

Литература

1. Чжан С.А. Особенности влияния техногенного загрязнения на хвойные древостой: моногр. Братск: БрГУ, 2010. 68 с.
2. Рунова Е.М., Чжан С.А., Пузанова О.А. Особенности накопления загрязняющих веществ в хвое сосны обыкновенной // Лесной вестник. 2009. № 3 (66). С. 62-64.
3. Чжан С.А. Особенности вторичных сукцессионных процессов в зонах антропогенного загрязнения // Системы. Методы. Технологии. 2009. № 2. С. 146.

References

1. Zhang S.A. The specifics of anthropogenic pollution impact on conifer forest stands: monogr. Bratsk: BrGU, 2010. 68 s.
2. Runova E.M., Zhang S.A., Puzanova O.A. The specifics of pollutant accumulation in the needles of Archangel fir (pinus sylvestris) // Lesnoy vestnik. 2009. № 3(66). S. 62-64.
3. Zhang S.A. The specifics of secondary succession processes in the areas of anthropogenic pollution // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2009. №2. S.146.

УДК 630\*377

## Воздействие процесса трелевки древесины от рубок ухода на лесную среду

А.Н. Бестужев<sup>1</sup>, В.Д. Валяжонков<sup>1\*</sup>, Ю.А. Добрынин<sup>1</sup>, В.А. Иванов<sup>2</sup>, В.Н. Иващенко<sup>1</sup>, А.А. Коваленко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. Кирова. Институтский пер. 5, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия

Статья поступила 10.12.2011, принята 15.02.2012

*Даны характеристика и оценка основных технологических процессов лесосечных работ. Выполнен анализ по десяти вариантам технологических процессов лесосечных работ. Приведены рекомендации по рациональному применению того или иного варианта в конкретных природно-производственных условиях. Приведены достоинства десяти рассматриваемых технологических схем: сокращение к минимуму числа процессов, выполняемых на лесосеке, за счет использования более производительного оборудования нижних складов; снижение трудозатрат на очистку лесосеки и возможность использования веток, сучьев и вершин в производстве полезной продукции; сбор и рубка в топливную щепу порубочных остатков многооперационными рубительными машинами непосредственно на лесосеке; сбор и увязка порубочных остатков в вязанки многооперационными мобильными паке-тировочными машинами непосредственно на лесосеке; отсутствие порубочных остатков на лесосеке радикально снижает риск лесных пожаров; уменьшение степени повреждаемости подроста и оставляемых на корню деревьев; использование порубочных остатков для укрепления трелевочных волоков; высокая механизация работ; сортировка древесины непосредственно на лесосеке; трелевка древесины сортиментами, в погруженном положении сохраняет ее от загрязнений; поставка потребителю продукции непосредственно с верхнего склада. Проанализированы недостатки схем: при трелевке деревьев, особенно за комли, труднее сохранить подрост и предотвратить повреждения оставляемых на корню деревьев; считается нежелательным вывоз порубочных остатков с лесосеки, так как они обогащают лесные почвы; при вывозке деревьев уменьшается использование полезной грузоподъемности лесовозного транспорта; увеличение числа операций, выполняемых в лесу; увеличение затрат на последующую очистку лесосеки; затруднено последующее применение порубочных остатков для производства полезной продукции; большая доля ручного труда на лесосечных работах; большое количество порубочных остатков остается на лесосеке, что повышает риск лесных пожаров и ограничивает возможность их полезного использования.*

**Ключевые слова:** технологические процессы лесосечных работ, деревья, хлысты, сортименты, пиломатериалы, щепка.

## Influence of process skidding of wood from leaving cabins on the wood environment

A.N. Bestuzhev<sup>1</sup>, V.D. Valjzhonkov<sup>1\*</sup>, JU.A. Dobrynin<sup>1</sup>, V.A. Ivanov<sup>2</sup>, V.N. Ivashchenko<sup>1</sup>, A.A. Kovalenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>St. Petersburg State Forest Technical Academy, 5, Institutsky per., St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia

Received 10.12.2011; Accepted 15.02.2012

*The characteristic and estimation of the cores technological about-tsessov logging works is given. The analysis by ten variants of technological processes logging works is made. Recommendations about rational application of this or that variant in concrete prirodno-working conditions are resulted. Advantages considered technological schemes are resulted; Reduction to a minimum of number of*

\* E-mail address: valy-vladimir@yandex.ru

processes carried out on logging at the expense of carrying over of their performance on more productive equipment of the bottom warehouses; Decrease in expenditures of labour on clearing logging and possibility of use of branches, boughs and tops on manufacture of useful production; Gathering felling the rests and their cabin in fuel *цены* multioperational rubitel'ni by cars directly on logging; Gathering rests and their coordination in bundles multioperational mobile baling by cars directly on logging Absence felling the rests on logging considerably reduces risk of forest fires; Reduction of degree of damageability *podrosta* and trees left on a root; Uses felling the rests for strengthening *mskidder* wolves; High mechanisation of works; Sorting of wood directly on logging; *трелевка* wood *sornniment* in the shipped position keeps it from pollution; Delivery to the consumer of production it is direct from the top warehouse; Their lacks are analysed: At *трелевке* trees, especially for *u butt*, it is more difficult to keep *podrjst* and to prevent damages of trees left on a root; It is considered undesirable export felling the rests with logging as they enrich wood soils; At transport trees use of useful load-carrying capacity transport decreases; Increase in number of operations carried out in wood; Increase in expenses at the subsequent clearing logging; The subsequent application felling the rests for *proiz-vodstva* useful production is complicated; The big share of manual skills on logging works A considerable quantity *побочных* the rests remains on logging that *on-vyshaet* risk of forest fires and limits possibility of their usefulness

**Keywords:** logging technological processes, trees, tree lengths, assortments, lumber, wood chips.

Каждый вид лесопользования и лесовосстановления является экологическим стрессом для лесной среды. При выполнении этих видов работ необходимо сократить до минимума вредные воздействия на биогеоценоз, что будет способствовать его постепенному восстановлению.

Ниже эта проблема будет рассмотрена на примере воздействия трелевки древесины от рубок ухода, осуществляемым агрегатом, созданным на базе сельскохозяйственного трактора МТЗ-82 и лебедки. Общий вид и техническая характеристика трелевочного агрегата приведены на рис. 1.

Валка деревьев и очистка их от сучьев выполнялась бензомоторными пилами.



Рис. 1. Общий вид трелевочного агрегата МТЗ-82 с отвалом и лебедкой.

Цель статьи – выделить основные виды негативных воздействий, определить степень их влияния на экологию лесосеки и значения затрат ресурсов, необходимых для поддержания экологического состояния лесной среды, отвечающего лесоводственным требованиям.

Исходные данные были получены в ходе осуществления рубок ухода в лесхозах Велико-Устюгский (Вологодская область) и Сиверский (Ленинградская область).

В Велико-Устюгском лесхозе работы проводились в следующих природно-производственных условиях: породный состав древостоя – ЗСЗЕЗБ1Ос; запас древесины на делянке – 230 м<sup>3</sup>/га; объем хлыста заготавливаемых деревьев – 0,216 м<sup>3</sup>; количество подроста – 4000 шт/га; сезон работы – лето; грунты – супесчаные и глинистые почвы; крутизна склона – до 5 град. Размер делянок со-

ставлял 250×40 м. Средний объем пачки – 1,73 м<sup>3</sup>. Расстояние между технологическими коридорами – 40 м.

Общая протяженность перемещений при полном объеме выборки деревьев 61 м<sup>3</sup> с делянки составляет  $m(L) = 41050$  м ( $\sigma = 7032$  м), т. е. на перемещение 1 м<sup>3</sup> древесины необходимо затратить 676 м пути. При этом 40,2 % данного пути требуется на перемещение хлыстов, заготовленных в технологическом коридоре, 39,9 и 19,9 % – хлыстов и полухлыстов, заготовленных в пасеке. Как видно, наибольшая вероятность воздействия на поверхность делянки отмечается при выборке деревьев с пасеки. Повышенный контакт в данном случае объясняется, в первую очередь, большим объемом работ, связанных с маневрами для набора пачек.

Таблица 1

Техническая характеристика агрегата МТЗ-82 с отвалом и лебедкой

Показатель	Значение
<i>Трактор</i>	
Мощность, кВт	60,0
Масса трактора вместе с оборудованием, кг	4860
Скорость движения, вперед/назад, км/ч	1,9...34,3/4,1...9,2
Габариты: длина × ширина × высота, мм	5200×2190×2880
Колесная база, мм	2450
Колея колес, передних/задних, мм	1430...1990/1400...2100
Дорожный просвет, мм	465
Радиус поворота, мм	4100
Размер шин колес, передних/задних: стандартных	11,2-20/15,5R38
альтернативных	13,6-20/16,9R38
Давление колес на почву при заглублении на 10 см: стандартных / альтернативных, кПа	42,0/35,4
<i>Отвал</i>	
Ширина, мм	2800
Перемещение относительно опорной поверхности: вверх/вниз, мм	1200/550
<i>Лебедка</i>	
Однорабанная, с приводом от ВОМ: тяговое усилие, кН	50,0
скорость намотки каната, м/с	0,6...1,2
Канатоемкость, м/диаметр каната, мм	35,0/11,5

Количество контактов трелевочной системы (трелевочный агрегат + пачка хлыстов) с поверхностью коридора при выполнении технологического процесса представлено на рис. 2 графиком и уравнением регрессии, отражающими зависимость количества циклических проходов агрегата по трелевочному волоку  $N_{ЦП}$  от изменения его длины  $L_B$ . При этом следует учесть, что каждый цикл имеет два контакта при грузовом и холостом ходе. Состояние волока в данных исследованиях не изучалось, так как оно достаточно основательно рассмотрено во многих научно-практических работах. Совместное рассмотрение рекомендаций данных работ и полученной зависимости  $N_{ЦП} = f(L_B)$  открывает возможность вскрыть не только количественную оценку контактов, но и установить состояние волока.

Полученное уравнение характеризуется следующими значениями статистических показателей:

- значение коэффициента детерминации  $RI = 0,967$  говорит о том, что варьирование показателя  $N_{ЦП}$  на 97 % описывается регрессионной линией;
- уровни значимости  $t$ -критерия для обоих коэффициентов уравнения менее 0,05, т. е. коэффициенты достоверны на уровне значимости 5 %;
- уровень значимости  $F$ -критерия, оценивающего достоверность регрессионного уравнения в целом, во всех случаях меньше 0,05, что подтверждает высокую степень его достоверности;

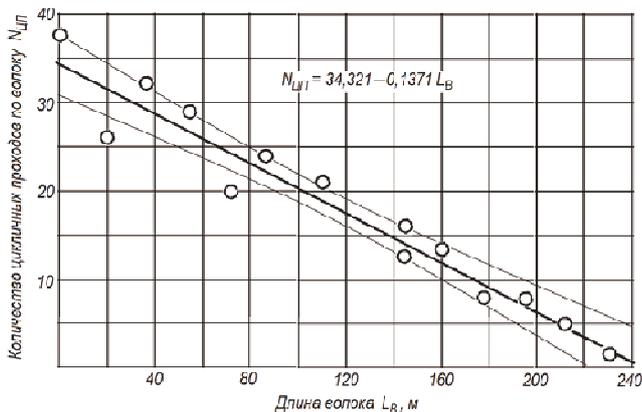


Рис. 2. Зависимость количества циклических проходов агрегата по волоку  $N_{ЦП}$  от изменения его длины  $L_B$ .

– значение коэффициента корреляции  $r$  между переменными уравнения составляет 0,97, что указывает на высокую тесноту взаимной связи;

– вероятность нахождения «истинной» линии регрессии в доверительном интервале составляет 95 %.

Вероятность контактов человека, подтаскиваемых хлыстов и трелевочной системы с поверхностью делянки по протяженности соответственно составляет 5,1 %, 3,4 % и 91,5 %.

В нашем случае при проведении проходной рубки ухода (ПРУ) на площади 1 га протяженность наиболее агрессивного воздействия составляет 832 м.

Пройденный машинно-тракторным агрегатом путь отражает два уровня режима воздействия на экологию поверхности делянки. Это длина пути в режиме грузового хода, на котором происходит основное разрушение волока, и длина пути в режиме холостого хода. Они составляют  $m(\ell_{pa}) = 14467$  м ( $\sigma = 2709$  м) и  $m(\ell_{ха}) = 22027$  м ( $\sigma = 3971$  м).

Подтаскивание хлыстов лебедкой к волоку и трелевка древесины по нему сопровождается наиболее агрессивным воздействием на оставляемые на доразживание деревья, благополучный подрост, живой напочвенный покров и почву. Необходимо сводить к минимуму протяженность данной технологической операции. При выполнении рассматриваемой технологии ПРУ эта проблема решалась раскряжкой хлыстов на полухлысты и изменением вручную направления их подтаскивания, а также остановкой трелевочной системы при грузовом ходе для обрубки сучьев с целью укрепления волока.

В этом случае дополнительные затраты ресурсов на экологическое обеспечение технологического процесса составили: пути – 19,8 %, времени – 10,0 % и энергии – 6,7 %. Это хорошо представлено диаграммами на рис. 3. Основной массив данных затрат приходится на технологический блок трелевки полухлыстов с пасеки. Оставляемая доля ресурсов в большей мере затрачивается на трелевку хлыстов из коридора.

На рис. 3 приведены диаграммы распределения вероятностей затрат ресурсов: технологического процесса на выполнение его основной и экологической части (а) и отдельно на его схемы (б); распределения вероятностей затрат ресурсов экологического обеспечения по режимам работы агрегата (в)

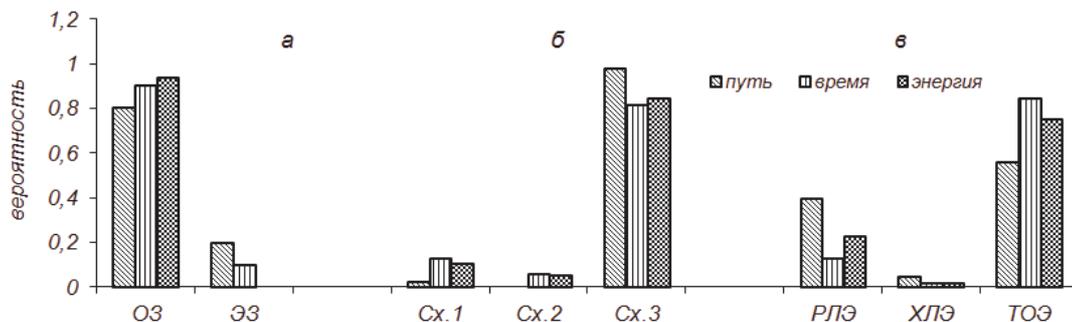


Рис. 3. ОЗ – основные затраты на технологический процесс; ЭЗ – затраты на экологическое обеспечение; Сх. 1 и Сх. 2 – схемы трелевки хлыстов соответственно из коридора и пасеки; Сх. 3 – схема трелевки полухлыстов с пасеки; ПЛУ и ХЛУ – затраты на экологическое обеспечение рабочего и холостого режимов лебедки; ТОЭ – затраты на экологическое обеспечение технологического обслуживания.

Распределение вероятностей затрат ресурсов на экологическое обеспечение приведено отдельной диаграммой (рис. 3б). Наибольший объем затрат потребовался на выполнение технологического обслуживания. Затраты пути здесь составили 55,6 %, времени – 84,6 % и энергии – 74,9 %. Затраты времени и энергии связаны с дополнительными работами по чокеровке, отцепке и сдвигу полхлыстов, переносу каната и другим видам работ.

Здесь затраты энергии связаны с работой двигателя в остановочном режиме. Значительная роль отведена рабочему режиму лебедки по перемещению как отдельных хлыстов, так и в целом пачки. Затраты пути при этом составили 39,3 %, времени – 12,8 % и энергии – 22,6 %.

Цикловые и сменные затраты ресурсов, расходуемых на экологическое обеспечение технологического процесса, наиболее полно отражают экологические коэффициенты их использования. Значения экологических коэффициентов использования пути цикла  $\varphi_{Ц}^3$  и смены

$\varphi_{СМ}^3$ , времени цикла  $\tau_{Ц}^3$  и смены  $\tau_{СМ}^3$ , энергии цикла  $\eta_{Ц}^3$  и смены  $\eta_{СМ}^3$  представлены математическими ожиданиями в таблице 2. Они определены по формулам:

$$\begin{aligned} m(\varphi_{Ц}^3) &= m(L_{Ц}^3)/m(L_{Ц}), & m(\varphi_{СМ}^3) &= m(L_{СМ}^3)/m(L_{СМ}); \\ m(\tau_{Ц}^3) &= m(T_{Ц}^3)/m(T_{Ц}), & m(\tau_{СМ}^3) &= m(T_{СМ}^3)/m(T_{СМ}); \\ m(\eta_{Ц}^3) &= m(\mathcal{E}_{Ц}^3)/m(\mathcal{E}_{Ц}), & m(\eta_{СМ}^3) &= m(\mathcal{E}_{СМ}^3)/m(\mathcal{E}_{СМ}). \end{aligned}$$

Здесь  $m(L_{Ц})$  и  $m(L_{СМ})$  – математическое ожидание циклового и сменного пути, затрачиваемого на выполнение технологического процесса,  $m(T_{Ц})$  и  $m(T_{СМ})$  – аналогичские затраты времени и аналогичские затраты энергии  $m(\mathcal{E}_{Ц})$  и  $m(\mathcal{E}_{СМ})$ ,  $m(L_{Ц}^3)$  и  $m(L_{СМ}^3)$  – математическое ожидание циклового и сменного пути, затрачиваемого на экологическое обеспечение технологического процесса,  $m(T_{Ц}^3)$  и  $m(T_{СМ}^3)$  – аналогичские затраты времени и аналогичские затраты энергии  $m(\mathcal{E}_{Ц}^3)$  и  $m(\mathcal{E}_{СМ}^3)$ .

Таблица 2

*Оценка использования затрат ресурсов на экологическое обеспечение при выполнении фаз и в целом технологического процесса*

Показатель	Значение					
	$m(\varphi_{Ц}^3)$	$m(\varphi_{СМ}^3)$	$m(\tau_{Ц}^3)$	$m(\tau_{СМ}^3)$	$m(\eta_{Ц}^3)$	$m(\eta_{СМ}^3)$
Набор пачки	0,101	–	0,188	–	0,124	–
Формирование пачки	–	–	–	–	–	–
Трелевка пачки	0,024	–	0,114	–	0,022	–
Работа на складе	–	–	–	–	–	–
Технологический процесс	0,033	0,029	0,100	0,078	0,061	0,052

Цикловые затраты ресурсов используются на экологическое обеспечение следующим образом: путь на 3,3 %, время на 10,0 % и энергия на 6,1 %. В то же время, эти затраты в балансах затрат смены составляют соответственно 2,9 %, 7,8 % и 5,2 %. Значительные затраты времени и энергии вызваны особенностью выполнения операций подтаскивания хлыстов из глубины пасеки с помощью тросочокерной оснастки.

В целом затраты ресурсов на выполнение экологических требований к технологическому процессу можно охарактеризовать значениями следующих показате-

лей: путеемкостью – 22,7 м/м<sup>3</sup>, временемкостью – 1,9 мин/м<sup>3</sup> и энергоемкостью – 0,65 кВт ч/м<sup>3</sup>.

Одновременно были проведены наблюдения по оценке сохранения остающихся древостоев при проходных рубках ухода, выполняемых трелевочным агрегатом.

Наблюдения проводились непосредственно при выполнении производственной программы в характерных лесорастительных условиях среднетаежной зоны Северо-запада. Для этого были выделены делянки, характеристика которых приведена в таблице 3.

Таблица 3

*Характеристика делянок для проведения наблюдений*

Показатель	Делянка			
	1	2	3	4
Лесхоз	Сиверский (Ленинградская область)		Велико-Устюгский (Вологодская область)	
Площадь, га	2,9	2,6	3,8	4,4
	Насаждение			
Состав	4Б2Е2С 2Ос	3Б3ЕС1Ос	4ЕЗБ1С1 Ос	3С3ЕЗБОс
Возраст, лет	50	60	70	50
Высота, м	20	21	23	17
Диаметр, см	19	20	22	18
Запас, м <sup>3</sup> /га	270	285	305	230
	Подрост			
Состав	10Е			
Возраст, лет	15	20	30	20
Высота, м	1,5	2,0	3,0	1,5
Количество, шт./га	1000	2500	4000	4000
	Проектируемое насаждение			
Состав	4ЕЗБ2С	5ЕЗС2Б	6ЕЗС2Б	4С4Е2Б+Ос

Сумму вероятностей состояния деревьев в насаждении  $P(D)$  можно представить следующими уравнениями:

$$P(D) = P(D_{БП}) + P(D_{П}) = 1, \quad (1)$$

$$P(D) = P(D_{БП}) + P(D_{БР}) + P(D_{Р}) = 1, \quad (2)$$

$$P(D) = P(D_{БП}) + P(D_{Р}) + P(D_{БР1}) + P(D_{БР2}) + P(D_{БР3}) = 1, \quad (3)$$

$$P(D) = P(D_{БП}) + P(D_{БР}) + P(D_{Р1}) + P(D_{Р2}) + P(D_{Р3}) = 1. \quad (4)$$

Здесь  $P(D_{БП})$  – вероятность сохранения деревьев без повреждений;  $P(D_{П})$  – сумма вероятностей отдельных видов повреждений деревьев;  $P(D_{БР})$  и  $P(D_{Р})$  – сумма вероятностей повреждений деревьев по категориям их хозяйственно-биологических признаков, соответственно, без разрушенной и с разрушенной древесиной;  $P(D_{БР1})$ ,  $P(D_{БР2})$  и  $P(D_{БР3})$  – вероятность поврежденных деревьев без разрушенной древесины, соответственно, перспективных, лучших без учета перспективных и вспомогательных деревьев;  $P(D_{Р1})$ ,  $P(D_{Р2})$  и  $P(D_{Р3})$  – вероятность поврежденных деревьев с разрушенной древесиной, соответственно, перспективных, лучших без учета перспективных и вспомогательных деревьев.

В таблице 4 с применением приведенных уравнений представлена развернутая картина вероятности сохранения и повреждаемости деревьев. Вероятность повреждаемости деревьев при выполнении ПРУ трелевочным МТА в период замедленного сокодвижения (ЗСД) на участках 1 и 2 соответственно составляет 0,0303 и 0,0278, то есть практически не превышает 3,0%. Это в полной мере отвечает требованиям сохране-

ния остающегося древостоя [1]. Заметная вероятность появления поврежденных деревьев отмечается при выполнении работ во время активного сокодвижения (АСД). На участке 3 она составила 0,0477, а на участке 4 – 0,0664. Полученные данные в 1,6...2,2 раза превысили нормативные требования, что указывает на нецелесообразность проведения ПРУ в данный вегетативный период развития насаждений.

Максимальная вероятность встречи поврежденных деревьев с неразрушенной и разрушенной древесиной соответственно составляет: в условиях ЗСД – 0,0234 и 0,0069 и в условиях АСД – 0,0513 и 0,0150. Значения оценочных характеристик во вторых условиях в 2,2 и 2,3 раза выше. В целом, вероятность встречи поврежденных деревьев с разрушенной древесиной в 3,4...4,1 раза ниже, чем без разрушений.

Анализируя качественную сторону всей совокупности рассматриваемых повреждений, следует отметить, что в большинстве случаев повреждалась только кора (75...85%). Повреждения с разрушением древесины деревьев в условиях замедленного и активного сокодвижения соответственно составляют на массив из 1000 деревьев: 0...1 и 1...2 перспективных, 2...3 и 3...5 лучших без учета перспективных, 2...3 и 5...7 вспомогательных. В целом же, общее количество деревьев с разрушенной древесиной при ПРУ в первых условиях составляет 4...7 и во вторых – 9...14.

Таблица 4

*Распределение вероятностей поврежденных деревьев, оставляемых на доращивание, по отдельным видам повреждений и по категориям их хозяйственно-биологических признаков*

Показатель	Значение			
	участок 1	участок 2	участок 3	участок 4
<i>Вероятность неповрежденных и поврежденных деревьев согласно уравнению (1)</i>				
$P(D_{БП})$	0,9697	0,9722	0,9523	0,9336
$P(D_{П})$	0,0303	0,0278	0,0477	0,0664
<i>Вероятность неповрежденных и поврежденных деревьев с неразрушенной и разрушенной древесиной согласно уравнению (2)</i>				
$P(D_{БП})$	0,9697	0,9722	0,9523	0,9336
$P(D_{БР})$	0,0234	0,0222	0,0384	0,0513
$P(D_{Р})$	0,0069	0,0056	0,0093	0,0150
<i>Вероятность неповрежденных и поврежденных деревьев с неразрушенной древесиной, соответственно, перспективных, лучших без учета перспективных и вспомогательных согласно уравнению (3)</i>				
$P(D_{БП})$	0,9697	0,9722	0,9523	0,9336
$P(D_{Р})$	0,0069	0,0056	0,0093	0,0150
$P(D_{БР1})$	0,0056	0,0044	0,0073	0,0075
$P(D_{БР2})$	0,0089	0,0100	0,0093	0,0150
$P(D_{БР3})$	0,0089	0,0078	0,0218	0,0288
<i>Вероятность неповрежденных и поврежденных деревьев с разрушенной древесиной, соответственно, перспективных, лучших без учета перспективных и вспомогательных деревьев согласно уравнению (4)</i>				
$P(D_{БП})$	0,9697	0,9722	0,9523	0,9336
$P(D_{БР})$	0,0234	0,0222	0,0384	0,0513
$P(D_{Р1})$	0,0011	0,0	0,0010	0,0025
$P(D_{Р2})$	0,0023	0,0034	0,0031	0,0052
$P(D_{Р3})$	0,0033	0,0022	0,0052	0,0075

Наиболее объективно эколого-лесоводственные результаты рубок ухода отражают коэффициенты сохранения подроста  $K_{СП}$ , повреждаемости деревьев  $K_{ПД}$  и выборки древесины  $K_{ВД}$ , которые регламентированы наставлениями [1]. Проведенные расчеты показывают, что работа агрегата МТЗ-82+лебедка характеризуется следующими значениями:  $K_M=0,966$ ,  $K_{СП}=0,891/0,905$  (лето/зима),  $K_{ПД}=0,971/0,979$ ,  $K_{ВД}=0,264/0,273$ . Полученные значения показателей отвечают регламентам наставления.

#### **Выводы.**

1. Одним из основных видов негативных воздействий на лесную среду в процессе трелевки древесины, кроме путеемкости, является агрессивное воздействие на стволы деревьев, подрост, живой почвенный покров и почву в процессе подтаскивания хлыстов лебедкой к волоку. Необходимо сводить к минимуму протяженность данной технологической операции.

2. Заметная вероятность появления поврежденных деревьев отмечается при выполнении трелевки

во время активного сокодвижения. Это указывает на нецелесообразность проведения ПРУ в данный вегетативный период развития древостоев.

3. Для исследования сохранения лесной среды в процессе трелевки разработаны диаграммы распределения вероятностей затрат ресурсов технологического процесса трелевки, его основной и экологической частей, а также затрат ресурсов экологического обеспечения по режимам работы трелевочного агрегата с приведением конкретных показателей. В целом затраты ресурсов на выполнение экологических требований к технологическому процессу можно охарактеризовать значениями следующих показателей: путеемкость –  $22,7 \text{ м}^3$ , времяемкость –  $1,9 \text{ мин}^3$  и энергоемкость –  $0,65 \text{ кВт}^3$

4. Полученные данные могут служить исходными материалами для проектирования технологического процесса ПРУ и использования технических средств для решения задачи поддержания необходимого экологического состояния лесосеки и сохранения ресурсов.

#### *Литература*

1. Наставления по рубкам ухода в равнинных лесах европейской части России / ФСЛХ. М.: ВНИИЦлесресурс, 1994. 190 с.

#### *References*

1. Directions on the improvement cuttings in plain forests of European Russia. M.: VNIITslesresurs, 1994. 190 s.