

УДК 630.31

DOI: 10.15350/2306-2827.2016.4.57

РАЗМЕЩЕНИЕ И ОЦЕНКА ПЛОЩАДИ ТРЕЛЁВОЧНЫХ ВОЛОКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГОРЕЛЬНИКОВ

Ю. А. Ширнин, А. Ю. Ширнин

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

Подобраны конкурирующие системы машин для обеспечения условий естественного возобновления сосны. Разработаны рациональные схемы заготовки древесины на обширных территориях. Произведено сравнение технологических схем и систем машин при проведении рубок в поражённых пожаром древостоях.

Ключевые слова: горельники; методы лесовосстановления; системы машин; технологии разработки горельников; лесной квартал; пасака.

Введение. Анализ исследований [1–4] показал, что для естественного возобновления сосны на поражённых пожаром территориях следует выполнить ряд условий: 1) при заготовке древесины в процессе обрезки сучьев после валки деревьев оставлять кроны с шишками на месте среза, равномерно распределяя их по территории вырубki; 2) если разработка горельников ведётся на второй год после пожара, то необходимо сохранять подрост сосны; 3) в суборях необходимо проведение ранних рубок ухода (5–7 лет) для выравнивания численности молодняков сосны, убирая листовые породы, для обеспечения сосне конкурентных способностей на первом этапе формирования молодняков.

Исходя из вышеизложенного, требуется при разработке горельников и при проведении рубок ухода за молодняком свести до минимума техногенное воздействие лесозаготовительных машин на почвенный покров поражённых пожаром вырубok.

Цель работы – обосновать системы лесосечных машин и оборудования и раз-

работать схемы размещения трелёвочных волоков на больших площадях для обеспечения естественного возобновления сосны на поражённых пожаром территориях.

Задачи: 1) подобрать конкурирующие системы машин для обеспечения условий естественного возобновления сосны; 2) разработать рациональные схемы заготовки древесины на обширных территориях; 3) провести оценку каждой системы машин; 4) описать операции технологических процессов заготовки древесины системами машин, отвечающие требованиям естественного возобновления сосны; 5) произвести сравнение технологических схем и систем машин при проведении рубок в поражённых пожаром древостоях.

Для решения поставленных задач предлагается ряд систем машин. В основу выбора систем машин и технологии заготовки древесины на поражённой пожаром территории положена комбинированная трелёвка лесоматериалов, включающая лебёдочную и тракторную трелёвку хлыстов, а также трелёвку сортиментов формерами.

© Ширнин Ю. А., Ширнин А. Ю., 2016.

Для цитирования: Ширнин Ю. А., Ширнин А. Ю. Размещение и оценка площади трелёвочных волоков при разработке горельников // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 4 (32). С. 57-63. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.4.57

Система машин № 1 состоит из бензопил (1 – для валки деревьев; 2 – для обрезки сучьев; 4 – для раскряжёвки хлыстов), из энергетического и технологического модулей. Машина оборудована лебёдкой для подтрелёвки хлыстов к магистральным волокам и грузовым отсеком (технологический модуль) для трелёвки сортиментов [5].

Система машин № 2 состоит из бензопил (1 – для валки деревьев; 2 – для обрезки сучьев; 4 – для раскряжёвки хлыстов), трелёвочного трактора с канатно-чокерным оборудованием (3 – «ТТР-401М-02» – для подтрелёвки хлыстов), форвардера (5 – МПТ-461.1 – для трелёвки сортиментов). В системах № 1 и № 2 раскряжёвка осуществляется на пасеке у магистрального волока.

Система машин № 3 состоит из бензопил (1 – для валки деревьев; 2 – для обрезки сучьев; 3 – для раскряжёвки хлыстов) и форвардера (4 – МПТ-461.1 – для

трелёвки сортиментов). В системе № 3 раскряжёвка осуществляется у пня.

При работе системы машин № 1 (рис. 1) в начале производится валка деревьев бензопилой на пасеках. При трелёвке вершинами вперёд валка деревьев начинается с конца пасеки, примыкающей к лесозвозной дороге или магистральному волоку. Направление валки – примыканием вершин к трассе растяжки собирающего каната 5. Затем бензопилой выполняется обрезка сучьев и равномерное распределение их (позиция 8) по территории пасеки. Это позволяет обеспечить дальнейшее равномерное по площади естественное возобновление сосны. Валка и обрезка сучьев должна вестись с опережением трелёвки для обеспечения охраны труда. После валки и обрезки сучьев зачокерованные чокерами 6 хлысты 7 трелюются с помощью лебёдки к магистральному волоку 1 (первый этап трелёвки). Далее следует раскряжёвка хлыстов и укладка сортиментов в штабеля 3.

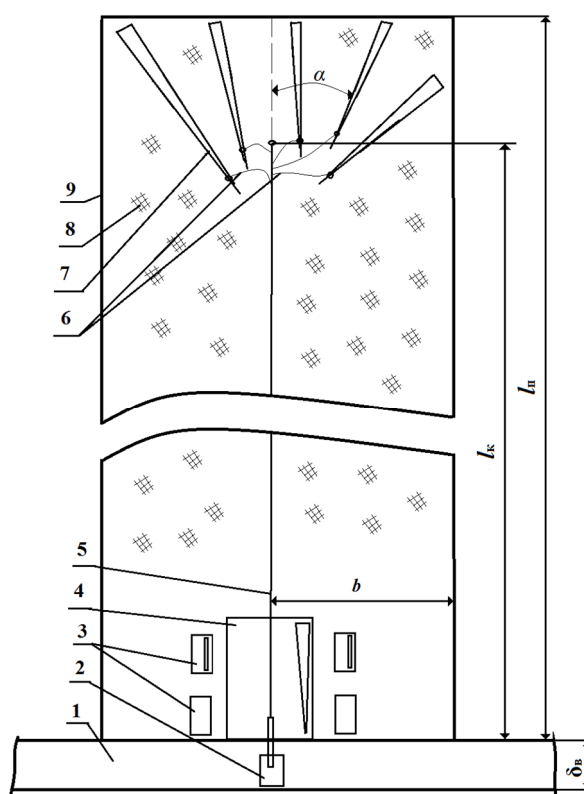


Рис. 1. Схема разработки пасек:

1 – магистральный волок; 2 – машина для комбинированной трелёвки; 3 – штабель сортиментов; 4 – штабель хлыстов; 5 – грузовый канат; 6 – чокера; 7 – хлыст; 8 – сучья; 9 – граница пасеки

За это время в соответствии с технологическим процессом хлысты раскряжёвываются бензомоторными пилами. После раскряжёвки подтрелёванных хлыстов с пазов, примыкающих к магистральному волоку, машина для комбинированной трелёвки осуществляет погрузку сортиментов грейферным захватом в грузовой отсек технологического модуля и трелёвку их на верхний склад или лесопогрузочный пункт (второй этап трелёвки), расположенный у лесовозной дороги.

Разработка пазов системой машин № 2 отличается тем, что после валки деревьев и обрезки сучьев бензопилой трелёвочный трактор заезжает на пазу, образуя пазучный волок. После чокировки хлысты трелюются к магистральному волоку, где происходит их раскряжёвка. Трелёвка сортиментов по магистральному волоку осуществляется форвардером.

В системе машин № 3 раскряжёвка хлыстов осуществляется одновременно с валкой и обрезкой сучьев у пня. Одностадийная трелёвка сортиментов к лесовозной дороге осуществляется форвардером с заездом его на пазу по пазучному волоку для сбора и погрузки сортиментов.

Планировка территории кварталов, поражённых пожаром (рис. 2). Площади пожаров чаще всего охватывают множество кварталов. Исходя из этого, следует по-другому планировать подготовительные и основные работы. В основу проектирования лесосечных работ должно быть положено тяготение разрабатываемых площадей к проезжим квартальным просекам и к существующим трассам дорог, пригодным для вывозки лесоматериалов. В этой связи следует тщательно подходить к размещению первичной транспортной сети кварталов. С одной стороны, необходимо охватить сетью волоков всю территорию квартала, а с другой – стремиться обеспечить минимальное среднее расстояние трелёвки, минимальную площадь трелёвочных волоков, учитывая последующее естественное возобновление. Возможные схемы планировки кварталов представлены на рис. 2.

Планировка квартала может осуществляться разными способами в зависимости от того, сколько ограничивающих квартал просек пригодно для вывозки древесины. На рис. 2, а – квартал с одной дорогой; 2, б – квартал с двумя дорогами.

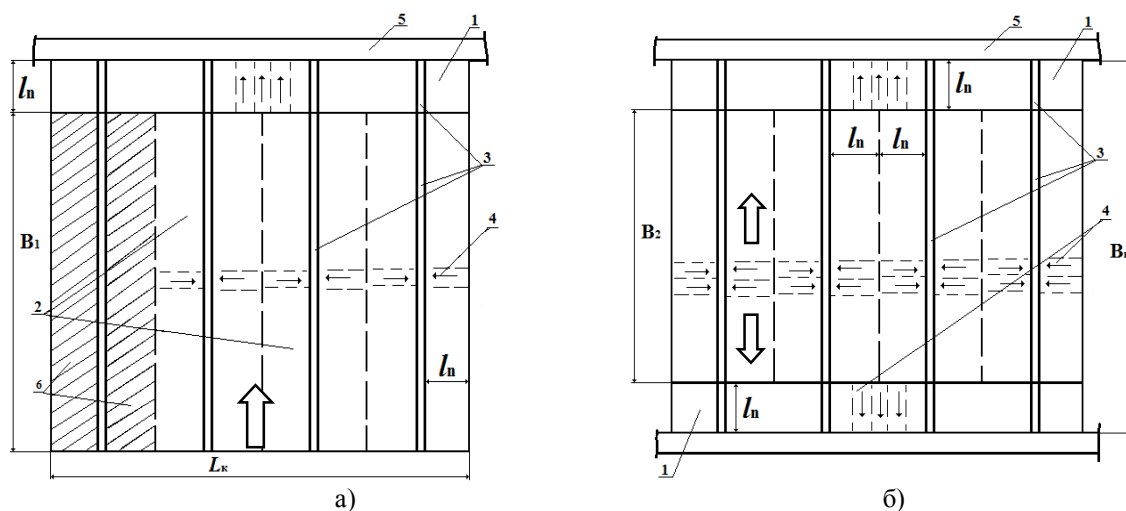


Рис. 2. Схемы планировки кварталов: а – одна просека пригодна для вывозки; б – две просеки, пригодные для вывозки; 1 – зона, примыкающая к лесовозной дороге; 2 – зона, отдалённая от лесовозной дороге, на которой предлагается комбинированная трелёвка; 3 – магистральный волок; 4 – пазуки; 5 – лесовозная дорога или просека, приспособленная для вывозки лесоматериалов; б – площадь участка леса, тяготеющая к магистральному волоку (ТМВ); \uparrow – направление канатной трелёвки (первый этап); \rightleftarrows – направление трелёвки сортиментов (второй этап)

Порядок разработки поражённых пожаром лесных кварталов следующий:

1) определение лесных дорог, квартальных просек, пригодных для вывозки древесины (в процессе подготовительных работ);

2) планировка территории кварталов: размещение погрузочных пунктов; магистральных волоков; зон, прилегающих к дорогам; зон, отдалённых от дорог; пазек;

3) разработка пазек в зоне 1, прилегающей к лесовозной дороге;

4) обустройство и рубка магистральных волоков, проходящих через зону 1 и в зоне 2.

5) разработка пазек, примыкающих к магистральным волокам в зонах 2.

Расчёт параметров планировки лесных, подлежащих разработке, поражённых пожаром территорий. Длина пазеки и ширина полупазеки определяются при работе системы машин № 1 (рис. 1) соответственно из выражений:

$$l_n = l_k + l_x \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

$$b = l_x \cdot \sin \alpha + c, \quad (2)$$

где l_k – длина растаскивания собирающего каната, при которой трелёвка осуществляется с приподнятым передним концом трелюемой пачки, м; l_x – средняя длина хлыста, м; c – длина чокера без учёта обвязочной петли, м; α – угол, при котором сваленное у границы пазеки дерево ложится вблизи трассы собирающего каната, град.

Протяжённость зоны, отдалённой от лесовозной дороги при трелёвке:

к одной просеке

$$B_1 = B_k - l_n;$$

к двум просекам

$$B_2 = B_k - 2 \cdot l_n,$$

где B_k – ширина квартала, м.

Количество магистральных волоков (n) с учётом формулы (1)

$$n = \frac{L_k}{2 \cdot l_n + \delta_b} = \frac{L_k}{2 \cdot (l_k + l_x \cdot \cos \alpha) + \delta_b}, \quad (3)$$

где δ_b – ширина магистрального волока, м; L_k – длина квартала, м.

Число магистральных волоков, рассчитываемых по формуле (3), должно быть целым. Для этого значение l_k (для системы № 1) следует определить методом подбора, но оно не должно быть больше технически возможного. Для систем машин № 2, № 3 число магистральных волоков следует определять с учётом затрат на их обустройство.

Площадь магистральных волоков

$$S_{м.в.} = B_k \cdot \delta_b \cdot n_{1,2}.$$

Подставляя значения n из уравнения (3), получаем:

$$S_{м.в.} = \frac{L_k \cdot B_k \cdot \delta_b}{2 \cdot (l_k + l_x \cdot \cos \alpha) + \delta_b}.$$

Площадь участка леса, ТМВ при трелёвке:

к одной просеке

$$S_{т.в.1} = B_1 \cdot l_n = (B_k - l_n) \cdot l_n,$$

к двум просекам

$$S_{т.в.2} = B_2 \cdot l_n = (B_k - 2 \cdot l_n) \cdot l_n.$$

Число пазек в квартале

$$m_n = m_{п.л.} \cdot m_{л.} + m_3, \quad (4)$$

где $m_{п.л.}$ – число пазек в одной площадке ТМВ; $m_{л.}$ – число площадок ТМВ; m_3 – число пазек в зоне, примыкающей к лесовозной дороге.

Число пазек в одной площадке, ТМВ с учётом формулы (2) при трелёвке:

к одной просеке

$$m_{п.л.1} = \frac{B_k - l_n}{2 \cdot b} = \frac{B_k - l_n}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)};$$

к двум просекам

$$m_{п.л.2} = \frac{B_k - 2 \cdot l_n}{2 \cdot b} = \frac{B_k - 2 \cdot l_n}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)}.$$

Число площадок, ТМВ

$$m_{л.1,2} = \frac{L_k}{2 \cdot l_n + \delta_b}.$$

Число пасек в зоне, примыкающей к лесовозной дороге, с учётом формулы (2) при трелёвке:
к одной просеке

$$m_{31} = \frac{L_k}{2 \cdot b} = \frac{L_k}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)},$$

к двум просекам

$$m_{32} = \frac{2 \cdot L_k}{2 \cdot b} = \frac{2 \cdot L_k}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)}.$$

Подставляя значения $m_{п.л.1}$, $m_{л1,2}$ и m_{31} в уравнение (4), получаем число пасек при трелёвке к одной просеке

$$m_{п1} = \frac{B_k - l_{п1}}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)} \cdot \frac{L_k}{2 \cdot l_{п1} + \delta_b} + \frac{L_k}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)}.$$

Подставляя значения $m_{п.л.1,2}$, $m_{л1,2}$ и m_{32} в уравнение (4), получаем число пасек при трелёвке к двум просекам

$$m_{п2} = \frac{B_k - 2 \cdot l_{п2}}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)} \cdot \frac{L_k}{2 \cdot l_{п2} + \delta_b} + \frac{2 \cdot L_k}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)}.$$

Площадь пасечных волоков при трелёвке:
к одной просеке

$$S_{п1} = m_{п1} \cdot \rho \cdot l_k = \left(\frac{B_k - l_{п1}}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)} \cdot \frac{L_k}{2 \cdot l_{п1} + \delta_b} + \frac{L_k}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)} \right) \cdot \rho \cdot l_k,$$

$$\chi_{п1} = \frac{\frac{L_k^2 \cdot \delta_b}{2 \cdot l_{п1} + \delta_b} + \left(\frac{B_k - l_{п1}}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)} \cdot \frac{L_k}{2 \cdot l_{п1} + \delta_b} + \frac{L_k}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)} \right) \cdot \rho \cdot l_k}{L_k \cdot B_k}. \quad (6)$$

Коэффициент экологичности для систем машин № 2, 3 при трелёвке к двум просекам

$$\chi_{п2} = \frac{\frac{L_k^2 \cdot \delta_b}{2 \cdot l_{п2} + \delta_b} + \left(\frac{B_k - 2 \cdot l_{п2}}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)} \cdot \frac{L_k}{2 \cdot l_{п2} + \delta_b} + \frac{2 \cdot L_k}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)} \right) \cdot \rho \cdot l_k}{L_k \cdot B_k}. \quad (7)$$

к двум просекам

$$S_{п2} = m_{п2} \cdot \rho \cdot l_k = \left(\frac{B_k - 2 \cdot l_{п2}}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)} \cdot \frac{L_k}{2 \cdot l_{п2} + \delta_b} + \frac{2 \cdot L_k}{2 \cdot (l_x \cdot \sin \alpha + c)} \right) \cdot \rho \cdot l_k,$$

где ρ – ширина пасечных волоков, м.

Степень нарушения экологических функций леса можно оценивать коэффициентом экологичности χ [6], представляющим собой отношение площади квартала, отводимой под погрузочные пункты, волока, технологические коридоры ко всей площади квартала. Ввиду того, что погрузка сортиментов на лесовозный транспорт осуществляется на просеках, где достаточно места для размещения штабелей, площади, занимаемые погрузочными пунктами, не учитываются при расчёте коэффициента экологичности

$$\chi = \frac{S_{np}}{S},$$

где S_{np} – площадь квартала, отводимая под магистральные и пасечные волока, м²; S – площадь квартала, м².

Коэффициент экологичности для системы машин № 1

$$\chi_{1,2} = \frac{\frac{L_k^2 \cdot \delta_b}{2 \cdot (l_k + l_x \cdot \cos \alpha) + \delta_b}}{L_k \cdot B_k}. \quad (5)$$

Коэффициент экологичности для систем машин № 2, 3 при трелёвке к одной просеке

Для сравнения коэффициентов экологичности, то есть доли площади, предназначенной для размещения кроны с шишками по отношению ко всей поражённой площади территории, находим по формулам (5), (6), (7) при следующих исходных данных: $L_k=1000$ м, $B_k=1000$ м, $\delta_b=4,5$ м, $l_x=25$ м; $c=2$ м, $\rho=3$ м. В результате расчёта получены следующие значения по формуле (5): $\chi=0,0227$ (2,7 %), а по формулам (6), (7) $\chi_{п}=0,114$ (11,4 %).

Таким образом, с точки зрения наилучшего лесовозобновления сосны является схема (рис. 2, б) и система машин № 1.

Выводы

1. При разработке поражённых низовым пожаром сосновых древостоев необходимо выбрать соответствующую систему машин и технологию, обеспечивающую естественное возобновление сосны.

2. В отличие от машинной заготовки деревьев валка и обрезка сучьев на лесосеке бензопилами обеспечивает равномерное распределение обрезанных кроны и, следовательно, их жизнеспособных семян по обрабатываемой территории.

3. С целью сохранения товарных свойств древесины при ограниченных сроках её заготовки после пожара на значительно поражённой территории невозможно построение требуемой дорожной сети. Поэтому для вывозки заготовленной древесины целесообразно использовать существующие дороги и просеки.

4. Для минимизации площади разрабатываемых территорий от воздействия техники предложена технология комбинированной трелёвки, которая без прокладки пасечных волоков обеспечит заготовку древесины и сохранение значительной площади для естественного возобновления сосны.

5. Разработан математический аппарат, позволяющий оценить экологичность предложенных вариантов планировки площадей, ограниченных квартальными просеками или дорогами.

Список литературы

1. Чистяков А.Р., Крейер В.А. Естественное возобновление в разных типах гарей // Проблемы ликвидации последствий лесных пожаров 1972 г. в Марийской АССР. Йошкар-Ола: МарПИ, 1976. С. 68–75.
2. Денисов С.А., Колюхова Т.А., Рачкова Т.С. Управление лесовосстановлением на гарях // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2015. № 3 (27). С. 5–15.
3. Санников С.Н. Экологические катастрофы и микроэволюция популяций // Экопотенциал. 2014. № 2 (6). С. 42–54.
4. Tomczak A., Jeronek T., Rutkowski M. Biological characteristics of mature pine stands differing in terms of quality, growing under site conditions of fresh mixed coniferous forest // Ann. Warsaw Univ. Life Sci. Forest. and Wood Technol. 2010. № 72. С. 370–373.
5. Ширнин Ю.А. Комбинированная трелёвка древесины со сменными технологическими модулями / Ю.А. Ширнин, А.Ю. Ширнин // ИВУЗ Лесной журнал. 2010. № 2. С. 67–72.
6. Ширнин Ю.А., Ширнин А.Ю. Разработка параметров оборудования и технологии для экстремальных условий лесозаготовок: монография. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. 232 с.

Статья поступила в редакцию 29.02.16.

Информация об авторах

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

ШИРНИН Александр Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – технологии и машины на лесозаготовках. Автор 30 публикаций.

UDC 630.31

DOI: 10.15350/2306-2827.2016.4.57

ALLOCATION AND ESTIMATION OF THE SKID ROAD AREA WHEN OPERATING THE FIRE DAMAGED FOREST

Iu. A. Shirnin, A. Iu. Shirnin

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

Key words: burnt area; forest regeneration methods; machine systems; burnt area operation plan; forest compartment; beehive.

ABSTRACT

The work is aimed at providing rationale for harvesting systems and equipment and developing a skid road layout on a vast fire damaged territory in order to ensure natural pine regeneration. **Research findings.** When comparing operational schedules of cuttings on the burnt areas we used the environmental coefficient, i.e. the area covered with the crown with cones in relation to the total area disturbed in the fire. As a result of calculation using formula (21) the following values were obtained: $\chi = 0.027$ (2.7 %), while using formulas (22, 23) the values obtained were as follows: $\chi_{II} = 0.114$ (11.4 %). Thus, harvesting system No 1 produces better results in terms of forest regeneration. **Conclusion.** While developing an operation plan for the pine forest disturbed by brush fire, it is vitally important to select a harvesting system and methods, ensuring natural regeneration of pine forest. Unlike the full tree system, cutting and debranching on the cutting area using petrol-powered saws provides even distribution of cut crowns and viable seeds in cones throughout the whole cutting area. For the purpose of timber transportation it is expedient to use existing roads and clearings.

REFERENCES

1. Chistyakov A.R., Kreyer V.A. Estestvennoe vozobnovlenie v raznykh tipakh garey [Natural regeneration in various types of burnt forest]. *Problemy likvidatsii posledstviy lesnykh pozharov 1972 g. v Mariyskoy ASSR* [Problems and challenges of consequences management after forest fires of 1972 in Mariyskaya ASSR]. Yoshkar-Ola: MarPI, 1976. Pp. 68–75.
2. Denisov S.A., Konyukhova T.A., Rachkova T.S. Upravlenie lesovosstanovleniem na garyakh [Forest management on burnt areas]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature management]. 2015. No 3 (27). Pp. 5-15.
3. Sannikov S.N. Ekologicheskie katastrofy i mikroevolyutsiya populyatsiy [Environmental disasters and mictoevolution of populations]. *Ekopotentsial* [Eco-potential]. 2014. No 2 (6). Pp. 42-54.
4. Tomczak A., Jeronek T., Rutkowski M. Biometrical characteristics of mature pine stands differing in terms of quality, growing under site conditions of fresh mixed coniferous forest. *Ann. Warsaw Univ. Life Sci. Forest. and Wood Technol.* 2010. No 72. Pp. 370-373.
5. Shirnin Iu.A., Shirnin A.Iu. Kombinirovannaya trelevka drevesiny so smennymi tekhnologicheskimi modulyami [Combined timber logging with changeable process module]. *IVUZ Lesn. Zhurn* [IVUZ Forest Journal]. 2010. No 2. Pp. 67–72.
6. Shirnin Iu.A., Shirnin A.Iu. Razrabotka parametrov oborudovaniya i tekhnologii dlya ekstremalnykh usloviy lesozagotovok: monografiya [Development of equipment parameters and methodology for extreme harvesting conditions: monograph]. Yoshkar-Ola: Povolzhskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskii universitet, 2014. 232 p.

The article was received 29.02.16.

Citation for an article: Shirnin Iu. A., Shirnin A. Iu. Allocation and Estimation of the Skid Road Area When Operating the Fire Damaged Forest // *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management.* 2016. No 4(32). Pp. 57-63. DOI: 10.15350/2306-2827.2016.4.57

Information about the authors

SHIRNIN Iurii Aleksandrovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Timber Processing and Chemical Technologies, Volga State University of Technology. Research interests – management of environmental consequences of forest use. Author of 307 publications

SHIRNIN Aleksandr Iurevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Emergency Management, Volga State University of Technology. Research interests – methods and machines of forest harvesting. Author of 30 publications.