

Машины и механизмы для механизации лесохозяйственных работ: критерии оценки, качественные показатели

А. Э. Эгипти¹

Петрозаводский государственный университет

Методом групповой экспертизы выявлены критерии оценки лесохозяйственных машин региона Республики Карелия (РК), спрос и предложение цены на используемые механизмы, произведена оценка по лесо-техническим требованиям комплекта машин, разработанных в ПетрГУ.

Ключевые слова: *машины для лесовосстановления, конструкторские параметры, надежность, агротехнические требования, эргономика, экология, энергоёмкость.*

Повышение эффективности лесовосстановительных работ предполагает многоплановость подхода к проблеме, включая лесоводческие аспекты, решение научно-технических задач при разработке новых поколений машин, технологические разработки, организационную работу по внедрению новой техники в производство с обратной связью, выражающей мнение специалистов о проводимой технической политике в отрасли.

Сотрудники ПетрГУ и Госкомлеса РК провели исследования с целью выявления уровня требований специалистов лесного хозяйства к используемым механизмам. Применялась методика группового экспертного опроса, в котором приняли участие специалисты 15 лесхозов РК и трех управлений лесами.

Статистическая обработка результатов показала наличие первоначальной согласованности мнений экспертов. Коэффициент конкордации по Кендаллу [Kendall] в оценке лесохозяйственных машин составил величину 0,447 при фактическом значении критерия согласия Пирсона [Pirson] $\chi^2 = 58,9$, превышающим табличное $\chi^2 = 16,8$ [1].

Критерии оценки лесохозяйственных машин и их значимость представлены на априорной диаграмме (рис. 1)

Наиболее значимый ранг, составляющий 31% от общей совокупности, принятой за 100%, принадлежит экономическим критериям. Совокупность экономических критериев примем за фактор первого уровня,

внутри которого находятся факторы второго уровня, детализирующие первый. Сумма оценок факторов второго уровня принята за условную единицу (100%). Оценочные факторы второго уровня по рангам распределились следующим образом: стоимость приобретения техники - 43%, качество выполняемых работ - 33%, повышение производительности труда - 24%.

Вполне очевидно, что рыночная стоимость техники, предлагаемая отрасли предприятиями машиностроения, не соответствует финансовым возможностям лесхозов, о чем свидетельствует высокий уровень значимости ранга стоимости приобретения, сходная ситуация наблюдается и в лесозаготовительной отрасли [2].

Уровень желаемой покупной цены для лесохозяйственных машин различного применения, выражающий мнение потребителей, представлен на рис. 2.

Приемлемая стоимость техники, по мнению потребителей, в зависимости от степени сложности последней составляет величину 2,6 млн. руб. для относительно несложных механизмов с пассивным приводом от энергетического средства (позиции 1-7). Аналогично для механизмов средней степени сложности (позиции 8-10) цена составляет 6,8 млн. руб. и высокой степени - 77 млн. руб.

Сложившаяся покупательная способность не в пользу потребителя. Производители техники предлагают цены на продукцию в 1,7 раза выше для машин повышенной степени сложности, в 2,6 раза - для машин средней степени и в три раза выше - для несложных машин, чем могут предложить покупатели продукции.

При анкетировании предпочтительное мнение по приобретению отечественной техники высказало 62% опрошенных, 38% оставшихся экспертов высказались за приобретение импортной техники.

Качество работы лесохозяйственных машин, их производительность в экспертных оценках занимает второе и третье место внутри фактора первого уровня, составляя соответственно величины 33 и 24%. Покажем достижение отмеченных показателей на примере комплекта машин для механизации работ в лесных питомниках и посадки лесных культур, разработанных в ПетрГУ за период 1974 - 1997 годов.

В комплект входят: вибрационная сеялка СВУ-1.2, подрезчик корней ПК-1.2 для лесных питомников, лункообразователи Л-2, Л-22 и Л-2У для механизированной посадки лесных культур [3].

Оценка качества работы машин производилась в сравнении с показателями аналогов и действующими нормативами. Сравнивалась технология разбросного

¹ Автор - доцент кафедры технологии металлов и ремонта

посева с применением СВУ-1.2 и строчного подсеялки СКП-6. Наблюдение за ростом культур показало, что высота и диаметр стволиков у четырехлетних сеянцев ели соответственно в 1,3 и 2,2 раза больше

по технологии разбросного посева по сравнению со строчным.

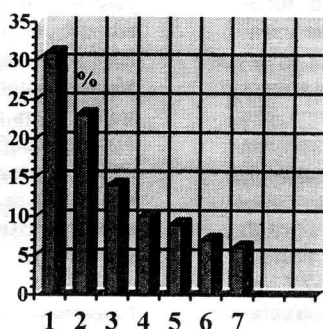


Рис. 1. Значимость параметров лесохозяйственных машин:

- 1 - Экономические критерии машин;
- 2 - Эксплуатационные свойства;
- 3 - Надежность машин;
- 4 - Конструкторские параметры;
- 5 - Агротехнические требования;
- 6 - Экологическое соответствие;
- 7 - Эргономические требования

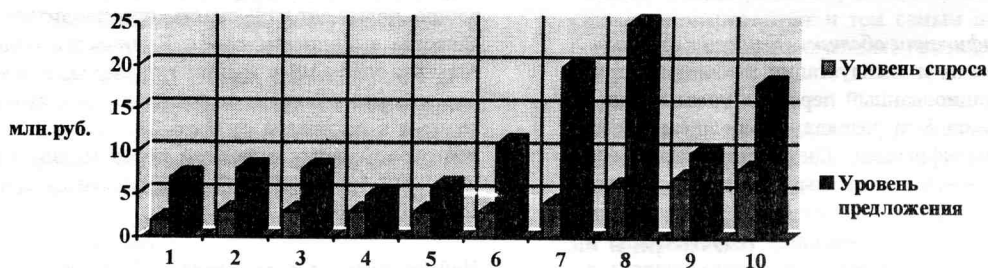


Рис. 2. Спрос и предложение цены на лесохозяйственные машины:

- 1 - Корнеподрезчики;
- 2 - Дисковые бороны;
- 3 - Мульчирователи;
- 4 - Культиваторы;
- 5 - Выкопчные скобы;
- 6 - Опрыскиватели;
- 7 - Плуги;
- 8 - Покровосдиратели;
- 9 - Навески;
- 10 - Сеялки для лесных питомников

Использование СВУ-1.2 и ПК-1.2 снижает трудозатраты на 234 чел/дня на гектар площади питомника за четырехлетний период выращивания. Выход укрупненных сеянцев повысился в 2,5 раза при экономии семян в два раза.

Переходя к техническим аспектам требований, предъявляемых работниками лесного хозяйства РК к механизмам, можно отметить следующее. Фактор первого уровня - эксплуатационная оценка техники с уровнем значимости 23% представлен входящими в него факторами второго уровня со следующими ранговыми оценками: возможность использования машины на нескольких операциях - 34%, степень квалификации обслуживающего персонала - 29%, повышение времени использования техники в году - 22%, снижение числа регулировок - 15%.

Проанализируем степень соответствия требований пользователей к технике на примере вышеуказанного комплекта машин для технологических комплексов выращивания и уборки посадочного материала и создания лесных культур в равнинных условиях.

Принцип многооперационного использования техники заложен во всех конструкциях. Вибрационная сеялка СВУ-1.2 для высева семян в лесных питомниках предназначена как для разбросного, так и для строчного посева, для чего комплектуется набором рассеивающих трубок. Разбросной посев позволяет выращивать крупномерный посадочный материал без перешколивания. Исключив модуль высеваше-го аппарата, сеялку можно использовать для подготовки почвы на поле питомника за счет работы почвенной фрезы. В период рабочего хода реализуется

принцип концентрации технологического процесса путем совмещения операций: выравнивание поверхности поля, рассеяния почвы, уплотнение почвенного ложа, распределение семян, присыпка их почвой и послойное уплотнение почвы над семенами.

Блочно-модульный принцип реализован при изготовлении подрезчика корней ПК-1.2. Рабочие органы подрезчика съемные, т. к. кроме основной функции - подрезки выполняются операции рыхления почвы в междурядьях в режиме культиватора для подавления роста сорняков. В спроектированном модифицированном варианте ПКП-1.5 (планировщик - культиватор - подрезчик) к указанным операциям добавляется возможность внесения удобрений и использование бульдозерной навески для выполнения земляных работ. Лункообразователь Л-2У для механизированной посадки лесных культур агрегируется с энергетическими средствами колесного и гусеничного исполнения, используется для посадки крупномерного материала с открытой корневой системой на дренированных почвах а также на пластах, подготовленных плугом-канавокопателем после мелиорации на болотах. Кроме того, орудие можно использовать для содействия естественному возобновлению леса путем создания минерализированных полос с одновременным высевом семян.

Степень квалификации обслуживающего персонала. Для обслуживания и эксплуатации механизмов требуется квалифицированный персонал уровня машиниста-тракториста 5-го разряда, прошедшего курсы повышения квалификации. Они организовывались на базе лесотехнической школы Кареллеспрома при участии разработчиков лесохозяйственных машин Республики Карелия. Проводились теоретические и практические занятия по освоению новой техники с вручением свидетельств по аттестации механизаторов лесного комплекса.

Повышение времени использования техники в году непосредственно связано с многооперационностью

машин и работой сменных модулей. По данным лесхозов РК и Управления лесами Ленинградской области, количество дней работы в году составляет: для сеялок в лесных питомниках - 6 дней, подрезчиков корней - 15 дней, лесопосадочных машин - 30 дней. С учетом эксплуатации сеялки СВУ-1.2 в режиме почвенной фрезы период использования возрастает до 49 дней. Подрезчик корней, работающий в режиме культиватора, будет загружен 51 день. Модификация ПКП-1.5 с бульдозерной навеской может быть использована круглый год. Универсальный лункообразователь Л-2У, используемый в режиме минерализации почвы, будет иметь календарное время эксплуатации 70 дней. Приведенные примеры показывают действенность блочно-модульного исполнения лесохозяйственной техники.

Снижение числа регулировок, настроек а также количества подготовительных операций перед работой механизмов (в дальнейшем - подготовительные операции). Данный критерий имеет связь со степенью сложности машин, эксплуатационной надежностью, условиями применения, качеством выполняемых работ и их производительностью. Снижение числа подготовительных операций упрощает конструкцию машин за счет доработки ее узлов, когда они полностью соответствуют функциональному назначению, повышает надежность, производительность и качество выполнения работ. Количество подготовительных операций у машин для выращивания посадочного материала и создания лесных культур находится в интервале от 9 до 24. Требуемое число подготовительных операций перед началом работы Л-2У, ПК-1.2 и СВУ-1.2 распределяется соответственно: 9, 15 и 14.

Надежность лесохозяйственной техники. Уровень значимости при ранжировании составляет 14%. Статистические данные по параметру безотказности некоторых механизмов и машин представлены в табл. 1.

Таблица 1

Отказы лесохозяйственной техники за сезон эксплуатации

Машины и механизмы	Период эксплуатации, дней	Количество отказов за период эксплуатации	Рекомендуемое число отказов
Для выкопки посадочного материала	14	6	2
Для подрезки корней	15	7	3
Лесопосадочные машины	20	12	6
Сеялки для лесных питомников	6	4	2
Культиваторы для питомников	18	6	3
Опрыскиватели	21	12	6
Дисковые бороны	14	4	2

Продолжение табл. 1

Мульчирователи	6	2	1
Покровосдиратели	38	18	9
Плуги	19	9	5

Надежность лесохозяйственной техники имеет большие резервы для повышения всех параметров, определяющих способность машин выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. По мнению экспертов, у выпускаемых машин количество отказов при эксплуатации должно быть снижено в два-три раза. Техника, используемая в лесном хозяйстве, должна быть надежной, простой, недорогой, по возможности универсальной.

Важность ранговой корреляции конструкторских параметров лесохозяйственных машин оценена экспертами в 10%. Факторы второго уровня составили величины: приспособленность к ремонтпригодности 55% и снижение металлоемкости - 45%.

Приспособленность к ремонтпригодности учитывает степень взаимозаменяемости, доступности, легкосъемности и контролепригодности элементов конструкции и ее составных частей. Оценка уровня ремонтпригодности предусматривает нормирование удельной суммарной оперативной и средней оперативной трудоемкости технических обслуживаний. В дальнейших исследованиях полученные зависимости представляется возможным прогнозировать от степени сложности машин.

Материалоемкость лесных машин связана с расходом энергии тягового средства. Снижение расхода конструкционных материалов также сказывается на ресурсосбережении в производстве машин. Диапазон по массе разработанных механизмов (ПКГ-1.2; ПКВ-1.2; СВУ-1.2; Л-2) распределяется соответственно: 190, 290, 400, 580 кг. При разработке комплекса машин проводился выбор конструкционных материалов с учетом действующих нагрузок. Масса Л-2У имеет ограничение по грузоподъемности механизма навески тягового средства, не превышая величину 800 кг. У созданных машин имеются резервы снижения материалоемкости за счет применения прогрессивных конструкционных материалов.

Материалоемкость лесных машин и механизмов связана с расходом энергии на выполнение работы. Расход энергии - один из основных критериев оценки машин и технологий лесовосстановительных работ.

Приведем энергетические параметры комплекта машин ПетрГУ. Тяговое усилие, необходимое лункообразователю Л-2У при образовании лунки, не превышает величину 4 кН, общее сопротивление тяге

трактора в процессе приготовления двух рядов посадочных лунок не превышает 10 кН. Таким образом, соблюдается соотношение величины тягового усилия, расходуемого на работу навесного механизма, к величине усилия, создаваемого трактором, которое не должно превышать величину, равную 0,8. Лункообразователи агрегатируются с тракторами класса тяги 14 и 30 кН.

Вибрационная сеялка СВУ-1.2 в технологическом процессе потребляет величину энергии не более 10 кВт, что составляет 18% энергетического баланса тягового средства. Энергоемкость подрезчика корневой ПК-1.2 ниже аналогичных почвообрабатывающих машин в два раза.

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что энергетические показатели комплекта лесовосстановительных машин удовлетворяют концепции снижения энергозатрат и тем самым отвечают требованиям ресурсосберегающей технологии лесовосстановления.

Агротехнические требования. В частности, возможность работы техники на нераскорчеванных завалуненных площадях оценена экспертами с уровнем значимости 9%. Для региона РК с каменистыми почвами и неразвитым почвенным слоем создание лесовосстановительных машин, приспособленных для местных условий, имеет особую актуальность. Лункообразователи Л-2, Л-22, Л-2У используются при подготовке посадочных мест на нераскорчеванных вырубках с завалуненными дренированными почвами, с числом пней до 1 000 шт/га. Характер рельефа определяет выбор колесного или гусеничного трактора.

Экологическое соответствие машин составляет долю в 7%. Учитывается исключение деградации почвы и применение ядохимикатов, сохранение природного ландшафта, флоры и фауны, а также воспроизводство хозяйственно ценных пород. Повысить сохранность и ускорить рост хвойных культур можно за счет использования крупномерного посадочного материала под лункообразователи Л-2. Подготовка лесокультурной площади сводится к полосной расчистке рядов проходов с минимальной повреждаемостью почвенного слоя.

Эргономическое соответствие машин составляет долю в 6%. Учитываются уровень шума и вибрации на рабочем месте, удобство в управлении, исключение травматизма. Эстетическое восприятие конструкции

машины должно соответствовать целостности формы и назначения, пропорциональности элементов, цветовому восприятию. Уровень соответствия лесохозяйственных механизмов ПетрГУ эргономическим требованиям подтверждается 12 авторскими свидетельствами и патентами, а также медалями на все-российских выставках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обработка экспертных данных позволила выявить уровень количественных и качественных требований, предъявляемых специалистами лесного хозяйства к используемым машинам и механизмам.

Оценка комплекта лесовосстановительных машин, разработанных в ПетрГУ, показала соответствие их технических характеристик уровню лесотехнических требований. Комплект машин может быть включен в технологические комплексы выращивания и уборки посадочного материала, а также использоваться для

создания лесных культур в равнинных условиях природно-климатической зоны региона Республики Карелия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980. 263 с.
2. Тацон М. В. Лесные технологии на фоне структурной перестройки ЛПК // Лесная пром-сть. 1996. № 2. С. 2-4.
3. Цыпук А. М. Повышение эффективности лесовосстановительных работ ресурсосберегающей технологией: Автореф. дис ... д-ра. техн. наук / ЛТА. СПб., 1996. 299с.