



УДК 630\*3:630\*

***А.В. Родионов***

Родионов Андрей Викторович родился в 1974 г., окончил в 1997 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры механизации сельскохозяйственного производства ПетрГУ. Имеет более 50 печатных работ в области технологии и экономики неистощительного лесопользования в условиях переходной экономики.



## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ УЧАСТКОВ ЛЕСНОГО ФОНДА**

Изложена новая методика оценки и сравнения эффективности вариантов освоения участков лесного фонда по интегральному показателю прибыльности и расходования ресурсов (в натуральном выражении). Рассмотрены примеры использования методики для определения эффективности различных технологий рубок ухода и лесовосстановления.

*Ключевые слова:* лесозаготовка, лесовосстановление, эффективность, ресурсосбережение.

В лесопользовании основным объектом является участок лесного фонда (УЛФ), на котором осуществляется производство продукции – заготовка и восстановление различных видов лесных ресурсов. Производство продукции как совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материалов или полуфабрикатов является сферой технологии [9].

Технология как наука изучает функционирование системы человек – машина – окружающая среда – предмет труда, которая получила название технологической системы (ТС). Продукция не включается как составная часть непосредственно в ТС, а рассматривается как цель ее функционирования [1]. Согласно ГОСТ 27.203–83 «Технологические системы. Общие требования к методам оценки надежности», эффективность такой ТС оценивается по качеству продукции, производительности и затрачиваемым ресурсам.

В условиях рыночной экономики этого недостаточно: ТС не может считаться эффективной, если произведенная продукция не продана с прибылью. Факт получения прибыли удостоверяет, что данная продукция

(и, соответственно, технология ее производства) удовлетворяет какую-либо общественную потребность по количеству и качеству [6].

Для сравнения и оценки эффективности различных ТС освоения УЛФ с учетом экономических факторов их функционирования в настоящее время используют показатель рентабельности ( $\eta$ ):

$$\eta_i = \frac{P_i}{C_i} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $P_i$  – прибыль на 1 м<sup>3</sup> древесины, продаваемой на рынке для  $i$ -го варианта ТС (показатель рыночной эффективности), р.;

$C_i$  – себестоимость производства 1 м<sup>3</sup> продаваемой древесины для  $i$ -го варианта ТС (показатель технологической эффективности), р.

Чтобы устранить противоречие между существующими представлениями об эффективности ТС и рыночными факторами, целесообразно включить продукцию в состав этой системы. В предлагаемой ТС человек – машина – окружающая среда – предмет труда – продукция последняя составляющая является частью системы, но отчуждается от нее и становится предметом купли – продажи на рынке, чтобы извлечь прибыль.

С точки зрения системного подхода цель функционирования ТС меняется от производства продукции к прибыли, что адекватно отражает сущность рынка [6]. Таким образом, продукция становится технологическим фактором, что позволяет оценивать эффективность и оптимизацию системы с учетом ее конкурентоспособности.

Конкурентоспособность ТС повышается при снижении затрат ресурсов на производство продукции [6]. Ресурсы затрачиваются в натуральном виде и имеют денежную оценку. Эта оценка не всегда отражает затраты на освоение УЛФ, с учетом длительности цикла лесовыращивания, что является существенным недостатком рентабельности как интегрального показателя конкурентоспособности ТС. Некоторые ресурсы (например благоприятная окружающая среда) вообще не оценены в деньгах, поскольку не включены в рыночный оборот, однако используются в процессе производства [6].

Для оценки и сравнения ТС с длительным циклом производства продукции (лесовыращивание) предлагается методика, основанная на расчете расходования ресурсов в натуральном их выражении. Согласно этой методике, показатель эффективности ( $E_i$ ) ТС имеет вид

$$E_i = \frac{P_i \bar{R}}{\bar{P} R_i} \rightarrow \max, \quad (2)$$

где  $\bar{R}$  – средний показатель расходования ресурсов для  $n$  сравниваемых вариантов ТС;

$\bar{P}$  – средняя прибыль на 1 м<sup>3</sup> древесины для  $n$  сравниваемых вариантов ТС, р.;

$R_i$  – интегральный показатель расходования ресурсов (в натуральном выражении с учетом значимости расходования для общества) для  $i$ -го варианта ТС.

Альтернативой данной методике могла бы быть зависимость, предполагающая суммирование показателей (метод равномерной оптимальности). Однако при этом возникает возможность компенсации низких оценок по одному критерию (например прибыли) за счет высоких оценок по другому критерию (расходу ресурсов), и наоборот. Предложенная методика, основанная на принципе справедливого компромисса, свободна от данного недостатка [2].

Из выражения (2) следует, что эффективность ТС повышается при увеличении прибыли и снижении расхода ресурсов. Для оценки эффективности по формуле (2) требуется рассчитать интегральный показатель расхода ресурсов в натуральном их выражении [10]. При вычислении показателя  $R$  для различных вариантов ТС освоения УЛФ необходимо учитывать, что в любой из сравниваемых систем расходуются следующие ресурсы [7]:

- живой труд (человеко-дни, затраченные на выполнение основных, подготовительных и других работ);
- орудия труда (килограммы металла в конструкции машин и запасных частей);
- энергия (количество израсходованного топлива);
- предмет труда (количество природного объекта, использованного для производства продукции);
- окружающая среда (ее относительное повреждение или уничтожение);
- время, требуемое для выполнения технологических операций;
- информация (человеко-дни, необходимые для разработки документации).

В теории принятия решений разработаны следующие многокритериальные методы расчета интегрального показателя расхода различных ресурсов (с учетом их значимости) для сравнения и оценки альтернативных вариантов ТС освоения УЛФ [2, 4, 5]:

- вычисление показателя по методу Гермейера:

$$R = \sum_{i=1}^k \lambda_i W_i \rightarrow \min; \quad \sum_{i=1}^k \lambda_i = 1; \quad (3)$$

- вычисление показателя по методу Руссмана:

$$R = \prod_{i=1}^k \lambda_i W_i \rightarrow \min; \quad \sum_{i=1}^k \lambda_i = 1; \quad (4)$$

- вычисление показателя по методу главной компоненты:

$$R = W_i \rightarrow \min. \quad (5)$$

В этих формулах  $i$  – число видов ресурсов,  $i = 1, \dots, k$ ;

$W_i$  – показатель расхода  $i$ -го вида ресурса на единицу продукции;

$\lambda_i$  – коэффициент значимости (вес) расхода  $i$ -го вида ресурса.

Поскольку ресурсы не выражаются в одних и тех же единицах измерения, в формулах (3)–(5) используются безразмерные показатели  $W_i$ , вычисляемые с помощью функции [4]:

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}; \quad \sum_{i=1}^n V_i > 0, \quad (6)$$

где  $i$  – число вариантов ТС освоения УЛФ,  $i = 1, \dots, n$ ;

$V_i$  – расход  $i$ -го вида ресурса в  $n$ -м варианте ТС в известных единицах измерения.

Недостатком метода Гермейера является возможность компенсации низких оценок по некоторым критериям за счет высоких оценок по другим. Метод Руссмана свободен от этого недостатка, однако низкая оценка альтернативы хотя бы по одному из критериев влечет за собой общее ухудшение интегрального показателя, рассчитываемого по этому методу. Основным недостатком метода главной компоненты является произвол в выборе критерия, по которому сравниваются альтернативы (при этом все остальные критерии переводятся в разряд ограничений) [2, 4].

В целях компенсации недостатков рассмотренных методов вычисления интегрального показателя рекомендуется рассчитывать показатели по каждой методике в отдельности, а затем вычислять итоговый показатель (например, методом строчных сумм). Совместное использование методов Гермейера и главной компоненты позволяет выявить наилучшую альтернативу, а метода Руссмана – оценить равномерность «качества» сравниваемых ТС по всей совокупности критериев [4].

Информация, необходимая для определения коэффициентов значимости  $\lambda_i$  (см. формулы (3), (4)), а также выбора главной компоненты (см. формулу (5)) может быть получена только от экспертов с помощью методов, основанных на [5]:

- многокритериальной теории полезности (методы отношений, наибольших отклонений и др.);
- подходах аналитической иерархии;
- конструктивистском подходе;
- экспертных оценках.

Основным недостатком методов многокритериальной теории полезности и аналитической иерархии является то, что назначаемые веса критериев могут отражать мнение только одного эксперта, выбирающего ТС из предлагаемых ему альтернатив. От этого недостатка свободны методы, основанные на конструктивистском подходе и экспертных оценках.

Однако методы конструктивистского подхода предполагают, что эксперты назначают веса критериев, сравнивая группы заранее заданных альтернатив [5]. Поэтому был выбран метод сбора экспертных оценок – анкетирование [3], позволяющий:

- выявить предпочтения и ожидания экспертов, сформировавшиеся в ходе эксплуатации различных вариантов ТС освоения УЛФ. Согласно реф-

лексивному подходу [5], ожидания экспертов формируют основу их поведения по выбору предпочтительного варианта ТС в будущем, следовательно, экспертная оценка позволяет спрогнозировать направления развития технологии;

– охватить мнения экспертов, территориально удаленных друг от друга.

Экспертную оценку показателей важности сбережения ресурсов рекомендуется проводить регулярно [3].

Значимость различных видов ресурсов (табл. 1), расходуемых в процессе лесосечных и лесовосстановительных работ, оценивалась в 1998–2000 гг. на предприятиях лесной промышленности и лесного хозяйства Республики Карелия. В анкетировании приняли участие руководящие и инженерно-технические работники. Обработка анкет показала высокую согласованность мнений экспертов, результаты анкетирования статистически достоверны [3].

Полученные результаты показывают, что наиболее значимым для экспертов ресурсом, расходуемым в процессе лесосечных и лесовосстановительных работ, является живой труд (69,9 ... 71,0 % от всей совокупности ресурсов). Следовательно, в качестве главной компоненты (см. формулу (5)) принимаем живой труд [2, 5, 8].

Высокая значимость живого труда подтверждается устойчивой тенденцией к переходу в Карелии на сортиментные технологии лесозаготовок, что позволяет сократить численность работающих в лесу. Ситуация стимулируется дефицитом рабочей силы в лесных поселках, возникшим из-за низкой оплаты труда в лесной отрасли, что не дает возможности поддерживать работоспособность и содержать хотя бы одного ребенка, т. е. обеспечивать простое воспроизводство рабочей силы [8].

Для апробации предлагаемой методики определения эффективности ТС в рамках проекта «Тайга – Модельный лес» в Республике Карелия были проведены сравнительные исследования российской, финской и шведской технологий рубок ухода. Они включали сбор фактических данных для определения прибыли, себестоимости и расходов ресурсов на 1 м<sup>3</sup> реализованной древесины [11].

Таблица 1

Вид ресурса	Лесосечные работы		Лесовосстановительные работы	
	Значимость	Ранг	Значимость	Ранг
Живой труд	0,399	1	0,327	1
Орудия труда	0,159	2	0,050	6
Энергия	0,100	5	0,098	5
Предмет труда	0,100	4	0,220	2
Окружающая среда	0,118	3	0,111	4
Машинное время	0,088	6	0,152	3
Информация	0,036	7	0,042	7
Итого	1,000	–	1,000	–

Таблица 2

Показатель	Технология рубок ухода		
	русская	финская	шведская
Себестоимость, р./м <sup>3</sup>	74,07	283,48	287,16
Прибыль, р./м <sup>3</sup>	225,93	16,52	12,84
Расходование ресурсов по методу:			
Гермейера	0,501	0,243	0,256
Руссмана	$3,79 \cdot 10^{-10}$	$0,18 \cdot 10^{-10}$	$0,28 \cdot 10^{-10}$
главной компоненты	0,679	0,159	0,161
$R_i$	0,590	0,201	0,209
$E_i$	4,699	0,177	0,094

На участках, разработанных по российской технологии, применялись лесоводственные нормативы, действующие на территории Карелии; по финской – требования, применяемые фирмой «Stora-Enso» при проведении рубок ухода в Финляндии; по шведской – нормативы системы лесной сертификации «FSC».

Рубки ухода по российской технологии выполняли с использованием бензопил «Husqvarna-257» и трелевочного трактора ТДТ-55А; по финской и шведской – харвестера «KINDAI H-8» и форвардера «KINDAI S-12».

На основе полученных данных рассчитаны себестоимость, прибыль, интегральный показатель расходования ресурсов ( $R_i$ ) по формулам (3)–(5) и показатель эффективности ( $E_i$ ) по формуле (2) для упомянутых технологий. Результаты расчетов представлены в табл. 2 (2000 г.).

Наилучшей по ресурсосбережению оказалась финская технология. Однако с точки зрения максимизации прибыли на 1 м<sup>3</sup> продукции лидирует российская технология, как и по показателю эффективности. Это означает, что для настоящего времени предпочтительнее российская технология, а для долгосрочного планирования технического перевооружения предприятий – финская. Достоверность рекомендации подтверждается переходом лесопромышленных предприятий Карелии на сортиментные технологии заготовки древесины, даже в ущерб прибыльности производства круглых лесоматериалов.

Сравнительный анализ технологий искусственного лесовосстановления проведен на примере посадки семян сосны с открытой корневой системой на 1 га вырубке из-под сосняка-брусничника (число пней более 600 шт./га) с обработкой почвы лесокультурными агрегатами:

- ЛХТ-55+ПДН-2 с последующей ручной посадкой под меч Колесова;
- ЛХТ-55+Л-2У с последующей ручной посадкой в подготовленные лункообразователем Л-2У посадочные места.

Исходные данные для расчетов собраны на лесопромышленном предприятии ОАО «Воломский КЛПХ «Лескарел» (Карелия) в 2002–2004 гг. Результаты расчетов представлены в табл. 3 (2004 г.).

Таблица 3

Показатель	Машины и оборудование	
	ЛХТ-55 + ПДН-2+ + меч Колесова	ЛХТ-55 + Л-2У
Себестоимость, р./га	3421,22	3168,19
Прибыль, р./га	378,78	631,81
Расходование ресурсов по методу: Гермейера	0,565	0,435
Руссмана	$2,71 \cdot 10^{-9}$	$1,18 \cdot 10^{-9}$
главной компоненты	0,702	0,298
$R_i$	0,634	0,366
$E_i$	0,950	0,916

Как видно из табл. 3, лучшей по ресурсосбережению и максимизации прибыли на 1 га является технология с посадкой леса под лункообразователь Л-2У, при использовании которой производительность труда повышается в 2,4 раза, а себестоимость работ снижается на 253 р./га.

С 2004 г. холдинг ОАО «Сеgezский ЦБК» начал внедрять на своих лесопромышленных предприятиях технологию лесовосстановления на базе лункообразователей Л-2У. Ожидаемый ежегодный объем лесовосстановительных работ по этой технологии – до 10 тыс. га.

В заключение отметим, что расчеты по формулам (2)–(6) можно проводить для оценки эффективности лесосечных и лесовосстановительных работ либо по отдельности, либо совместно при освоении участков лесного фонда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров, В.А. Моделирование технологических процессов лесных машин [Текст]: учеб. для вузов / В.А. Александров. – М.: Экология, 1995. – 256 с.
2. Андреев, В.Н. Принятие оптимальных решений: теория и применение в лесном комплексе [Текст] / В.Н. Андреев, Ю.Ю. Герасимов. – Йёнсуу: Изд-во ун-та Йёнсуу, 1999. – 200 с.
3. Бешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок [Текст] / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
4. Горский, П.В. Положение об аналитическом рейтинге рангового типа [Текст]: [Электронный ресурс] / П.В. Горский. – <http://www.gorskiy.ru/Articles/ratrul.html>.
5. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений, а также хроника событий в волшебных странах [Текст]: учеб. для вузов / О.И. Ларичев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2003. – 392 с.
6. Маркс, К. Избранные произведения [Текст]. В 3 т. / К. Маркс, Ф. Энгельс. – М.: Политиздат, 1986. – Т 1. – 635 с.

7. Повышение эффективности лесовосстановительных работ на основе ресурсосберегающей технологии [Текст]: отчет о НИР (заключ.) / Петрозавод. гос. ун-т; рук. А. М. Цыпук. – Петрозаводск, 2000. – 50 с. – № ГР 01200102931.

8. Представления о лесном секторе Республики Карелия (по официальным данным и результатам анкетирования): [Текст] / С. Карвинен [и др.]; под ред. С. Карвинен, А.В. Родионова. – Петрозаводск: Ин-т экономики КарНЦ РАН, 2004. – 64 с.

9. Советский энциклопедический словарь: [Текст] / Гл. ред. А. М. Прохоров. – 2-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1982. – 1600 с.

10. Стратегический менеджмент [Электронный ресурс]: курс лекций // Бухгалтерский учет в торговле / АО «Аудит-Оптим»: электрон. журн. – М.: Изд-во «ОПТИМ.RU», 1997. – № 3. – <http://www.optim.ru>.

11. *Цыпук, А.М.* Экономическая устойчивость и подходящая технология [Текст]: отчет о НИР / А. М. Цыпук [и др.] // Изв. ун-та Йоэнсуу. – Йоэнсуу: Изд-во ун-та Йоэнсуу, 2000. – Вып. 115. – С. 61–83.

Петрозаводский государственный университет

Поступила 23.03.05

*A.V. Rodionov*

### **Efficiency Assessment of Forest Stock Development**

New technique for efficiency assessment and comparison of variants of forest stock development according to the integral factor of profitability and resources consumption (in natural expression) is described. Examples of using technique for efficiency determination of different improvement felling and forest regeneration technologies are considered.

---