

DOI: 10.12737/article_59c2167503c2a2.81927749

УДК 630*308, 630*311

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛЕСОЗАГОТОВОК И СТЕПЕНЬ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ

Аспирант **И.А. Гарус**¹

Старший преподаватель **Янь Шуфан**²

1 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Братский государственный университет», г. Братск, Россия

2 – Маньчжурский институт университета Внутренней Монголии, г. Маньчжурия, КНР

Для оптимизации технологического процесса при выборочных рубках необходимо знать основные показатели и факторы, оказывающие на него наибольшее влияние. Выборочные рубки характеризуются периодическим изъятием из насаждений части деревьев определенного возраста, размеров, качества или состояния. Одна из основных задач рационального обоснования технологического процесса разработки лесосек заключается в нахождении и сочетании управляемых факторов, при которых показатели эффективности были бы экстремальными. Наиболее подходящий вариант технологического освоения лесосеки предполагает оптимальную степень интенсивности рубки, планировки лесосеки, количества погрузочных пунктов, производительности лесозаготовительных машин. Данная задача технологического освоения лесосеки решается с учетом влияния лесозаготовительной техники и технологии на лесную среду. От применяемых систем машин на лесосечных работах зависит состояние древостоя, оставленного на доращивание после проведения выборочных рубок. При разработке лесосек наиболее важным фактором является степень интенсивности рубки. От способа рубки при разработке лесосеки будет зависеть качество выполненных лесосечных работ с точки зрения воздействия на природную среду: почвенный покров, оставленная часть древостоя, подрост.

Ключевые слова: малонарушенные лесные территории, технологические и природные факторы, лесоэксплуатация, технологии лесозаготовок, экологические требования.

THE EFFICIENCY OF THE PROCESS OF TIMBER HARVESTING AND IMPACT OF TECHNOLOGICAL AND NATURAL FACTORS

Post-graduate student **I.A. Garus**¹

Senior lecturer **Yan Shufang**²

1 – FSBEI HE «Bratsk State University», Bratsk, Russian Federation

2 – Manzhouli Institute of Inner Mongolia University, Manzhouli, China

Abstract

When implementing the technological process in the forest for logging operations, various factors influence, as well as taxation indicators such as (average diameter, height of the stand, reserve per hectare, availability of growth, completeness, etc.), natural climatic factors (Soil type carrying capacity of soils, depth of snow cover, etc.), degree of operator training, etc. One of the main tasks of rational justification of the technological process of cutting areas development is to find and combine controlled factors, at which performance indicators would be extreme. The most suitable variant of the technological development of the cutting area assumes what should be the intensity of logging, the layout of the cutting area, the number of loading points, and the productivity of harvesting machines. This task will be solved taking into account the influence of logging equipment and technology on the forest environment. The state of the stand left for growing after selective felling and its further development depends on the machine systems used in logging operations. The most important factor in the development of felling areas is the degree of intensity of felling. Since the quality of logging operations will depend on the method of cutting in the development of the cutting area (from the point of view of the impact on the natural environment, the soil cover, the left part of the stand, the adolescent).

Keywords: low-disturbed forest areas, technological and environmental factors, timber exploitation, harvesting technology, environmental requirements.

Введение. При осуществлении технологического процесса в лесу на выполнение лесозаготовительных операций влияют различные факторы, а также таксационные показатели, такие как средний диаметр, высота древостоя, запас на 1 га, наличие подроста, полнота древостоя; природно-климатические факторы – тип почв, несущая способность грунтов, глубина снежного покрова, степень подготовки оператора [1, 2, 4]. В данных условиях исследуемая система сложна, и ее изучение путем прямого экспериментирования или аналитического решения затруднено, но в данном случае можно проследить поведение отдельных элементов системы. Исходя из вышеизложенного, наиболее подходит метод имитационного моделирования. Имитационное моделирование включает:

- описание поведения системы;
- построение теорий и гипотез, которые могут объяснить наблюдаемое поведение;
- использование этих теорий для предсказания будущего поведения системы.

При выполнении задач большого объема, которые включает ряд случайных величин, аналитический метод является наиболее сложным процессом и практически невозможным. Для этого подбираются экспериментальные условия лесозаготовительной техники и выполняются исследования ее работы с уточнением внешних факторов и оценки параметров [3, 5, 6].

При проведении эксперимента обычно применяют статистические методы анализа. В данном анализе применяют корреляционный метод и регрессионный. При проведении исследовательских работ выбраны участки, наиболее характерные в условиях Иркутской области. Грунтово-гидрологическая и почвенно-растительная характеристика районов должна максимально соответствовать условиям работы леспромхозов и предприятий Иркутской области. Для проведения экспериментального исследования было выбрано Братское лесничество. Исследования проводились в течение 2014-2016 годов. Проводимые эксперименты носили пассивный характер. Такого рода эксперименты

достаточны для определения параметров уравнения лесозаготовительного процесса [8, 9, 10, 12, 14].

Для выявления более точной достоверной информации о выполнении технологического процесса технологический цикл работы ЗСРУ трактора разделялся на следующие показатели:

- время набора пачки (t_1);
- время на передвижение с пачкой (t_2);
- время на разгрузку пачки (t_3);
- время на передвижение холостого хода трелевочного трактора (t_4).

Технологический цикл работы ВСПМ разделялся на следующие показатели:

- время наведения захватно-сучкорезно-раскряжевочного устройства;
- наведение захватно-сучкорезно-раскряжевочного устройства (ЗСРУ) на дерево (t_{11});
- время на спил дерева (t_{22});
- время на укладку и подтаскивание срубленного дерева (t_{33});
- время протаскивания дерева через ЗСРУ (t_{44});
- время движения на следующую стоянку (t_{55}).

Помимо этого, фиксировались:

- длина дерева (l);
- длина бессучковой зоны (J);
- диаметр с места спила ($d_{\text{осн}}$);
- расстояние между стоянками (S).

Технологический цикл работы сортиментоподборщика разбивался на следующие показатели:

- время на передвижение холостого хода (t_1);
- время рабочего хода (t_2);
- время на полную загрузку конников (t_3).

Результаты и анализ экспериментальных данных. На основании оценки значимости природных и технологических факторов выведено уравнение, описывающее производительность технологического процесса лесозаготовок при выборочных рубках в малонарушенных лесных территориях. Формула производительности имеет следующий вид (уравнение 1):

Характеристика пробных участков лесосек Иркутской области

№	Место проведения наблюдений	Интенсивность рубки по кол-ву, %	Техника	Породный состав	Тип леса, класс бонитета	Возраст древостоя, лет	Средний объем хлыста	Запас древесины на 1 га, м ³	Средняя высота древостоя, м	Полнота
1	Братское лесничество, Братская дача, выдел 38, квартал 48	35	БП+ТТВ М+ТТ; ВПМ+Т Т; ВТМ; ВТПМ	4С2Л3 Б1ОС	РТЗМ IV	150	0,34	220	19	0,8
2	Братское лесничество, Вихоревская дача, выдел 1, квартал 96	50	БП+БП+ БП+Ф Х+Ф; ХФ	4Л2С4 Б	РТ III	160	0,37	110	20	0,7
3	Братское лесничество, Кузнецовская дача, выдел 8, квартал 1	50	БП+БП+ БП+Ф Х+Ф	5Е1Л4 Б	РТ III	140	0,42	125	21	0,7
4	Братское лесничество, Левобережная дача, выдел 9, квартал 4	30	БП+БП+ БП+Ф Х+Ф	8С2Л	БРРТ III	190	0,44	240	23	0,7
5	Братское лесничество, Левобережная дача, выдел 18, квартал 4	40	Х+Ф	7Б2С1Б	РТЗМ III	130	0,62	280	19	0,7

$$\begin{aligned}
 m(T_{i\ddot{a}\ddot{a}}) = & \frac{S_{\varepsilon} \cdot n^{\ddot{a}\ddot{a}1}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{S_{\varepsilon} k_1^{\ddot{a}\ddot{a}1}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{Q_B^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{AI})} + \frac{Q_B^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{OO})} + \frac{Q_B^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{NI})} + \frac{Q_B^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{DI})} + \frac{Q_B^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{NDI})} + \frac{Q_B^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{AI, \ddot{a}\ddot{a}\ddot{n}})} \\
 & + \frac{Q_B^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^I)} + \frac{Q_B^I}{m\left(\frac{[T_{\ddot{a}\ddot{a}} - T_{ic}] \cdot 3600 \cdot V_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}1}}{t_1^I + t_2^I + t_3^I + t_4^I + t_5^I}\right)} + \frac{Q_B^I}{m\left(\frac{[T_{\ddot{a}\ddot{a}} - T_{ic}] \cdot 3600 \cdot M_n^I \cdot \varphi}{\left[\frac{I_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}}}{V_{px}} + \frac{I_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}}}{V_{\ddot{a}\ddot{a}}} + t_3^I + t_4^I\right]}\right)} + \frac{Q_B^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^A)} + \frac{S_{\ddot{a}\ddot{a}} \cdot n_{\ddot{a}\ddot{a}}^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{S_{\varepsilon} \cdot n_1^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}i})} \\
 & + \frac{S_{\varepsilon} \cdot n_1^I}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{S_{\varepsilon} \cdot n_{i\ddot{a}\ddot{a}}^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{i\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{Q_A^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{AI})} + \frac{Q_A^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{OO})} + \frac{Q_A^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{NI})} + \frac{Q_A^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{DI})} + \frac{Q_A^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{NDI})} + \\
 & \frac{Q_A^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{AI, \ddot{a}\ddot{a}\ddot{n}})} + \frac{Q_A^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^I)} + \frac{Q_B^{II}}{m\left(\frac{[T_{\ddot{a}\ddot{a}} - T_{ic}] \cdot 3600 \cdot V_{\ddot{a}\ddot{a}}^{II}}{t_1^{II} + t_2^{II} + t_3^{II} + t_4^{II} + t_5^{II}}\right)} + \frac{Q_B^{II}}{m\left(\frac{[T_{\ddot{a}\ddot{a}} - T_{ic}] \cdot 3600 \cdot M_n^{II} \cdot \varphi}{\left[\frac{I_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}}}{V_{px}} + \frac{I_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}}}{V_{\ddot{a}\ddot{a}}} + t_3^{II} + t_4^{II}\right]}\right)} \\
 & + \frac{Q_B^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^A)} + \frac{S_{\ddot{a}\ddot{a}} \cdot n_{\ddot{a}\ddot{a}}^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{S_{\varepsilon} \cdot k_I^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{S_{\varepsilon} \cdot k_I^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}i})} + \frac{S_{\varepsilon} \cdot k_I^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{S_{\varepsilon} \cdot k_I^{II}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{Q_A^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{AI})} + \frac{Q_A^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{BT})} + \\
 & \frac{Q_A^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{NI})} + \frac{Q_A^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{DI})} + \frac{Q_A^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{NDI})} + \frac{Q_A^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{AI, \ddot{a}\ddot{a}\ddot{n}})} + \frac{Q_A^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^I)} + \frac{Q_B^{III}}{m\left(\frac{[T_{\ddot{a}\ddot{a}} - T_{ic}] \cdot 3600 \cdot V_{\ddot{a}\ddot{a}}^{III}}{t_1^{III} + t_2^{III} + t_3^{III} + t_4^{III} + t_5^{III}}\right)} + \\
 & \frac{Q_B^{III}}{m\left(\frac{[T_{\ddot{a}\ddot{a}} - T_{ic}] \cdot 3600 \cdot M_n^{III} \cdot \varphi}{\left[\frac{I_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}}}{V_{px}} + \frac{I_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}}}{V_{\ddot{a}\ddot{a}}} + t_3^{III} + t_4^{III}\right]}\right)} + \frac{Q_B^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^A)} + \frac{S_{\ddot{a}\ddot{a}} \cdot n_{\ddot{a}\ddot{a}}^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{S_{\varepsilon} \cdot k_I^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}})} + \frac{S_{\varepsilon} \cdot k_I^{III}}{m(\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}}^{\ddot{a}\ddot{a}i})}
 \end{aligned} \tag{1}$$

где S_{ε} – площадь лесосеки, га
 $n^{y\delta I}, n^{y\delta II}, n^{y\delta III}$ – количество аварийных деревьев, которое нужно срубить перед проведением выборочных рубок I, II, III приема, шт. ;
 S_{nm} – площадь погрузочных пунктов, м²;
 $n_{nm}^I, n_{nm}^{II}, n_{nm}^{III}$ – количество погрузочных площадок в I, II, III-й прием выборочной рубки, шт. ;
 k_I^{od} – показатель, характеризующий степень интенсивности рубки при отводе деревьев в рубку;
 t_4 – время на разгрузку конников, с;
 $k_I^I, k_I^{II}, k_I^{III}$ – показатель, характеризующий степень интенсивности рубки при очистке лесосек, где запас древесины, вырубается в первый и последующие приемы будет
 $m(\Pi_{cm}^{BP}), m(\Pi_{cm}^{TT}), m(\Pi_{cm}^{CM}), m(\Pi_{cm}^{PM}), m(\Pi_{cm}^{cpM}),$
 $m(\Pi_{cm}^{BP}), m(\Pi_{cm}^{II}), m(\Pi_{cm}^B)$ – сменные производительность бензопилы на валке, трелевочного трак-

тора, сучкорезной машины, раскряжевочной машины, сучкорезно-раскряжевочной машины, бензопилы на раскряжевке, на погрузке, м³/см. ;
 $m(\Pi_{cm}^{od})$ – сменная производительность на уборке опасных деревьев, шт./см. ;
 $m(\Pi_{cm,p}^{cod}), m(\Pi_{cm,m}^{cod})$ – сменная производительность на очистке лесосек ручным и машинным способом, га/см $V_x^{cpI}, V_x^{cpII}, V_x^{cpIII}$ – средний объем вырубается сортиментов при проведении I, II, III-го приемов рубки, м³;
 $t_1^I, t_1^{II}, t_1^{III}$ – время наведения ЗСРУ на дерево при I, II, III приемах выборочных рубок, с;
 $t_2^I, t_2^{II}, t_2^{III}$ – время заготовки древесины ЗСРУ при I, II, III приемах рубок, с;
 $t_3^I, t_3^{II}, t_3^{III}$ – время укладки в горизонтальное положение дерева при проведении I, II, III-го приемов выборочных рубок, с;

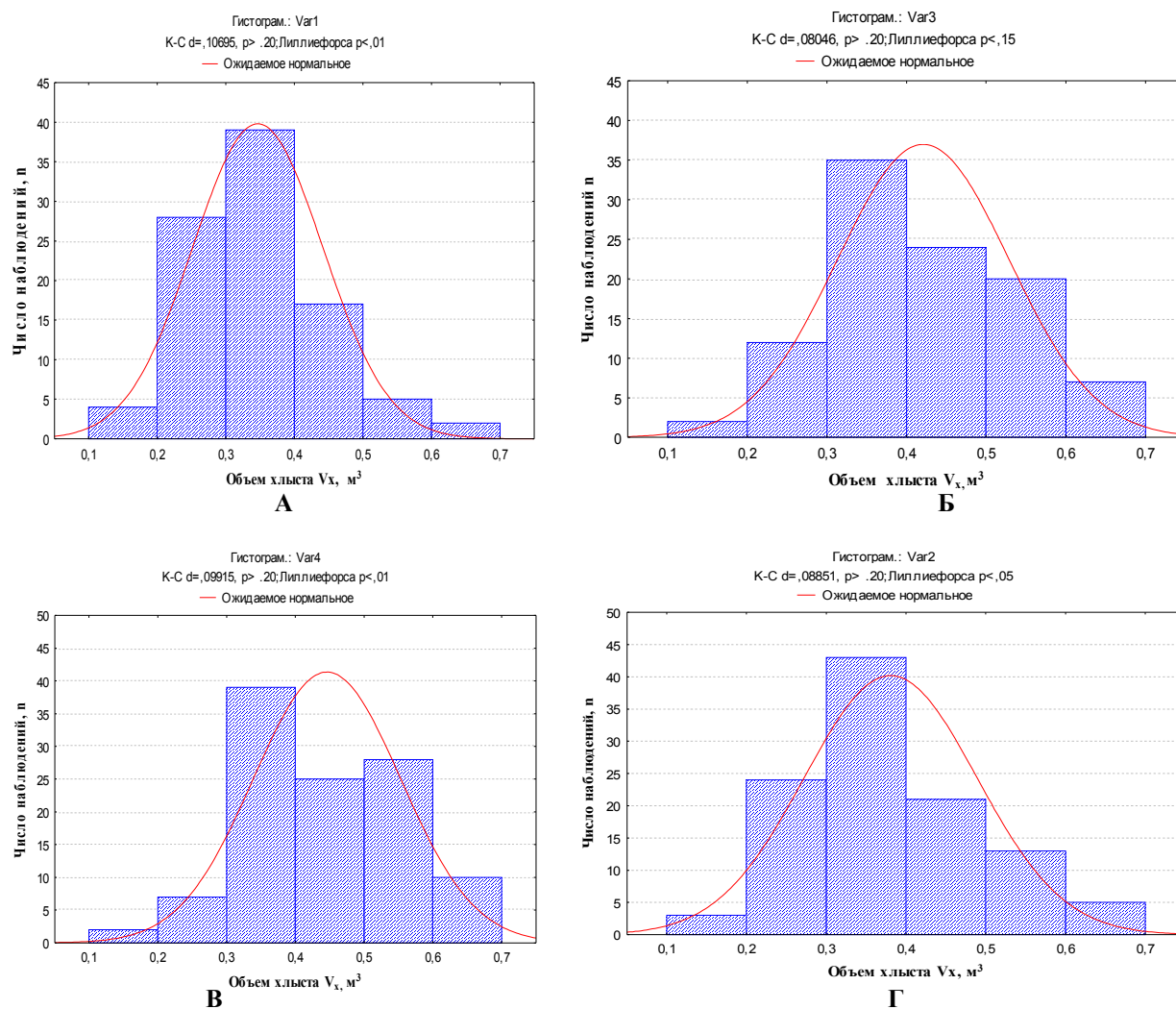


Рис. 1. Гистограммы с наложенными на них функциями плотности распределения объемов хлыстов: а) сосняк зеленомошный IV бонитет; б) сосняк разнотравный III бонитет 2; в) ельник бруснично-разнотравный III бонитет; г) ельник чернично-разнотравный III бонитет

$t_4^I, t_4^{II}, t_4^{III}$ – время протаскивания дерева через ЗСРУ, с;

$t_5^I, t_5^{II}, t_5^{III}$ – время на передвижение между стоянками ВСРМ при I, II, III приемах выборочных рубок, с;

$M_n^I, M_n^{II}, M_n^{III}$ – объемы трелюемых сортиментов при I, II, III приемах выборочных рубок, м³;

ϕ – показатель использования рабочего времени (0,8);

l_{cp}^{px}, l_{cp}^{xx} – среднее расстояние рабочего холостого хода СП, м;

V_{px}, V_{xx} – скорость СП в рабочем и холостом направлениях, м/с;

t_3 – общее время загрузки.

Для выполнения данного исследования учитывалось общее количество хлыстов (сортиментов) в пачке, средний размер (диаметр, длина).

Для учета скорости времени цикла лесозаготовительной техники в рабочем и холостом направлениях, закладывались пробные площади 50×50 метров, полученные данные переводились на 1 га.

Лесоинженерное дело

Таблица 2 Проверка на нормальное распределение по критерию Колмогорова-Смирнова

Пере- менные	1			2			3			4			5		
	$\sqrt{n} \cdot D$	t_k	Уро- вень знач- ти	$\sqrt{n} \cdot D$	t_k	Уро- вень знач- ти	$\sqrt{n} \cdot D$	t_k	Уро- вень знач- ти	$\sqrt{n} \cdot D$	t_k	Уро- вень знач- ти	$\sqrt{n} \cdot L$	t_k	Уро- вень знач- ти
ВСПМ															
Ср. объем хлыста, V_x	1,0424	1,3	0,23	0,9241	1,3	0,36	0,8046	1,3	0,54	1,0446	1,3	0,23	-	-	-
Время цикла обработ- ки одного дерева, T	0,871	1,3	0,43	0,978	1,3	0,29	0,897	1,3	0,4	0,806	1,3	0,53	-	-	-
Произво- дитель- ность, $П_ч$	0,8027	1,3	0,54	0,8404	1,3	0,48	0,9062	1,3	0,38	1,1231	1,3	0,16	-	-	-
Длина хлыста, L										0,8709	1,3	0,43	-	-	-
Длина сучковой зоны, l										0,9156	1,3	0,37	-	-	-
Сортиментоподборщик															
Скорость хол. хода, V_{xx}	0,7686	1,3	0,6	0,863	1,3	0,45	0,5843	1,3	0,88	0,7171	1,3	0,68			
Скорость раб. хода, V_{rx}	0,8668	1,3	0,44	0,5376	1,3	0,93	0,7909	1,3	0,56	0,9648	1,3	0,31			
Объем тр. пачки, M_n	0,5579	1,3	0,91	0,6797	1,3	0,74	0,7101	1,3	0,69	0,7834	1,3	0,57			
Время загр. коников, t	0,7491	1,3	0,63	1,0924	1,3	0,18	0,677	1,3	0,75	0,4327	1,3	0,99			
Время разгруз-	0,9591	1,3	0,32	0,5896	1,3	0,88	0,5005	1,3	0,96	0,5651	1,3	0,91			
Ср. время трелевки, t	0,6808	1,3	0,74	0,7833	1,3	0,57	1,0815	1,3	0,19	0,691	1,3	0,73			
Время цикла, T	0,6014	1,3	0,86	0,5203	1,3	0,95	0,546	1,3	0,93	0,8184	1,3	0,51			
Произво- дитель- ность, $П_ч$	0,858	1,3	0,45	0,514	1,3	0,95	0,650	1,3	0,79	0,793	1,3	0,55			
Гусеничный трелевочный трактор															
Время набора										-			0,616	1,3	0,84
Время на разгрузку,										-			0,701	1,3	0,71
Время цикла,										-			0,5742	1,3	0,89
Произво- дитель-										-			0,3366	1,3	1,0
Скорость хол. хода, V										-			0,7546	1,3	0,62
Скорость раб.хода										-			0,7016	1,3	0,71
Объем тр. пачки,										-			0,5696	1,3	0,9

Хронометражные наблюдения за лесозаготовительной техникой выполнялись секундомером. В выбранных районах с целью выявления действий выборочных рубок на последующее развитие лесонасаждений, процента поврежденных деревьев на лесосеке произведена таксация деревьев до и после рубки.

На всех пробных площадях технологические операции выполнялись многооперационными машинами для сортиментной заготовки. Ширина пасаки составила 20 метров, ширина волока – 4 метра. Перед проведением выборочной рубки маркировка и отбор деревьев не проводился.

Оператор лесозаготовительной техники самостоятельно определял спелые, перестойные, сухостойные деревья, предназначенные в рубку [15, 16, 19, 20].

На первой пробе в рубку отводились практически все породы. На пробных площадях № 2 и № 3 в рубку отводились преимущественно лиственные породы – осина, береза. На пробных площадях № 4 и № 5 проводилась рубка хвойных пород.

Измерительная таксация деревьев проводилась на пробных площадях размером 50×50 м с измерением ступени толщины с использованием мерной вилки. Высота деревьев измерялась у каждой ступени толщины с помощью высотомера Блюме – Лейсса. Полученные результаты перерасчетывались по общепринятым методикам и переводились на 1 га. Кроме этого, определялся характер поврежденности стволов оставшихся деревьев, а также выявлена общая площадь перерасчета (2). До проведения выборочных рубок и сразу после нее была проведена таксация площади.

$$D_n = \max |F_n \cdot (x) - F \cdot (x)| \quad (2)$$

равной максимальному значению модуля разности между эмпирической функцией распределения $F_n(x)$, построенной по данной выборке объема, и теоретической функцией распределения $F(x)$, как доказано А.Н. Колмогоровым, при неограниченном возрастании n случайная величина $\sqrt{n \cdot D_n}$ имеет следующий закон распределения:

$$P \left(\sqrt{n D_n} (t) \rightarrow k(t) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} (-1)^i e^{-2i^2 t^2}, t > 0 \right) \quad (3)$$

Исходя из вышесказанного, необходимо сделать вывод, что измеряемые показатели подчиняются закону нормального распределения, что не противоречит нашим предположениям и литературным источникам.

Выводы

Для проведения исследования были заложены пробные площади для анализа технологических и природных факторов. На основании оценки значимости природных и технологических факторов выведено уравнение, описывающее производительность технологического процесса лесозаготовок при выборочных рубках в малонарушенных лесных территориях. Статистический анализ и обработка данных выполнялась на ПК в универсальном пакете STATISTICA. Данные критерии показали, что измеряемые показатели подчиняются закону нормального распределения, что не противоречит нашим предположениям и литературным источникам.

Библиографический список

1. Гребенюк А.Л. Выделение лесов высокой природоохранной ценности в эксплуатационных лесах Среднего Приангарья. / Естественные и инженерные науки комплекса Иркутской области: Материалы межрегиональной научно-технической конференции. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2008. – 241 с.
2. Рунова Е.М., Гребенюк А.Л., Лесоводственные и экологические аспекты выделения лесов высокой природоохранной ценности в эксплуатационных лесах Приангарья. / Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 2 (28) с. 37-42.
3. Рунова Е.М., Ведерников И.Б., Гребенюк А.Л. Обоснование принципов выделения экологических коридоров в лесах Приангарья. / Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 11 (38) с. 83-87.

4. Гребенюк А.Л. Экологическое картографирование биологических ресурсов. // Труды Братского государственного университета: Сер. Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. в 2 т. – Братск: Изд-во БрГУ, 2011. – Т.1. – 125 с.
5. Рунова Е.М., Гребенюк А.Л., Воспроизводство лесов на базе критериев устойчивого лесопользования. / Актуальные проблемы лесного комплекса / Под ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Выпуск 15. – Брянск: БГИТА, 2006. – 134 с.
6. Гребенюк А.Л., Сухих А.Н. Методы выявления элементов биологического разнообразия и ключевых биотопов в эксплуатационных лесах Иркутской Области. / Перспективы развития лесного комплекса Иркутской области: Материалы международной научно-практической конференции. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2007. – 140 с.
7. Чжан С.А., Пузанова О.А., Гребенюк А.Л. Зонирование лесных экосистем, подверженных воздействию промышленных выбросов. / Системы. Методы. Технологии. – 2014. - №1(21) – с. 153-157
8. Гребенюк А.Л., Гарус И.А. Проблема доступности лесных ресурсов. / Актуальные проблемы лесного комплекса/ Под ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Выпуск 39. – Брянск: БГИТА, 2014. – 147 с.
9. Aksenov D., Dobrynin D., Dubinin M. et al. Atlas of Russia's Intact Forest Landscapes. Moscow: International Socio-Ecological Union; Washington DC: World Resources Institute, 2002. 186 p.
10. Olson D.M., Dinerstein E. 1998. The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions // Conservation Biology, #12, pp. 502–515.
11. Baillie J.E.M., Hilton-Taylor C. and Stuart S.N. (eds.). 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. Gland and Cambridge: IUCN, 2004. 217 p.
12. Perspectives on ecological networks. / Novicki P., Bennet G., Middleton D., Rientjes S., Walters R. (eds.). ECNC publications series on Man and Nature, vol.1 August 1996.
13. Miller D.H. The factor of scale: ecosystem, landscape mosaic, and region. // In: K.A.Hammond, G.Macinko, B.Fairchild (eds.) "Sourcebook on the Environment: A Guide to the Literature". Chicago, IL: University of Chicago Press, 1978. – Pp. 63-88.
14. <http://www.forest.ru>
15. <http://www.wwf.ru>
16. Jaeger J.A.G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. // Landscape Ecology, vol. 15, (2000). – Pp. 115-130.

References

1. Grebenyuk, A. L., the Allocation of forests of high environmental value in industrial forests of the middle Angara region. / Natural science and engineering complex of the Irkutsk region: proceedings of Megrah-tional scientific and technical conference. – Bratsk: GOU VPO "the Brest state University", 2008. – 241 p.
2. Grebenyuk, A. L., Runova E. M. Silvicultural and environmental aspects to identify forests of high environmental value in the exploitable forests of Irkutsk region. / Bulletin Of The Council. – 2009. –№ 2 (28) p. 37-42
3. Vedernikov I. B., Runova E. M., Grebenyuk A. L. Rationale for selection of environmental co-Sidorov in the forests of Irkutsk region. / Bulletin Of The Council. – 2009. – № 11 (38) p. 83-87.
4. Grebenyuk A. L. Ecological mapping of biological resources. // Proceedings of the Bratsk state University: Univ. Natural and engineers-engineering science – the development of the Siberian regions. in 2 V. – Khabarovsk: Publishing house of the Brest state University, 2011. – Т. 1. – 125 p.
5. Grebenyuk, A. L., Runova E. M. Reproduction of Le-owls on the basis of criteria of sustainable forest management. / Actual problems of forestry / edited by E. A. Pamfilova. Proceedings of the international scientific-technical conference. Issue 15. – Bryansk: BGITA, 2006. – 134 p.

6. Grebenyuk, A. L., A. N Dry. Methods of identifying elements of biodiversity and key habitats in the exploitable forests of the Irkutsk Area. / Prospects of development of the forest complex Irkut-tion region: materials of the international scientifically-practical conference. – Bratsk: GOU VPO "the Brest state University", 2007. – 140 p.

7. Jang, S. A., Puzanova O. A., Grebenyuk A. L. Sonero-tion of forest ecosystems exposed to industrial emissions. / Systems. Methods. Technologies. – 2014. - №1(21) – p. 153-157.

8. Grebenyuk, A. L., the allocation Settings environmental-ski significant commercial forest. Natural and engineering Sciences – development of regions of Siberia: materials of XII (XXXIV) all-Russian scientific-technical conference. – Khabarovsk: Publishing house of the Brest state University, 2013. – 191 p.

9. Grebenyuk, A. L., I. A. Garus the Problem of accessibility of forest resources. / Actual problems of forest com-Plex/ ed. by E. A. Pamfilova. Proceedings of the international scientific-technical conference. Edition 39. – Bryansk: BGITA, 2014. – 147 p.

10. Grebenyuk A. L. The development of ecological and lesovodstvo-tion of commercial forest activities on the basis of the priority target regional complexes. / AK-toiling problems of forestry/ Under the General editorship of E. A. Pamfilova. Proceedings of the international scientific-technical conference. Issue 31. – Bryansk: BGITA, 2012. – 215 p.

11. Grebenyuk, A. L. the Use of GIS technologies in the analysis of the forest Fund. // Proceedings of the Bratsk state University: Univ. Natural and engineer-ing science: 2Т. – Bratsk: Publishing house of the Brest state University, 2014. – vol. 1 – pp. 357-361.

12. Grebenyuk A. L. Socio-economic problems of implementation of voluntary forest certification in Eastern Siberia. / Actual problems of forestry / edited by E. A. Pamfilova. Collection-nick of scientific papers on the results of international scientific-technical conference. Issue 10. – Bryansk: BGI-TA, 2005. – p. 171-173

Сведения об авторах

Гарус Иван Александрович – аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Братский государственный университет», г. Братск, Российская Федерация, e-mail: ivan-garus@yandex.ru

Янь Шуфан – старший преподаватель, Маньчжурский институт университета Внутренней Монголии, г. Маньчжурия, КНР, e-mail: egg500500@mail.ru

Information about authors

Garus Ivan Aleksandrovich – Post-Graduate Student, Federal State Budgetary Educational Institution "Bratsk State University", Bratsk, Russian Federation, e-mail: ivan-garus@yandex.ru

Yan Shufang – Senior Lecturer, Manchu Institute of Inner Mongolia University, Manchuria, PRC, e-mail: egg500500 @ mail.ru