

УДК 630.31

DOI: 10.15350/2306-2827.2017.2.49

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ЛЕСНЫХ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БУДУЩИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

А. Ю. Ширнин, Ю. А. Ширнин

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: ShirninAU@volgatech.net

Разработана технологическая схема лебёточной трелёвки лесоматериалов на крутой берег с высоким расположением опорного блока. Описано техническое решение по возвращению к месту валки деревьев тягового каната с чокерами. Получена формула производительности и графики её зависимости от параметров машины и лесосеки.

Ключевые слова: трелёвка древесины; моделирование; дополнительная лебёдка.

Введение. При подготовке к затоплению лож водохранилищ ГЭС необходима их очистка от древостоев. Заготавливаемые при этом лесоматериалы могут доставляться потребителю как сухопутным [1 – 3], так и водным транспортом [4 – 6].

При доставке сухопутным транспортом лесоматериалы с прибрежной зоны необходимо поднимать на уровень расположения лесовозных дорог. В отличие от разработки горных лесных массивов, где осуществляется перемещение заготовленных лесоматериалов по наклонной траектории вниз, лесоматериалы с прибрежной зоны должны перемещаться по наклонной траектории вверх по крутым склонам.

В холмистой и горной местностях при уклонах свыше 15 % по требованиям охраны труда запрещено применение трелёвочных машин. В этой связи применение лебёточной трелёвки с высоким размещением опорного блока несущего каната представляется весьма целесообразным.

Цель работы – обосновать технологию разработки лесных прибрежных территорий будущих водохранилищ и методику расчёта производительности маши-

ны для комбинированной трелёвки лесоматериалов. **Задачи:** разработать технологическую схему лебёточной трелёвки лесоматериалов на крутой берег с высоким расположением опорного блока; описать техническое решение по возвращению к месту валки деревьев тягового каната с чокерами; составить информационно-логическую и математическую модели процесса; вывести формулу для определения производительности машины и построить графики её зависимости от условий работы.

Объекты и методы. Схема представлена на рис. 1. На прилегающей к берегу реки полосе, шириной, обеспечивающей освобождение от древостоя склона ложа до уровня затопления, с помощью бензопилы выполняется валка деревьев, а при необходимости и очистка деревьев от сучьев. Валка и обрезка сучьев должна вестись с опережением трелёвки для обеспечения безопасности труда. Машина для лебёточной трелёвки, состоящая из энергетического с манипулятором 1 и технологического, оборудованного лебёдкой 2 и устройством для установки опорного блока на заданную высоту [7–10], тяговым

© Ширнин А. Ю., Ширнин Ю. А., 2017.

Для цитирования: Ширнин А. Ю., Ширнин Ю. А. Технология разработки лесных прибрежных территорий будущих водохранилищ // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2017. № 2 (34). С. 49–57. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.2.49

канатом 3 с чокерами 4, устанавливается на рабочей позиции, например, у склона ложа будущего водохранилища [10], где выполнена валка деревьев. Чокеровщиком перемещается вниз по склону тяговой канат с чокерами и дополнительная лебёдка (весит 20 кг и переносится в рюкзаке) 5 до места

сбора пачки деревьев или хлыстов 8. На пасеке со сваленными деревьями или хлыстами к неподвижной опоре, например, к дереву 6 или пню, устанавливается дополнительная лебёдка, свободный конец каната 7, которой соединяется с тягивым канатом для подачи его с чокерами на пасеку.

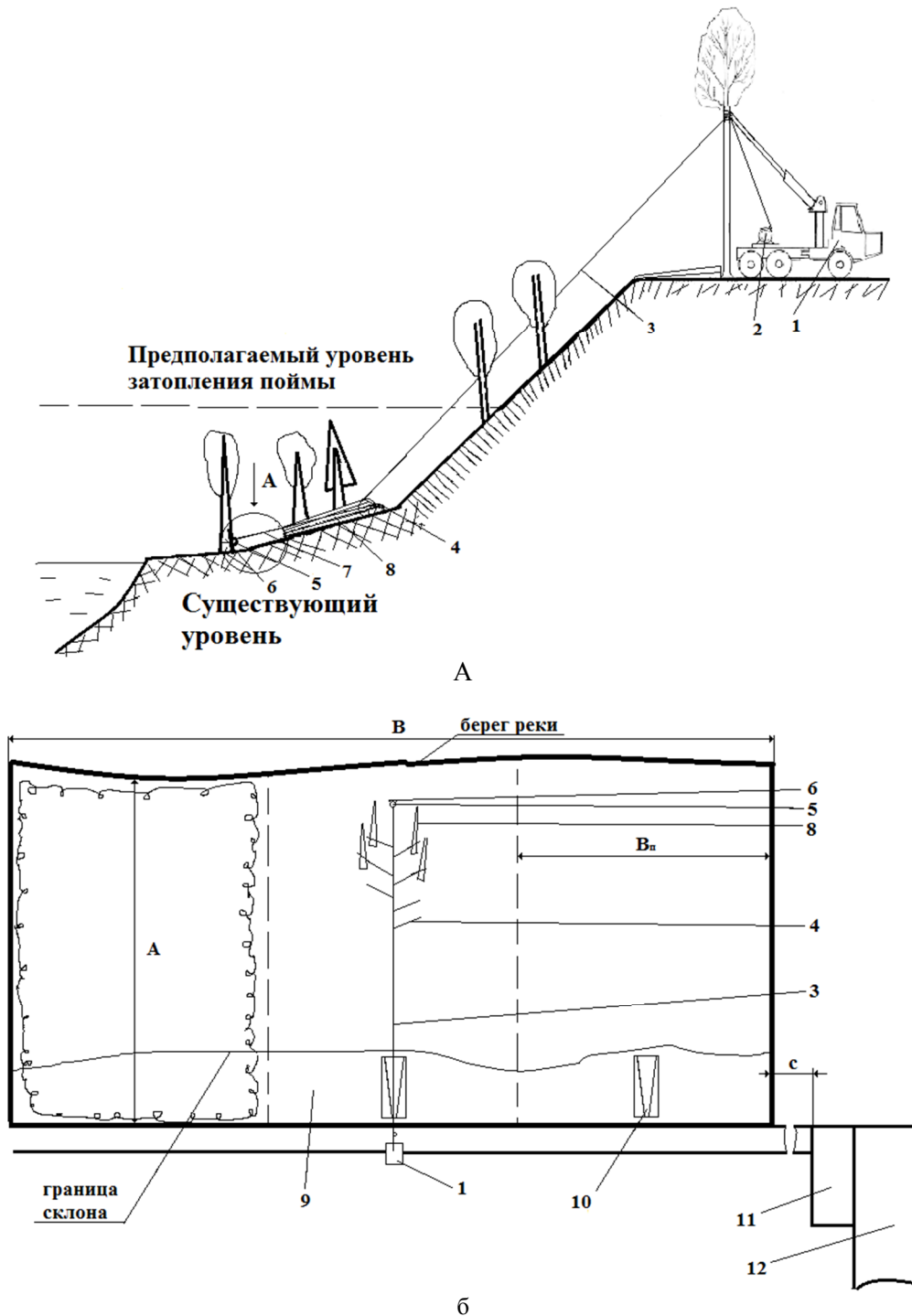


Рис. 1. Технологическая схема разработки ложа будущего водохранилища ГЭС:
 а – вид сбоку; б – вид R по схеме а

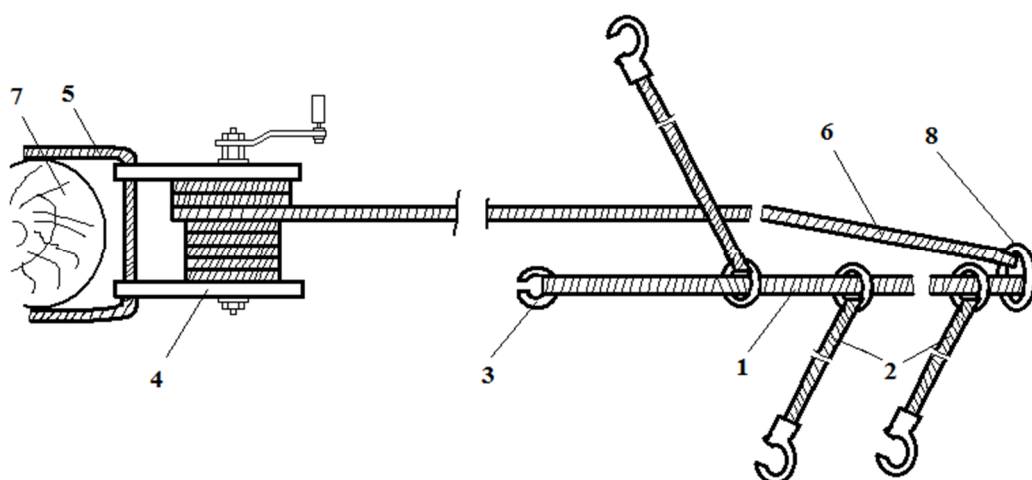


Рис. 2. Схема устройства для перемещения тягового каната

На рис. 2 показана схема устройства для подачи тягового каната к сваленным деревьям или хлыстам, включающая в себя тяговый канат 1 с чокерами 2 и стопорным полукольцом 3, дополнительную лебёдку 4 с обвязочным комплектом 5 и канатом 6, неподвижную опору 7, кольцо 8 каната дополнительной лебёдки.

Для работы с тягового каната снимаются стопорное полукольцо и чокеры. Лебёдка с обвязочным комплектом закрепляется к неподвижной опоре, а её канат подтягивается к грузовому канату. Затем нанизываются на тяговый канат кольца каната дополнительной лебёдки, кольца чокеров, устанавливается стопорное полукольцо. Чокеры подаются чокеровщиком к сваленным деревьям или хлыстам. После их зацепки включается тяговая лебёдка и сформированную таким образом пачку трелюют к месту разгрузки на вершине склона, где оператор осуществляет снятие чокеров.

После отцепки чокеров и растормаживания тяговой лебёдки машинистом подаётся сигнал чокеровщику, который приводит в действие дополнительную лебёдку вручную или включает привод (например, бензомотор), её канат натягивается и увлекает за собой чокера и тяговый канат. По достижению чокерами ме-

ста формирования очередной пачки деревьев или хлыстов прекращается подача тягового каната и осуществляется чокеровка следующей пачки. Далее процесс повторяется, при этом чокеровщику нет необходимости возвращаться (подниматься по склону) к месту формирования штабеля хлыстов или деревьев после каждой стрелёванной пачки.

После трелёвки всех хлыстов с пасеки вместе с последней пачкой перемещается к машине отцепленная от опоры дополнительная лебёдка. После отцепки всех чокеров хлысты размещаются в штабели 10, а машина перемещается на соседнюю пасеку. После разработки всех пасек на делянке 9 машина перемещается на мастерский участок 11, где происходит смена технологических модулей, например, прицепляется модуль с кониково-зажимным устройством [10] для трелёвки пачек хлыстов в полупогруженном положении к лесовозной дороге 12.

Моделирование процесса. В соответствии с методикой, изложенной в работе [8], выполнены последовательно информационно-логическое (рис. 3) и математическое (рис. 4) моделирование процесса трелёвки хлыстов при помощи машины с технологическим модулем, оборудованным лебёдкой.

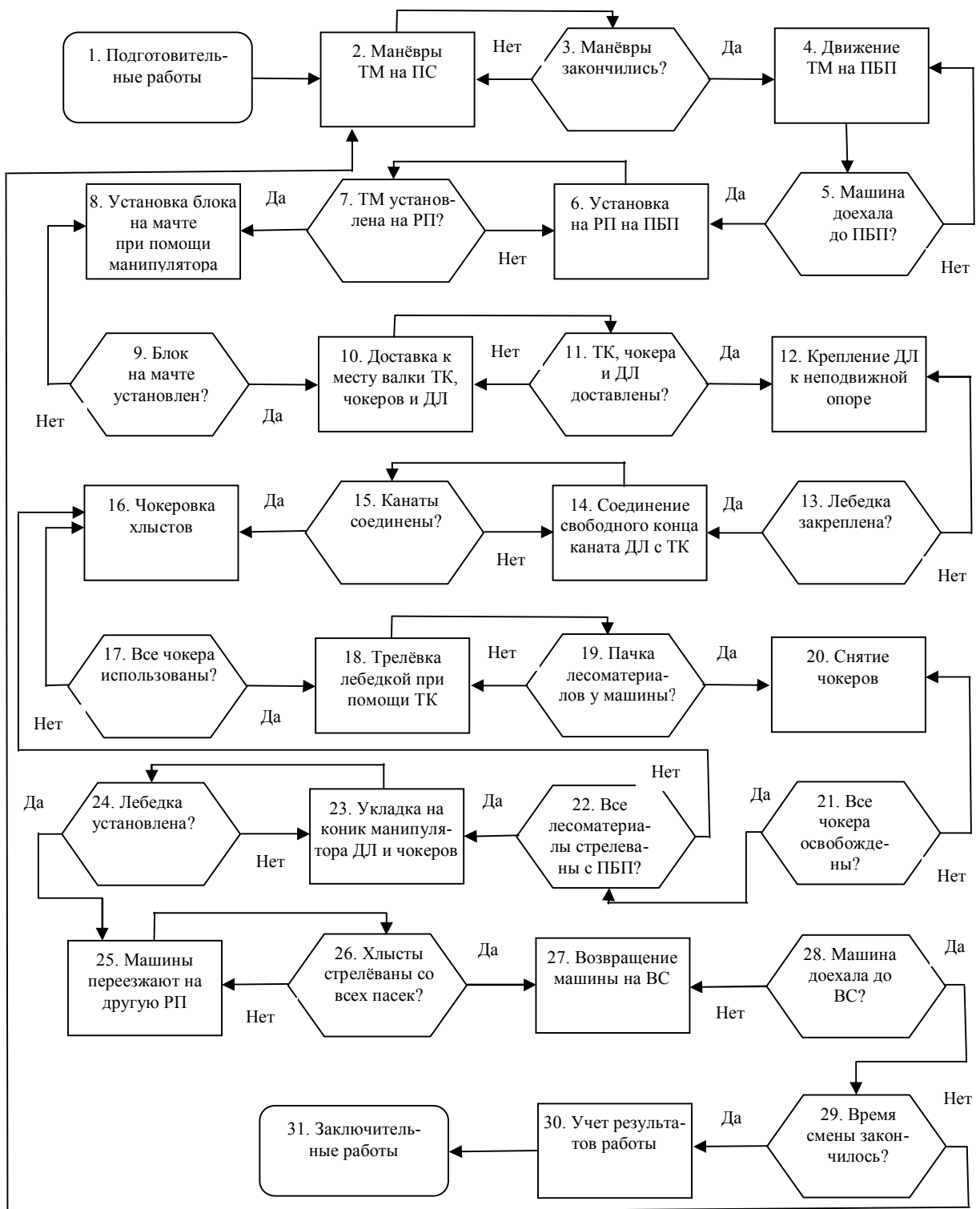


Рис. 3. Информационно-логическая модель трелёвки хлыстов при разработке ложа водохранилища:
 ТМ – трелёвочная машина; РП – рабочая позиция; ВС – верхний склад;
 ПС – промежуточный склад; ПБП – прибрежная пасака; УКОБ – устройство для крепления опорного
 блока; ГЗ – грейферный захват; ТК – тяговый канат;
 ДЛ – дополнительная лебёдка

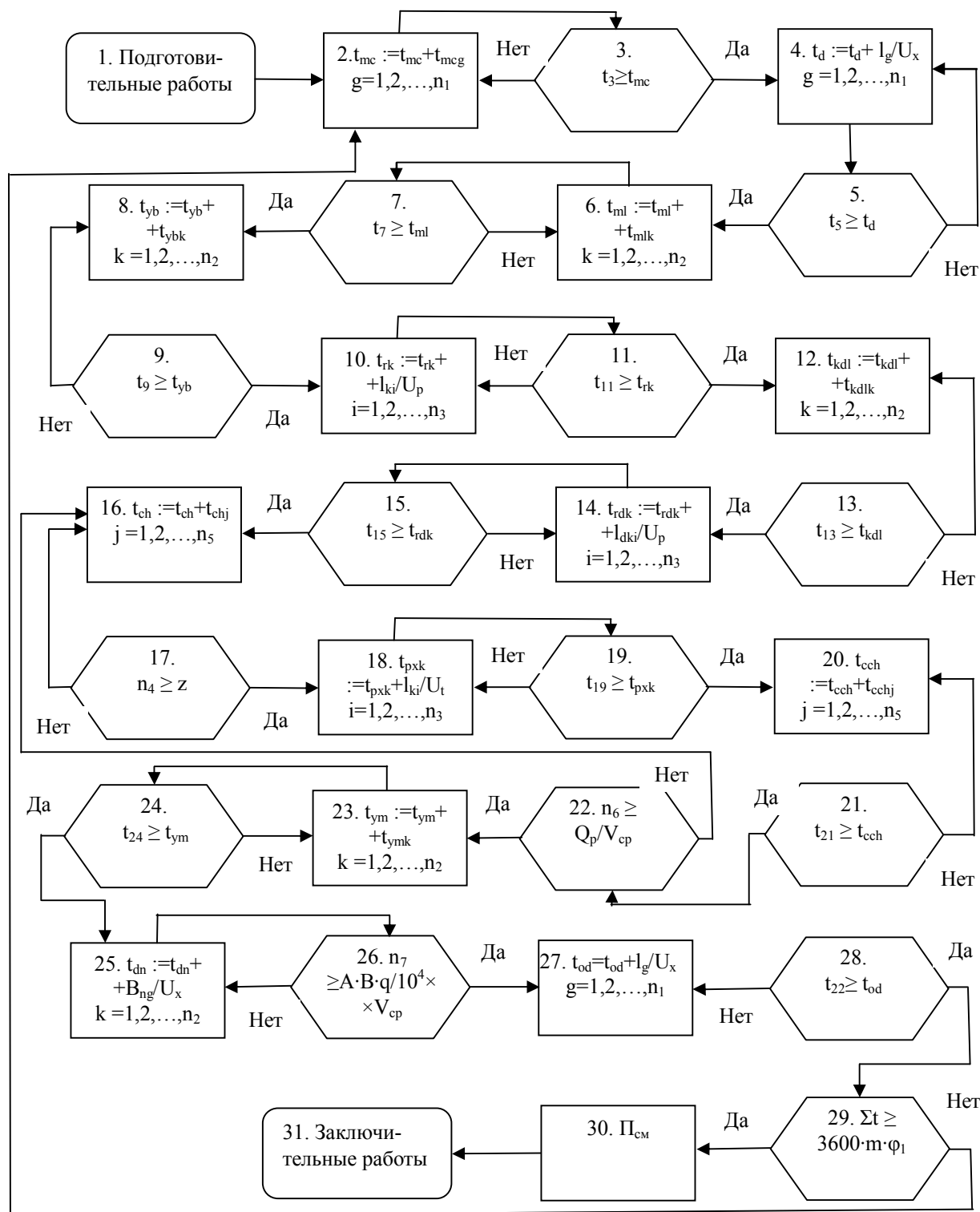


Рис. 4. Математическая модель трелёвки хлыстов при разработке ложа водохранилища

На основе информационно-логической модели разрабатывается блок-схема математической. Число блоков математической модели равно числу блоков информационно-логической модели. Для её создания выполняются дополнительные

символизации параметров: t_{mc} – время маневров на верхнем складе, с; t_d – время на движение машины на первую пасеку, с; t_{ml} – время маневров на лесосеки, с; t_{yb} – время на установку блока на мачте при помощи манипулятора, с; t_{rk} – время на

перемещения тягового каната и дополнительной лебёдки чокеровщиком к месту формирования пачки лесоматериалов, с; t_{rkd} – время на соединение каната дополнительной лебёдки с тяговым канатом с учётом снятия и установки на тяговый канат колец чокеров и стопорного полукольца, с; t_{ddl} – время на демонтаж дополнительной лебёдки, с; t_{ch} – время на чокеровку хлыстов, с; t_{pxk} – время на трелёвку при помощи каната, с; t_{cch} – время на снятия чокаров, с; t_{dn} – время на переезд на другую пасаку, с; t_{od} – время на возвращение машины на верхний склад, с; t_{ym} – время на укладку на коник манипулятора, дополнительной лебёдки и чокаров, с; U – средняя скорость трелёвочной машины, м/с; U_p – средняя скорость перемещения тягового каната с дополнительной лебёдкой к месту формирования пачек, м/с; U_t – средняя скорость перемещения трелюемой пачки тяговым канатом, м/с; U_{dl} – средняя скорость перемещения тягового каната к месту формирования пачек дополнительной лебёдкой, м/с; l – расстояние от верхнего склада до первой пасаки, м ($l = b/2 + c$, b – ширина пасаки, м; c – расстояние от верхнего склада до пасаки, м); l_k – средняя длина перемещения тягового каната с чокарами, м; $B_{п}$ – ширина пасаки, м; B – длина делянки, м; A – ширина делянки (протяжённость вдоль уса), м; V_{cp} – средний объём хлыста, м³; q – средний запас леса на 1 га, м³/га; n_1 – количество обработанных в течение смены делянок; n_2 – число пасаек, обработанных в течение смены; n_3 – количество пачек хлыстов, стрелёванных в течение смены; $n_4 = z$ – количество чокаров (при условии одним чокером чокаруется один хлыст); n_5 – количество хлыстов, стрелёванных в течение смены.

$$n_1 = \frac{\Pi_{cm}}{Q_d} = \frac{\Pi_{cm}}{M \cdot n_6}, \quad (1)$$

где Π_{cm} – сменная производительность машины, м³/см; Q_d – объём хлыстов, стрелёванных с одной делянки ($Q_d = \frac{A \cdot B \cdot q}{10^4}$), м³; M – объём пачки, трелюемой машиной

($M = V_{cp} \cdot z$), м³; n_6 – число стрелёванных пачек на одной делянке ($n_6 = \frac{A \cdot B \cdot q}{10^4 \cdot V_{cp} \cdot z}$).

$$n_2 = \frac{\Pi_{cm}}{Q_p} = \frac{\Pi_{cm}}{M \cdot n_7}, \quad (2)$$

где Q_p – объём хлыстов, стрелёванных с одной пасаки ($Q_p = \frac{A \cdot B_{п} \cdot q}{2 \cdot 10^4}$), м³; n_7 – число пачек, стрелёванных с одной пасаки ($n_7 = \frac{A \cdot B_{п} \cdot q}{2 \cdot 10^4 \cdot V_{cp} \cdot z}$).

$$n_3 = \frac{\Pi_{cm}}{z \cdot V_{cp}}, \quad (3)$$

$$n_4 = \frac{\Pi_{cm}}{V_{cp}}. \quad (4)$$

Время, затрачиваемое в течение смены на выполнение всех действий, суммируется и сравнивается в блоке 27 со временем смены ($3600 \cdot m \cdot \varphi_1$). Взаимосвязь затрата времени и количество стрелёванных пачек даёт возможность определить производительность машины. В момент окончания смены выражение (блок 27) можно записать в виде

$$n_1 \cdot \left(\frac{2 \cdot l}{U_x} + t_{mc} \right) + n_2 \cdot (t_{ml} + t_{yb} + t_{kdl} + t_{rkd} + t_{ym} + \frac{b}{U} + \frac{l_k}{U_p}) + n_3 \cdot \left(\frac{l_k}{U_{dl}} + \frac{l_k}{U_t} \right) + n_4 \times \\ \times (t_{ch} + t_{cch}) = 3600 \cdot m \cdot \varphi_1. \quad (5)$$

Подставим значение n_1 , n_2 , n_3 , n_4 с учётом n_6 , n_7 соответственно из формул (1), (2), (3), (4) в выражение (5), получим

$$\frac{\Pi_{cm}}{M} \cdot \frac{10^4 \cdot V_{cp} \cdot z}{A \cdot B \cdot q} \cdot \left(\frac{2 \cdot l}{U_x} + t_{mc} \right) + \frac{\Pi_{cm}}{M} \cdot \frac{2 \cdot 10^4 \cdot V_{cp} \cdot z}{A \cdot B_{п} \cdot q} \times \\ \times \left(t_{ml} + t_{yb} + t_{kdl} + t_{rkd} + t_{ym} + \frac{b}{U} + \frac{l_k}{U_p} \right) + \quad (6)$$

$$\frac{\Pi_{cm}}{M} \cdot \left(\frac{l_k}{U_p} + \frac{l_k}{U_t} \right) + \frac{\Pi_{cm} \cdot z}{M} \cdot (t_{ch} + t_{cch}) = 3600 \cdot m \cdot \varphi_1.$$

Решая уравнение (6) относительно Π_{cm} , находим выражение для определения производительности трелёвочной машины.

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot m \cdot M}{10^4 \cdot V_{\text{cp}} \cdot z \cdot \left(\frac{2 \cdot l}{U_x} + t_{\text{mc}} \right) + \frac{2 \cdot 10^4 \cdot V_{\text{cp}} \cdot z}{A \cdot B_{\text{п}} \cdot q} \cdot \left(t_{\text{ml}} + t_{\text{yb}} + t_{\text{kdl}} + t_{\text{rkd}} + t_{\text{ym}} + \frac{b}{U} + \frac{l_k}{U_p} \right) + \frac{l_k}{U_p} + \frac{l_k}{U_t} + z \cdot (t_{\text{ch}} + t_{\text{cch}})} \quad (7)$$

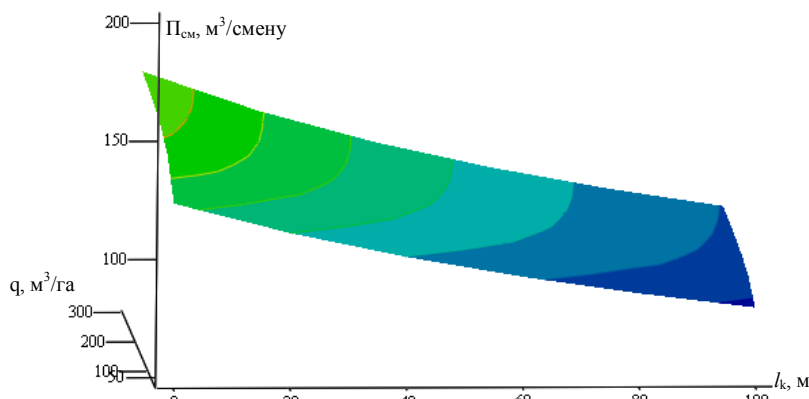


Рис. 5. График зависимости сменной производительности ($\Pi_{\text{см}}$) трелёвочной машины с модулем, оборудованным лебёдкой, в зависимости от средней длины лебёдочной трелёвки l_k (м) и среднего запаса леса на 1 га q ($\text{м}^3/\text{га}$) при $z = 8$

Зависимость сменной производительности трелёвочной машины от средней длины растаскивания каната и среднего объёма хлыста на пасеке при её работе по схеме рис. 1, рассчитанная по формуле (7), представлена на рис. 5. Расчёт выполнен при следующих исходных данных: $t_{\text{cch}} = 20$ с; $t_{\text{ch}} = 15$ с; $t_{\text{ml}} = 90$ с; $t_{\text{yb}} = 40$ с; $t_{\text{kdl}} = 50$ с; $t_{\text{rkd}} = 20$ с; $t_{\text{mc}} = 60$ с; $t_{\text{ym}} = 400$ с; $z = 8$; $U_t = 1,5$ м/с; $U_p = 0,5$ м/с; $U = 0,8$ м/с; $U_{\text{dl}} = 0,4$ м/с; $B_{\text{п}} = 40$ м; $q = 200$ $\text{м}^3/\text{га}$; $l = 150$ м; $l_{\text{dk}} = 20$ м; $V = 400$ м; $A = 120$ м; $\varphi_1 = 0,8$; $m = 8$ час.

Выводы

1. Применение машинной заготовки лесоматериалов в прибрежной зоне ограничено крутизной склона, поэтому в таких условиях целесообразно использование машин для комбинированной трелёвки.

2. Разработана технологическая схема

лебёдочной трелёвки лесоматериалов на крутой берег машиной для комбинированной трелёвки с высоким размещением опорного блока, где мачтой может служить дерево.

3. Существенным фактором снижения трудозатрат чокеровщика является предлагаемое техническое решение по доставке тягового каната при помощи дополнительной лебёдки к месту валки деревьев.

4. Последовательное информационно-логическое и математическое моделирование дало возможность вывода формулы производительности машины с учётом всех факторов, влияющих на технологический процесс.

5. Полученная математическая зависимость и график позволяют прогнозировать производительность трелёвочной машины и разработать рациональный режим работы технологических модулей.

Список литературы

1. Проблемы проектирования лесосводки и лесосоотстки лож водохранилищ ГЭС Сибири / В. П. Корпачев, А. И. Пережилин, А. А. Андрияс и др. // Лесной вестник. 2014. № 3 (52). С. 24 – 29.
2. Технология проведения работ по лесосводке лож водохранилищ, построенных на лесопокрываемых территориях / В. П. Корпачев, А. И. Пережилин, А. А. Андрияс и др. // Системы. Методы. Технологии. 2013. № 1 (17). С. 99 – 101.
3. Henning B. Sicheres Arbeiten mit dem Krananhänger // Landwirt. 2016. No 3. P. 78–80.

4. Иванов В. А., Вовченко Н. Д., Степанищева М. В. Теоретические исследования заготовки затопленных деревьев, стоящих на корню // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 9. С. 9 – 12.
5. Иванов В. А., Степанищева М. В., Шенновская О. Г. Совершенствование хлыстовой технологии лесозаготовок на территориях, затопляемых под водохранилища // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2009. № 42. С. 137 – 140.

6. Корпачев В. П., Пережилин А. И. Особенности проектирования подготовки под затопления ложа водохранилищ ГЭС Сибири // Природообустройство. 2008. № 3. С. 59 – 63.

7. Ширнин Ю. А., Ширнин А. Ю., Зверев И. В. Моделирование процесса заготовки пораженных пожаром деревьев бензопилой и технологическим модулем с лебедкой // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6; URL: www.science-education.ru/113-10927, свободный (дата обращения 08.11.2013).

8. Ширнин Ю. А., Ширнин А. Ю. Методика обоснования режимов работы технологических

модулей при комбинированной трелевке древесины // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2008. № 2. С. 51–59.

9. Ширнин Ю. А., Ширнин А. Ю. Комбинированная трелевка древесины со сменными технологическими модулями // ИВУЗ. Лесной журнал. 2010. № 2. С. 67–72.

10. Ширнин А. Ю., Галкина Е. И. Рациональное использование комбинированной трелевки лесоматериалов // Труды Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Технологическая. 2016. Вып. 4. С. 32–35.

Статья поступила в редакцию 21.11.16.

Информация об авторах

ШИРНИН Александр Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – технологии и машины на лесозаготовках. Автор 45 публикаций.

ШИРНИН Юрий Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой лесопромышленных и химических технологий, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – управление экологическими последствиями эксплуатации лесных ресурсов. Автор 307 публикаций.

UDC 630.31

DOI: 10.15350/2306-2827.2017.2.49

TECHNOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF FOREST COASTAL AREAS OF FUTURE RESERVOIRES

A. Yu. Shirnin, Yu. A. Shirnin

Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: ShirninAU@volgatech.net

Keywords: logging; simulation; additional winch.

ABSTRACT

Introduction. Unlike the development of mountain forests, where the harvested timber is transported along an inclined trajectory downwards, the timber from the coastal zone should move along an inclined trajectory up the steep slopes. In hilly and mountainous areas with slopes of more than 15% for the requirements of labor protection it is prohibited to use skidders. In this connection, the use of a scaffolding skidding with a high placement of the supporting block of the supporting rope seems to be very expedient. The **goal** of the research is to substantiate the technology for the development of forest coastal areas of future reservoirs and the methodology for calculating the productivity of the machine for combined timber logging. **Objectives:** to develop a technological scheme of winch skidding for timber on a steep bank with a high location of the support block; describe the technical solution for returning to the place of felling of traction rope trees with chokers; compile information-logical and mathematical models of the process; derive a formula to determine the performance of the machine and build a graph of its dependence on working conditions. **Objects and methods.** A scheme is proposed and the technology of development of forest coastal territories of future reservoirs is described. **Simulation process.** Information-logical and mathematical models are consistently executed. The formula of replaceable productivity is received. A graph of the change in productivity from the parameters of the cutting area is constructed. **Conclusion.** The technological scheme of winch skidding of timber on a steep bank by a machine for combined skidding with a high placement of the support block, where the tree can serve as a mast, was developed. An essential factor in reducing the choker's labor costs is the proposed technical solution for the delivery of a pulling rope with the help of an additional winch to the place where the trees are laid. Sequential information-logical and mathematical simulation made it possible to derive the formula for the productivity of the machine taking into account all the factors affecting the technological process. The obtained mathematical dependence and graph allow to predict the performance of the skidder and to develop a rational operating mode of the technological modules.

REFERENCES

1. Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A., et al. Problemy proektirovaniya lesosvodki i lesoochistki lozh vodokhranilishch GES Sibiri [Problems of Design of Clearance of Forest of Reservoir Floor of Hydropower Plants of Siberia]. *Lesnoy vestnik* [Forest News]. 2014. No 3(52). P. 24 – 29.
2. Korpachev V.P., Perezhilin A.I., Andriyas A.A., et al. Tekhnologiya provedeniya rabot po lesosvodke lozh vodokhranilishch, postroennykh na lesopokrytykh territoriyakh [Technology of Clearance of Reservoir Floor of Reservoirs, Constructed in Forests]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii*. [Systems. Methods. Technologies]. 2013. No 1 (17). P. 99 – 101.
3. Henning B. Sicheres Arbeiten mit dem Krananhänger. *Landwirt*. 2016. No 3. P. 78–80.
4. Ivanov V. A., Vovchenko N. D., Stepanishcheva M. V. Teoreticheskie issledovaniya zagotovki zatoplennykh derevev, stoyashchikh na kornu [Theoretical Studies of Standing Snags Logging]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Krasnoyarsk State Agrarian University]. 2015. No 9. P. 9 – 12.
5. Ivanov V. A., Stepanishcheva M. V., Shepovskaya O. G. Sovershenstvovanie khlystovoy tekhnologii lesozagotovok na territoriyakh, zataplivaemykh pod vodokhranilishcha [Improvement of Whiplash Technology of Logging at the Territories, Flooded for Storage Reservoirs]. *Aktualnye problemy lesnogo kompleksa* [Contemporary Problems of Forest Complex]. 2009. No 42. P. 137 – 140.
6. Korpachev V.P., Perezhilin A.I. Osobennosti proektirovaniya podgotovki pod zatopeniya lozha vodokhranilishch GES Sibiri [Peculiarities of Design to Flood a Reservoir Bed of Hydropower Plants of Siberia]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering]. 2008. No 3. P. 59 – 63.
7. Shirnin Yu. A., Shirnin A. Yu., Zverev I. V. Modelirovanie protsessa zagotovki porazhennykh pozharom derevev benzopiloy i tekhnologicheskim modulom s lebedkoy [Simulation of the Process of Felling of Burnt Trees with Gas Chainsaw and Process Module with Winch]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Contemporary Problems of Science and Education]. 2013. No 6; URL: www.science-education.ru/113-10927, (Reference date: 08.11.2013).
8. Shirnin Yu. A., Shirnin A. Yu. Metodika obosnovaniya rezhimov raboty tekhnologicheskikh moduley pri kombinirovannoy trelevke drevesiny [Methods to Ground the Performance Modes of Technological Modules When Combined Skid Logging]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. 2008. No 2. P. 51–59.
9. Shirnin Yu. A., Shirnin A. Yu. Kombinirovannaya trelevka drevesiny so smennymi tekhnologicheskimi moduliyami [Combined Skid Logging with Replaceable Process Modules]. *IVUZ Lesnoy zhurnal* [News of Higher Institutions. Forest Journal]. 2010. No 2. P. 67–72.
10. Shirnin A. Yu., Galkina E. I. Ratsionalnoe ispolzovanie kombinirovannoy trelevki lesomaterialov [Rational Use of Combined Skid Logging]. *Trudy Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: tekhnologicheskaya*. [Papers of Volga State University of Technology. Ser.: Technological]. 2016. No 4. P. 32–35.

The article was received 21.11.16.

For citation: Shirnin A. Yu., Shirnin Yu. A. Technology for the Development of Forest Coastal Areas of Future Reservoirs. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2017. No 2(34). Pp. 49–57. DOI: 10.15350/2306-2827.2017.2.49

Information about the authors

SHIRNIN Alexander Yurievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Chair of Safety of Living, Volga State University of Technology. Research interests – machines and technology of cutting operations. The author of 45 publications.

SHIRNIN Yuri Alexandrovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head at the Chair of Pulp and Paper and Chemical Technologies, Volga State University of Technology. Research interests – management of environmental consequences of use of forests. The author of 307 publications.