

ля // Вестник ИрГТУ. – 2016. – № 4. – С. 178–186.

Литература

1. Ukрупnennye normy vodopotreblenija i vodootvedenija dlja razlichnyh otraslej promyshlennosti / VNII VodGEO. – M.: Strojizdat, 1978. – 590 s.
2. Ureckij E.A. Resursosberegajushhie tehnologii v vodnom hozjajstve promyshlennyh predpriyatij. – Brest, 2007. – 396 s.
3. Halturina T.I., Bobrik A.G., Churbakova O.V. Issledovanie tehnologicheskogo processa obezvrezhivaniya hromsoderzhashhih stochnyh vod predpriyatij mashinostroitel'nogo profilja // Vestnik IrGTU. – 2015. – № 12. – S. 107–113.
4. Halturina T.I., Bobrik A.G., Churbakova O.V. Reagentnaja ochistka hromsoderzhashhih stochnyh vod // Vestnik IrGTU. – 2014. – № 6. – S. 128–134.
5. Halturina T.I., Bobrik A.G. K voprosu reagentnogo obezvrezhivaniya hromsoderzhashhih stochnyh vod // Zemlja, voda, klimat Sibiri i Arktiki v XXI veke: problemy i reshenija: sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Tjumen', 2014. – S. 185–189.
6. Halturina T.I., Churbakova O.V., Bobrik A.G. K voprosu jelektrohimicheskogo obezvrezhivaniya hromsoderzhashhih stochnyh vod // Vestnik IrGTU. – 2014. – № 3. – S. 103–107.
7. Halturina T.I., Churbakova O.V., Bobrik A.G. Primenenie gal'vanokoaguljacionnoj tehnologii dlja ochistki hromsoderzhashhih stochnyh vod // Vestnik IrGTU. – 2015. – № 2. – S. 145–149.
8. Halturina T.I., Churbakova O.V., Bobrik A.G. Intensifikacija processov ochistki stochnyh vod gal'vanicheskogo proizvodstva predpriyatij mashinostroitel'nogo profilja // Vestnik IrGTU. – 2016. – № 4. – S. 178–186.



**Ю.И. Беленький, В.Д. Валяжонков, С.А. Демидов,
Фам Нгок Линь, А.В. Гусев**

СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТ

**Yu.I. Belenky, V.D. Valyazhonkov, S.A. Demidov,
Fam Ngoc Linh, A.V. Gusev**

THE SYSTEM OF THE ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF APPLICATION OF THE WAYS AND MEANS OF TECHNOLOGICAL SUPPORT OF LOGGING OPERATIONS

Беленький Ю.И. – д-р техн. наук, проф., ректор Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург. E-mail: belenkiy.y@kirlp.com

Валяжонков В.Д. – канд. техн. наук, доц. каф. лесного машиностроения, сервиса и ремонта Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург. E-mail: valy-vladimir@yandex.ru

Belenky Yu.I. – Dr. Techn. Sci., Prof., Rector, St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov. St. Petersburg. E-mail: belenkiy.y@kirlp.com

Valyazhonkov V.D. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Forest Mechanical Engineering, Service and Repair, St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, St. Petersburg. E-mail: valy-vladimir@yandex.ru

Демидов С.А. – асп. каф. лесного машиностроения, сервиса и ремонта Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург. E-mail: serge309@yandex.ru

Фам Нгок Линь – асп. каф. лесного машиностроения, сервиса и ремонта Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург. E-mail: linhpham110@gmail.com

Гусев А.В. – директор ЗАО «Транслес», Ленинградская обл., Всеволожский р-н, п. Романовка. E-mail: 9413721@bk.ru

Demidov S.A. – Post-Graduate Student, Chair of Forest Mechanical Engineering, Service and Repair, St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, St. Petersburg. E-mail: serge309@yandex.ru

Fam Ngoc Linh – Post-Graduate Student, Chair of Forest Mechanical Engineering, Service and Repair, St. Petersburg State Forestry University named after S. M. Kirov, St. Petersburg. E-mail: linhpham110@gmail.com

Gusev A.V. – Director, JSC 'Transles', Leningrad Region, Vsevolozhsk District, Vil. Romanovka. E-mail: 9413721@bk.ru

Создание новых и совершенствование существующих способов и средств обеспечения технологического процесса лесосечных работ невозможно без комплексной оценки их применения. Цель настоящего исследования – разработать систему оценки применения способов и средств технологического обеспечения лесосечных работ. При оценке эффекта в качестве показателей ресурсов берут их удельные значения, представляющие количество ресурсов, расходуемых на выполнение единицы продукции. Качественное использование ресурсов необходимо достигать не только с позиций минимизации, но и с позиций их полезности. При выполнении технологического процесса лесосечных работ ресурсы полезно реализуются во время непосредственного контакта рабочего оборудования машины с древесиной при ее обработке и перемещении. В статье применена методика исследования по определению минимума значений удельных показателей ресурсов и максимума полезной доли их затрат. В этой связи объектами исследования являются показатели эффективности использования ресурсов лесосечных работ и показатели эколого-лесоводственной оценки. Представлена комплексная оценка эффективности применения способов и средств технологического обеспечения лесосечных работ в схематизированном виде. Оценку эффективного использования ресурсов предлагается выполнить в двух направлениях – количественном и качественном. Развитие количественной оценки в численных значениях направлено в сторону минимизации, а качественной оценки в сторону максимизации.

Эколого-лесоводственная оценка также выполняется в двух направлениях. Она воспроизводится с помощью ограничений, накладываемых на применение способов и средств, показатели которых имеют разное направление развития. Разработана схема оценки эффективности применения способов и средств технологического обеспечения лесосечных работ и на ее основе предложена модель данной системы оценки. Объективность системы эффективности применения способов и средств является базой количественной и качественной оценки расхода ресурсов, затрачиваемых на выполнение технологического процесса лесосечных работ в рамках соблюдения эколого-лесоводственных требований.

Ключевые слова: лесосечные работы, количественная оценка, качественная оценка, эффективность.

Creation of new and improvement of existing ways and means of ensuring technological process of logging operations is impossible without complex assessment of their application. The purpose of the research was to develop the system of the assessment of application of the ways and means of technological support of logging operations. At an effect assessment as indicators of the resources are taken their specific values representing the quantity of the resources spent for performance of a production unit. High-quality use of the resources needs to be reached not only from minimization positions, but also from the positions of their usefulness. When performing technological process of logging operations the resources are usefully realized during direct contact of working equipment of

the car with wood at its processing and movement. In the study the technique of the research on the definition of minimum of values of specific indicators of the resources and maximum of useful share of their expenses is applied. In this regard the objects of the research are indicators of the efficiency of using the resources of logging operations and indicators of ecological and silvicultural assessment. The complex assessment of the efficiency of application of the ways and means of technological support of logging operations in schematized model is presented. The assessment of effective use of resources is offered to be executed in two directions: quantitative and qualitative. The development of quantitative assessment in numerical values is directed towards minimization, and quality standard is towards maximizing. Ecological and silvicultural assessment is also carried out in two directions. It is reproduced by means of restrictions of the ways and means imposed on application which indicators have different direction of development. The scheme of the assessment of the efficiency of application of the ways and means of technological support of logging operations is developed and on its basis the model of this system of an assessment is offered. The objectivity of the system of efficiency of application of the ways and means is base of quantitative and quality standard of an expense of the resources spent for the performance of technological process of logging operations within the observance of ecological and silvicultural requirements.

Keywords: logging operations, quantitative assessment, quality standard, efficiency.

Введение. Создание новых и совершенствование существующих способов и средств обеспечения технологического процесса лесосечных работ невозможно без комплексной оценки их применения. Как показывает анализ научно-практических работ [1–5], наиболее объективно оценку дает система показателей, отражающая затраты основных ресурсов на выполнение процесса.

Цель исследования. Разработать систему оценки применения способов и средств технологического обеспечения лесосечных работ.

Методы и результаты исследования. При оценке эффекта в качестве показателей ресурсов берут их удельные значения, представляю-

щие количество ресурсов, расходуемых на выполнение единицы продукции. Это отношение показателей основных используемых ресурсов к наиболее важному показателю, отражающему технологические, технические и эксплуатационные свойства применения способов и средств обеспечения технологического процесса (ТП). Наиболее отвечает данному требованию часовая производительность Π технических средств для обеспечения лесосечных работ.

Исходя из постоянной экономии использования ресурсов, необходимо, чтобы значения данных показателей стремились к минимуму

$$g_i = C_i / \Pi \rightarrow \min, \quad (1)$$

где g_i – удельный показатель затрат i -го ресурса; единица измерения ресурса / m^3 ; C_i – показатель натуральной величины i -го ресурса, затрачиваемого на выполнение единицы продукции q .

Показатель C_i при использовании отдельных ресурсов может быть представлен следующими единицами измерения: энергии – кВт-ч, труда – чел-ч, финансов – руб., материалов – кг. Ресурс сортиментоподборщика в данном случае – минуты.

Производительность машины (конструктивная, техническая, эксплуатационная), которая определяет количество единиц продукции, выработанной за единицу времени ($m^3 / ч$)

$$\Pi = q / t_u,$$

где t_u – время рабочего цикла.

Качественное использование ресурсов необходимо достигать не только с позиций минимизации, но и с позиций их полезности. При выполнении технологического процесса лесосечных работ ресурсы полезно реализуются во время непосредственного контакта рабочего оборудования машины с древесиной при ее обработке и перемещении.

Для выявления полезной доли затрат ресурсов воспользуемся коэффициентом эффективности использования ресурсов. При этом необходимо, чтобы значения данного показателя стремились к максимуму

$$\eta_i = C_{\text{Поли}} / C_i, \text{ или } \eta_i = 100 C_{\text{Поли}} / C_i \text{ в } \% \rightarrow \max, \quad (2)$$

где η_i – коэффициент эффективности использования i -го ресурса; $C_{\text{Поли}}$ – полезные затраты i -го ресурса.

При достижении минимума значений удельных показателей ресурсов (2) и максимума полезной доли их затрат (2), при выполнении ТП,

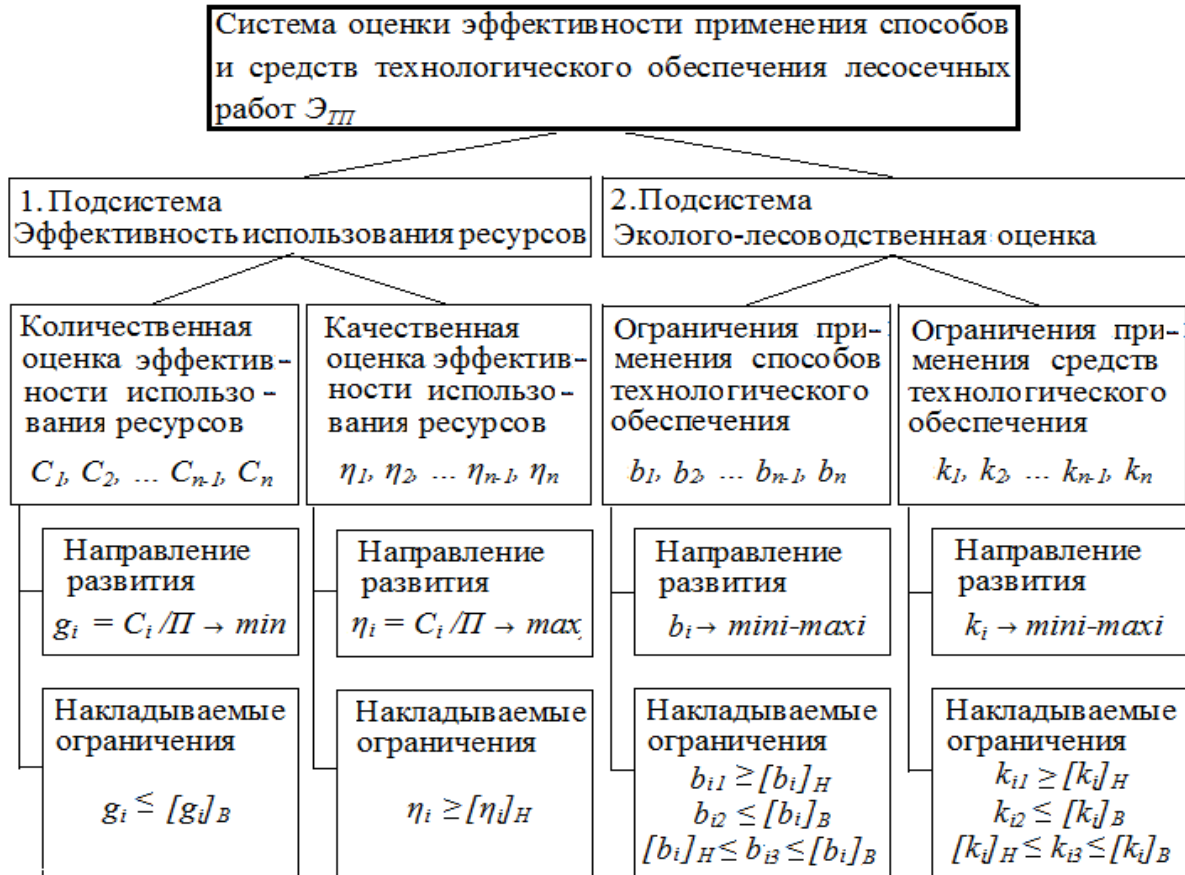
требуется соблюдение экологических и лесоводственных ограничений на использование способов и средств. Для оценки данных ограничений необходимо применение показателей, отражающих эколого-лесоводственные требования к взаимодействию лесосечных машин и лесной среды [5–7].

На рисунке представлена структура комплексной оценки эффективности применения способов и средств технологического обеспечения лесосечных работ. Она состоит из двух вза-

имосвязанных подсистем эффективности использования ресурсов и эколого-лесоводственной оценки. Комплекс оценочных показателей ограничения применения способов и средств, согласно рисунку, соответственно имеет следующий общий вид:

$$b_1, b_2 \dots b_{n-1}, b_n \text{ и } k_1, k_2 \dots k_{n-1}, k_n. \quad (3)$$

Каждый показатель ограничений, входящий в комплекс (3), имеет собственное по знаку экстремальное значение.



Структурная схема системы оценки эффективности применения способов и средств технологического обеспечения лесосечных работ

Оценку эффективного использования ресурсов предлагается выполнить в двух направлениях – количественном и качественном. Развитие количественной оценки в численных значениях направлено в сторону минимизации, а качественной оценки – в сторону максимизации. При этом накладываемые ограничения должны соответствовать верхнему $[g_i]_B$ и нижнему $[\eta_i]_H$ допустимым пределам.

Эколого-лесоводственная оценка также выполняется в двух направлениях. Она воспроизводится с помощью ограничений, накладываемых на применение способов и средств, показатели которых имеют разное направление развития. Они могут иметь ограничения как с верхним $[b_i]_B, [k_i]_B$, так и с нижним $[b_i]_H, [k_i]_H$ допустимыми пределами, а также изменяться в диапазоне изменения допустимых пределов $[b_i]_H \leq b_{i3} \leq [b_i]_B, [k_i]_H \leq k_{i3} \leq [k_i]_B$.

На основании структурной схемы системы оценки эффективности применения способов и средств технологического обеспечения лесосечных работ предложена модель ее реализации

$$\text{ЭП} = \begin{cases} g_i = C_i / \Pi \rightarrow \min; \\ \eta_i = C_{\text{полн}} / C_i \rightarrow \max; \\ b_1, b_2 \dots b_{n-1}, b_n \rightarrow \text{mini-maxi}; \\ k_1, k_2 \dots k_{n-1}, k_n \rightarrow \text{mini-maxi}. \end{cases}$$

Получение значений показателей должно происходить при выполнении технологического процесса с гарантией обеспечения заданного объема выборки древесины с делянки V_B в соответствии с нижним $[V_B]_H$ и верхним $[V_B]_B$ допустимыми пределами.

Приведенная модель объединяет показатели, которые отражают количественный и качественный расход используемого ресурса на выполнение единицы готовой продукции. Дает представление об эколого-лесоводственном уровне выполнения технологического процесса.

Выводы

1. Объективность системы, оценивающей эффективность применения способов и средств, является базой количественной и качественной оценки расхода ресурсов, затрачиваемых на выполнение технологического процесса лесосечных работ в рамках соблюдения эколого-лесоводственных требований.

2. Методикой системы предусмотрены эффективные направления использования ресурсов и эколого-лесоводственных ограничений.

3. Разработана структурная схема системы оценки эффективности применения способов и средств технологического обеспечения лесосечных работ и на ее основе предложена модель данной системы оценивания.

4. Предложенная методика оценки эффективности применения способов и средств рекомендуется для их практического выбора при реализации технологических процессов лесосечных работ в конкретных природно-производственных условиях.

Литература

1. Саакян Д.Н. Система показателей комплексной оценки мобильных машин. – М.: Агропромиздат, 1988. – 415 с.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. – М.: Экономика, 2000. – 422 с.

3. Баловнев В.И. Определение оптимальных параметров и выбор землеройных машин в зависимости от условий эксплуатации: учеб. пособие. – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2010. – 134 с.
4. Баловнев В.И. Подобие и моделирование в системе проектирования дорожно-строительных машин: учеб. пособие. – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2014. – 148 с.
5. Герасимов Ю.Ю., Сюнев В.С. Экологическая оптимизация технологических процессов и машин для лесозаготовок. – Йоэнсуу: Университет Йоэнсуу, 1998. – 178 с.
6. Лесоводственные требования к технологическим процессам лесосечных работ. – М.: Изд-во ВНИИЦлесресурс, 1993. – 12 с.
7. Ууситало Й. Основы лесной технологии. – Йоэнсуу: Оу FEG, 2004. – 228 с.

Literatura

1. Saakjan D.N. Sistema pokazatelej kompleksnoj ocenki mobil'nyh mashin. – M.: Agropromizdat, 1988. – 415 s.
2. Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investici-onnyh proektov. – M.: Jekonomika, 2000. – 422 s.
3. Balovnev V.I. Opredelenie optimal'nyh parametrov i vybor zemlerojnyh mashin v zavisimosti ot uslovij jekspluatacii: ucheb. posobie. – M.: lzd-vo MADI (GTU), 2010. – 134 s.
4. Balovnev V.I. Podobie i modelirovanie v sisteme proektirovanija dorozhno-stroitel'nyh mashin: ucheb. posobie. – M.: lzd-vo MADI (GTU), 2014. – 148 s.
5. Gerasimov Ju.Ju., Sjunev V.S. Jekologicheskaja optimizacija tehnologicheskikh processov i mashin dlja lesozagotovok. – Jojensuu: Universitet Jojensuu, 1998. – 178 s.
6. Lesovodstvennyye trebovanija k tehnologicheskim processam lesosechnyh работ. – M.: lzd-vo VNIIClesresurs, 1993. – 12 s.
7. Uusitalo J. Osnovy lesnoj tehnologii. – Jojensuu: Ou FEG, 2004. – 228 s.