зависимость коэффициента использования СТА от числа СТА при изменении числа сортиментов (стратегия 2)

Fig. 8. The dependence of the BT utilization coefficient on the BT number with various amount of assortments (strategy 2)

Увеличение числа СТА при одной и той же интенсивности поступления сортиментов не обязательно приводит к росту производительности труда. Отметим, что с увеличением числа СТА заметно уменьшается коэффициент использования (загрузки) СТА (см. рис. 4).

Для склада Лемпиха (см. рис. 1) при числе групп сортировки, равном 14, и расстоянии до буферного склада и накопителя пучков до 500 м один СТА на каждую сортировочную линию можно считать оптимальным количеством.

Рассмотрим, как повлияет сокращение числа сортиментов на работу берегового склада Лемпиха.

Анализ сортиментного плана (см. таблицу) показывает, что число сортиментов может быть сокращено с 14 до 6. Сокращаемые сортименты могут быть переведены в следующие массовые сортименты:

- 1) дрова технологические;
- 2) баланс лиственный;
- 3) пиловочное бревно лиственное;
- 4) баланс хвойный;
- 5) фанерный кряж;
- 6) пиловочное бревно хвойное.

Будем рассматривать две стратегии перевода сокращаемых сортиментов в массовые:

1. Длина сокращаемых сортиментов принимается равной длине того сортимента, в который переводятся сокращаемые (стратегия 1).

2. Длина сокращаемых сортиментов принимается одинаковой и равной 6,5 м (стратегия 2).

При обеих стратегиях общий объем сортиментов остается неизменным (58,1 тыс. м³). Число сортиментов, в отличие от объема, будет зависеть от принятой стратегии: для стратегии 1 — 543 670 шт., для стратегии 2 — 415 177 шт.

Расчетным путем были определены процент содержания бревен каждого сортимента и интенсивность поступления сортиментов в накопители. Для стратегии 1 интенсивность $\lambda_1 = 7,87 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$, для стратегии 2 интенсивность $\lambda_1 = 6,01 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$.

Результаты экспериментов по стратегии 1 приведены на рис. 5 и 6.

Из графика на рис. 5 хорошо видно, что после сокращения числа сортиментов по стратегии 1 производительность берегового склада не только не возросла, но даже несколько упала. Объяснить это можно тем, что при постоянном объеме число бревен при сокращении числа сортиментов возросло с 457 426 до 543 670 шт. Увеличение числа бревен приводит к уменьшению интенсивности их поступления в накопители, что и объясняет отсутствие роста производительности. Коэффициент использования СТА также не увеличился (см. рис. 6).

Результаты экспериментов по стратегии 2 приведены на рис. 7, 8.

Из графика на рис. 7 хорошо видно, что после сокращения числа сортиментов по стратегии 2 производительность берегового склада возросла. Объяснить это можно тем, что при постоянном объеме число бревен при сокращении числа сортиментов по стратегии 2 уменьшилось с

457 426 до 415 177 шт. Уменьшение числа бревен приводит к увеличению интенсивности их поступления в накопители, что и вызвало рост производительности. Коэффициент использования СТА также увеличился (см. рис. 8).

В целом по результатам исследований можно сделать вывод, что сокращение числа сортиментов не обязательно приводит к увеличению производительности труда. Для увеличения производительности труда необходимо стремиться к тому, чтобы при сокращении числа сортиментов общее число бревен не увеличилось.

Список литературы

- [1] Карпачев С.П., Куприн Б.В. Моделирование на ЭВМ сокращения числа сортиментов на технологию берегового склада // Технология и механизация лесопромышленного производства: сб. науч. тр. М.: МЛТИ, 1989. Вып. 212. С. 47–53.
- [2] Карпачев С.П., Шмырев В.И., Шмырев Д.В. Моделирование доставки круглых лесоматериалов потребителям автопоездами // Экологические системы и приборы, 2016. № 2. С. 18–22.
- [3] Карпачев С.П. Логистика. Моделирование технологических процессов береговых складов. М.: МГУЛ, 2005. 132 с.
- [4] Карпачев С.П., Шмырев В.И., Шмырев Д.В. Моделирование раскряжевки хлыстов сучкорезно-раскряжевой установкой и штабелевкой сортиментов погрузчиками разного типа // Транспорт: наука, техника, управление, 2016. № 3. С. 58–61.
- [5] Карпачев С.П., Шмырев В.И., Шмырев Д.В. Моделирование разгрузки пачек хлыстов и укладки их в плот сплотно-транспортно-штабелевочными агрегатами // Транспорт: наука, техника, управление, 2016. № 1. С. 57–59.
- [6] Карпачев С.П., Лозовецкий В.В., Щербаков Е.Н. Моделирование логистических систем лесных материалополюсов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. РАН ВИНТИ, 2011. № 8. С. 16–20.
- [7] Комяков А.Н., Карпачев С.П. Применение большегрузных плавучих контейнеров для нужд биоэнергетики // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2010. № 4 (73). С. 104–107.
- [8] Карпачев С.П., Щербаков Е.Н., Солдатова Е.В. Моделирование технологических процессов освоения древесины на ложе водохранилищ // Вестник МГУЛ — Лесной вестник, 2013. № 1. С. 56–61.
- [9] Карпачев С.П., Щербаков Е.Н. Транспортная единица для лесосплава. Патент № 2013147054/11(073109) от 31.03.2014.
- [10] Карпачев С.П. Транспорт технологической щепы по воде в мягких контейнерах. Дис. ... канд. техн. наук. М., 1985. С. 17.

Сведения об авторах

Карпачев Сергей Петрович — д-р техн. наук, профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), e-mail: karpachev@mgul.ac.ru,

Запруднов Вячеслав Ильич — д-р техн. наук, профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), e-mail: zaprudnov@mgul.ac.ru,

Комяков Алексей Николаевич — канд. техн. наук, доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), e-mail: komyakov@mgul.ac.ru,

Сорокин Михаил Александрович — старший преподаватель, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), e-mail: sorokin@mgul.ac.ru,

Статья поступила в редакцию 23.11.2016 г.

THE INFLUENCE OF THE NUMBER OF TIMBER ASSORTMENTS ON THE TECHNOLOGY OF A BANKING GROUND

S.P. Karpachev, V.I. Zaprudnov, A.N. Komyakov, M.A. Sorokin

BMSTU (Mytishchi branch), 1 st. Institutskaya, 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

karpachev@mgul.ac.ru

The effect of reducing timber assortments on the technological performance of the banking ground has been considered. The elimination of a part of the timber assortments to reduce the number of timber storage decks can result in the storage overflow with a massive assortment of logs, which will cause an emergency stop of the sorting system. Too many reserve timber storage decks bring about large capital costs. Two strategies of turning the reduced timber assortments into mass ones have been regarded here where the length of logs can be as follows:

— the length is equal to the length of the reduced timber assortments (strategy 1),

— the length of the reduced timber assortments is the same and equal to 6.5 m (strategy 2).

After reducing the number of assortments in strategy 1 the performance of the banking ground failed to rise and even fell slightly. This can be explained by the fact that at a constant volume, the number of logs in the reduced amount of timber assortments increased from 457 426 logs to 543 670 ones. Increasing the number of logs results

in a decrease in the intensity of their receipt into a storage which explains the lack of productivity growth. After reducing the number of assortments on the strategy 2 the performance of the banking ground grew. This can be explained by the fact that at a constant volume the number of logs with fewer timber assortments according to strategy 2 decreased from 457 426 logs to 415 177 logs. Decreasing the number of logs leads to an increase in the intensity of their receipt into a storage that caused the productivity growth.

Keywords: timber assortments, a banking ground, timber storage decks

Suggested citation: Karpachev S.P., Zaprudnov V.I., Komyakov A.N., Sorokin M.A. *Vliyanie chisla sortimentov na transportno-tekhnologicheskie pokazateli raboty beregovogo sklada* [The influence of the number of timber assortments on the technology of a banking ground]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2017, v. 21, no. 1, pp. 101-107. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-1-101-107

References

- [1] Karpachev S.P., Kuprin B.V. *Modelirovanie na EVM sokrashcheniya chisla sortimentov na tekhnologiyu beregovogo sklada* [Modeling on a computer reducing the number of timber assortments on the technology of banking ground.]. Moscow: MSFU Publ., № 212, 1989, pp. 47-53. (in Russian)
- [2] Karpachev S.P., Shmyrev V.I., Shmyrev D.V. *Modelirovanie dostavki kruglykh lesomaterialov potrebitelyam avtopoezdami* [Simulation of delivery roundwood customers autotrain] *Ekologicheskie sistemy i pribory* [Environmental systems and devices] 2016, № 2, pp. 18-22. (in Russian)
- [3] Karpachev S.P. *Logistika. Modelirovanie tekhnologicheskikh protsessov beregovykh skladov* [Modelling of processes of coastal warehouses]. Moscow: MSFU Publ., 2005, 132 p. (in Russian)
- [4] Karpachev S.P., Shmyrev V.I., Shmyrev D.V. *Modelirovanie raskryazhevki khlystov suchkorezno-raskryazhevochnoy ustanovkoy i shtabelevkoy sortimentov pogruchnikami raznogo tipa* [Simulation of bucking and piling of assortments of various types] *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie* [Transport: science, technology, management], VINITI RAS 2016, no. 3, pp. 58-61. (in Russian)
- [5] Karpachev S.P., Shmyrev V.I., Shmyrev D.V. *Modelirovanie razgruzki pachek khlystov i ukladki ikh v plot splotochno-transportno-shtabelevochnymi agregatami* [Simulation of the unloading of bundles of whips and stacking them in the raft by units] *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie* [Transport: science, technology, management], VINITI RAS, 2016, no. 1, pp. 57-59. (in Russian)
- [6] Karpachev S.P., Lozovetskiy V.V., Shcherbakov E.N. *Modelirovanie logisticheskikh sistem lesnykh materialopotokov* [Modeling the logistic systems of forest material flow] *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie* [Transport: science, technology, management]. VINITI RAS 2011, no. 8, pp. 16-20. (in Russian)
- [7] Komyakov A.N., Karpachev S.P. *Primenenie bol'shegruznykh plavuchikh konteynerov dlya nuzhd bio-energetiki* [The Use of heavy floating containers for bioenergy] *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, no. 4 (73), 2010, pp. 104-107. (in Russian)
- [8] Karpachev S.P., Shcherbakov E.N., Soldatova E.V. *Modelirovanie tekhnologicheskikh protsessov osvoeniya drevesiny na lozhe vodokhranilishch* [Modeling of technological development of wood on the bed of the reservoir] *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, no. 1, 2013, pp. 56-61. (in Russian)
- [9] Karpachev S.P., Shcherbakov E.N. *Transportnaya edinitsa dlya lesosplava* [Transport unit for rafting]. Patent no. 143038 from 09.06.2014 (in Russian).
- [10] Karpachev S.P. *Transport tekhnologicheskoy shchepy po vode v myagkikh konteynerakh*. Diss. cand. tech. nauk [Transport of wood chips on the water in soft containers. Cand. tech. sci. diss.] Moscow, 1985, pp. 17. (in Russian)

Author's information

Karpachev Sergey Petrovich — Dr. Sci. (Tech.), Prof. BMSTU (Mytishchi branch),
e-mail: karpachev@mgul.ac.ru

Zaprudnov Vyacheslav Il'ich — Dr. Sci. (Tech.), Prof. BMSTU (Mytishchi branch),
e-mail: zaprudnov@mgul.ac.ru

Komyakov Aleksey Nikolaevich — Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof. BMSTU (Mytishchi branch),
e-mail: komyakov@mgul.ac.ru

Sorokin Mikhail Aleksandrovich — Senior Lecturer BMSTU (Mytishchi branch),
e-mail: sorokin@mgul.ac.ru

Received 23.11.2016