

630<sup>x</sup>  
К66

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 630\*311

КОРЗУН  
ИГОРЬ ИВАНОВИЧ

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ МАШИН НА  
РУБКАХ ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО  
КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Минск 2002

Работа выполнена в Белорусском государственном  
технологическом университете

Научные руководители: кандидат экономических наук,  
профессор В.Г. ЗОЛОТОГОРОВ, Белорусский  
государственный технологический универси-  
тет, кафедра экономики и управления на пред-  
приятиях химико-лесного комплекса;  
кандидат технических наук,  
доцент А.С. ФЕДОРЕНЧИК, Белорусский  
государственный технологический универси-  
тет, кафедра лесных машин и технологии  
лесозаготовок

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор  
Б.Н. ЖЕЛИБА, Минский институт управления,  
кафедра финансов и кредита

доктор технических наук, профессор  
Н.П. ВЫРКО, Белорусский государственный  
технологический университет,  
кафедра транспорта леса

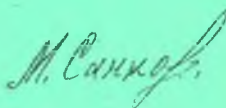
Оппонирующая организация Институт леса Национальной академии  
наук Беларуси

Защита состоится «22» ноября 2002 г. в 14<sup>00</sup>  
на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.01  
при Белорусском государственном технологическом университете  
по адресу: 220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, тел. 227-62-41

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
Белорусского государственного технологического университета

Автореферат разослан «14» октября 2002 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций  
кандидат экономических наук



М.М. Санкович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Разнообразие техники, используемой в лесозаготовительном процессе на предприятиях лесного комплекса, создание и развитие в Республике Беларусь собственного лесного машиностроения, ориентированного на выпуск машин и оборудования для лесного хозяйства и лесозаготовительной промышленности, потребовали решения проблемы оценки эколого-экономической эффективности различных систем машин с учетом их работы в конкретных производственных и климатических условиях. Для отечественных предприятий решение вопросов, связанных с применением существующих и перспективных систем машин, удовлетворяющих требованиям лесной сертификации, – основа их конкурентоспособности и финансовой стабильности, снижения затрат, связанных с инвестициями, эксплуатацией и обслуживанием лесозаготовительной техники. В этих условиях становится актуальной оценка эколого-экономической эффективности различных систем машин на рубках главного пользования.

Вопросы методологии построения эколого-экономической оценки природных ресурсов достаточно подробно изложены в работах А.Д. Янушко, А.В. Неверова, О.С. Шимовой, Б.Н. Желибы, А.В. Равино, С.Б. Качановского и др. Значительный вклад в решение отдельных аспектов проблемы, связанной с оценкой сравнительной экономической эффективности различных систем лесосечных машин, внесли: В.Г. Золотогоров, П.С. Гейзлер, А.С. Федоренчик, А.В. Жуков, А.П. Матвейко и др. Среди российских ученых следует отметить работы К.И. Вороницына, Г.К. Виногорова, В.А. Барановского, В.Г. Кочегарова, А.К. Редькина, Н.А. Бурдина, Б.М. Большакова, Р.М. Некрасова, а также работы ученых других стран: Г. Зеннблада (Швеция), Р. Савалайнена, Р. Хаккилы (Финляндия), А. Машика, З. Лаурова (Польша), И. К. Иевиня (Латвия) и др.

Несмотря на широту и глубину выполненных исследований, в них практически отсутствуют вопросы оценки экологического ущерба, наносимого той или иной системой машин лесной экосистеме, а лесозаготовителями еще не выработана общепризнанная методика комплексной оценки эколого-экономической эффективности систем лесозаготовительных машин, применяемых на рубках главного пользования. Предлагаемый в работе подход нацелен на решение данной проблемы и обуславливается концепцией устойчивого развития лесного хозяйства Республики Беларусь до 2015 года.

**Связь работы с крупными научными программами, темами.** Диссертация соответствует научной тематике кафедр БГТУ: экономики и управления на предприятиях химико-лесного комплекса; лесных машин и технологии лесозаготовок. Соискатель принял участие в выполнении следующих исследований:

– 1997–1998 гг. БС 97-201 «Лес – экология и ресурсы» (№ ГР 19973221) по заданию 13 «Разработать проекты стандартов экологической сертификации систем лесных машин»;

1997 г. – этап 13.01 «Разработать проект стандарта экологической сертификации системы лесных машин для рубок главного пользования»;

387ар

1998 г. – этап 13.02 «Разработать проект стандарта экологической сертификации системы лесных машин для рубок промежуточного пользования»;  
 – 1999–2000 гг. Программа проведения работ по лесной сертификации в Республике Беларусь. Задание 7. Разработка СТБ «Машины лесные для рубок ухода. Машины лесозаготовительные для рубок главного пользования».

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования является разработка методологических и методических основ оценки эколого-экономической эффективности существующих и перспективных систем машин, используемых на рубках главного пользования в контексте проблем лесной сертификации и устойчивого лесопользования. В соответствии с поставленной целью предусмотрено решение следующих основных задач:

- изучение и обобщение накопленного теоретического и практического опыта по экономической оценке систем лесозаготовительных машин, аспектов и проблем ее осуществления;
- разработка эколого-экономической типизации природно-производственных условий лесозаготовительных районов Республики Беларусь и на ее основе оценка применимости лесозаготовительной техники;
- обоснование системы показателей эколого-экономической оценки комплексов машин, применяемых на рубках главного пользования;
- разработка методики комплексной оценки эколого-экономической эффективности систем машин на рубках главного пользования с учетом экологических последствий их применения в соответствии с требованиями лесной сертификации.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования являются эколого-экономические отношения, возникающие при эксплуатации на рубках главного пользования существующих и перспективных систем машин. Предмет исследования – методология и методика построения эколого-экономической оценки систем лесозаготовительных машин.

**Методология и методы проведенного исследования.** Методологической основой исследования явились: научные труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам технологии лесосечных работ и оценке экономической эффективности отдельных лесозаготовительных машин и их систем; работы по проблемам экологической совместимости систем машин с лесной средой; современные методы математического анализа; «Стратегический план развития лесного хозяйства Республики Беларусь до 2015 года»; нормативно-правовая документация предприятий концерна «Беллесбумпром» и Комитета лесного хозяйства при Совете Министров РБ; Лесной кодекс и другие законодательные акты Республики Беларусь.

**Научная новизна работы** состоит в разработке и обосновании методологических и методических основ эколого-экономической оценки систем машин на рубках главного пользования с учетом экологических последствий их применения. Наиболее существенными результатами выполненного исследования являются:

- исследованы тенденции развития хлыстовой и сортиментной технологий лесозаготовок, а также конструкций лесозаготовительной техники, необ-

ходимой для выполнения этих работ в республике и за рубежом на ближайшую перспективу;

- впервые проведена эколого-экономическая систематизация лесопокрываемых площадей республики, разработан алгоритм и коэффициенты применимости систем машин с учетом условий их рациональной эксплуатации;
- разработана и обоснована система показателей, характеризующая эколого-экономическую эффективность систем машин, применяемых на рубках главного пользования;
- обоснованы и рассчитаны показатели учета степени повреждения лесосеки (лесной экосистемы) по операциям технологического процесса;
- разработана методика комплексной оценки эколого-экономической эффективности систем машин на рубках главного пользования, позволяющая количественно оценить величину экологического ущерба, наносимого системой машин лесосеке при ее разработке с учетом лесорастительных и природно-климатических условий.

**Практическая значимость результатов исследования.** Теоретические разработки и полученные результаты, имеющие прикладной характер, рекомендованы к использованию:

- Комитетом лесного хозяйства при Совете Министров Республики Беларусь при обосновании потребностей в лесозаготовительной технике и установлении размера компенсационных платежей за экологический ущерб;
- концерном «Беллесбумпром» при разработке требований к конструкциям существующих и перспективных систем лесосечных машин;
- машиностроительными предприятиями республики, выпускающими лесозаготовительную технику (Минский тракторный завод, АО «Амкор» и др.) при проектировании и создании новых, модернизации уже существующих машин и оборудования;
- Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды при разработке нормативно-правовой документации;
- лесозаготовительными предприятиями при определении условий эффективного применения лесосечных систем машин в конкретных природно-производственных условиях;
- высшими и другими учебными заведениями республики при подготовке студентов экономических и технических специальностей, а также при повышении квалификации специалистов лесного комплекса.

Отдельные положения диссертации включены в Проекты СТБ Республики Беларусь «Рубки главного пользования. Экологические требования к технологиям», «Машины лесные для рубок главного пользования. Экологические требования», разработанные в рамках ВНК «Стандарт», а также ГНТП «Лес – экология и ресурсы» (1997–1998 гг.), программу Министерства экономики по освоению заболоченных лесосек (2000 г.)

Разработанные в диссертации положения внедрены в учебный процесс (курсовое и дипломное проектирование студентов специальностей «Экономика и управление», «Лесоинженерное дело», «Машины и оборудование лесного комплекса»).

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

- система показателей, характеризующих эколого-экономическую эффективность систем машин на лесозаготовках;
- эколого-экономическая типизация природно-производственных условий лесозаготовительных районов Республики Беларусь;
- показатели, характеризующие степень повреждения почвенного покрова лесосеки системой машин и методика их определения;
- коэффициенты применимости систем лесосечных машин в конкретных условиях и методика их определения;
- методика эколого-экономической оценки систем машин на рубках главного пользования.

**Личный вклад соискателя.** Автор принимал непосредственное участие в постановке исследования, разработке методики комплексной оценки эколого-экономической эффективности систем машин на рубках главного пользования; в разработке алгоритма и определении коэффициентов, учитывающих повреждения лесной экосистемы по операциям технологического процесса; в разработке методики обоснования коэффициентов применимости систем машин; в проведении оценочных расчетов по определению величины экологического ущерба, наносимого лесозаготовительной техникой.

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на следующих конференциях и семинарах:

- 62-ой (февраль 1998 г.), 63-ей (февраль 1999 г.), 64-ой (ноябрь 2000 г.) научно-технических конференциях БГТУ, Минск;
- I Международной научно-практической конференции «Экология и молодежь», Гомель, апрель 1998 г.;
- Международной научно-технической конференции «Лес – экология и ресурсы», Минск, ноябрь 1998 г.;
- Международной научной конференции «Лес, наука, молодежь», Гомель, октябрь 1999 г.;
- Международной научно-технической конференции «Лес – 2000», Брянск, октябрь 2000 г.;
- Международной научно-технической конференции «Леса Беларуси и их рациональное использование», Минск, ноябрь 2000 г.;
- Международной научно-технической конференции «Новые технологии рециклинга вторичных ресурсов», Минск, октябрь 2001 г.

**Опубликованность результатов.** Основные положения и выводы, полученные в ходе исследования, изложены в 14 печатных работах (в том числе в 7 научных статьях), общим объемом 67 страниц.

**Структура и объем диссертации.** Структура работы обусловлена целью, задачами, спецификой объекта и логикой исследования. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Полный объем диссертации – 164 страницы, объем, занимаемый иллюстрациями – 10 страниц (13 ил-

люстраций); таблицами - 30 страниц (42 таблицы); приложениями - 20 страниц (5 приложений). Количество использованных источников - 144.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

**Первая глава «Методические особенности эколого-экономической оценки систем лесозаготовительных машин»** посвящена анализу современных представлений по проблемам эффективности использования лесозаготовительной техники. Установлено, что ее износ на предприятиях лесного комплекса превышает 70%. Формирование систем машин, включающих гусеничную и колесную технику, из-за финансовых затруднений предприятий осуществляется нерационально, что сказывается на эффективности их использования.

Анализ применяемых в республике технологий и способов разработки лесосек, а также соответствия конструктивных и технических параметров лесозаготовительных машин природно-производственным условиям позволил сформулировать и обосновать следующие системы машин.

### *Вывозка хлыстов:*

- №1 – МП-5 «Урал-2»+«Husqvarna-268»+ТДТ-55А+ПЛ-1В+МАЗ-5434+1НС<sup>1</sup>;
- №2 – МП-5 «Урал-2»+«Stihl-036»+ТТР-401+ПЛ-1В+МАЗ-5434+1НС;
- №3 – 2 «Husqvarna-268»+МЛ-127+ПЛ-1В+МАЗ-5434+1НС;
- №4 – 2 «Stihl-036»+Амкодор-2200+ПЛ-1В+МАЗ-5434+1НС;
- №5 – ЛП-17А+ЛП-30Б+ПЛ-1В+МАЗ-5434+1НС.
- №6 – МП-5 «Урал-2»+ТБ-1М+2 «Husqvarna-268»+ПЛ-1В+МАЗ-5434+1НС.

### *Вывозка сортиментов:*

- №7 – 4 «Husqvarna-268»+МЛ-131+МАЗ-6303-26+1НС<sup>2</sup>.
- №8 – 4 «Stihl-036»+МЛПТ-354+МАЗ-6303-26+1НС.

### *Примечания:*

1. При вывозке хлыстов 1НС включает: ЛТ-10 + ЛО-15С + Б-22У + ККЛ-12.5.
2. При вывозке сортиментов 1НС включает: ЛТ-10 + ККЛ-12,5.

Проведенный анализ существующих концепций построения экономической оценки лесосечных машин и оборудования показал, что большинство из них игнорирует экологический ущерб, имеющий место при эксплуатации лесозаготовительной техники. В этой связи в работе предложена методологическая схема построения оценки эколого-экономической эффективности систем машин (рис 1.), разработана методика и обоснована система показателей для их оценки. Она включает: производительность систем машин; производительность труда (трудоемкость работ); эксплуатационные затраты потребителя; инвестиции; коэффициент применяемости систем машин; экологическую совместимость систем машин с лесной средой.

Представленные выше показатели являются исходными для определения совокупных затрат – обобщающего показателя комплексной оценки эколого-экономической эффективности систем лесозаготовительных машин и прямо или косвенно отражаются в нем.



Рис. 1. Методологическая схема эколого-экономической оценки систем машин на рубках главного пользования

Совокупные затраты ( $Z_y^0$ ) от эксплуатации системы машин за амортизационный срок службы ( $n$ ) определяются по формуле:

$$\sum_{t=t_n}^{t_k} Z_y^0 = \left[ \frac{\sum_{t=t_n}^{t_k} C_t + \sum_{t=t_n}^{t_k} P_{ct} + \sum_{t=t_n}^{t_k} K_{nt} - \sum_{t=t_n}^{t_k} J_t}{P_{год} \cdot n} \right] \Rightarrow \min, \quad (1)$$

Компонента ( $C_t$ ) рассчитывается по формуле:

$$\sum_{t=t_n}^{t_k} C_t = \sum_{t=t_n}^{t_k} Z_{yt} \cdot P_{год} \cdot \alpha_t, \quad (2)$$

где  $C_t$  – себестоимость заготовленной древесины по конкретной системе машин в расчете на ее годовую производительность в  $t$ -м году;  $Z_{yt}$  – удельные (на  $1 \text{ м}^3$ ) эксплуатационные затраты по системе машин в  $t$ -м году;  $P_{год}$  – го-



довая производительность системы машин в  $t$ -м году;  $\alpha_t$  – коэффициент дисконтирования.

Вторая составляющая ( $P_{ct}$ ) рассчитывается по формуле:

$$\sum_{t=t_n}^{t_k} P_{ct} = \sum_{t=l}^{\omega} \mathcal{E}_{yt} \cdot N \cdot \alpha_t, \quad (3)$$

где  $P_{ct}$  – стоимостная оценка экологических последствий применения системы машин в  $t$ -м году;  $\mathcal{E}_{yt}$  – величина экологического ущерба, наносимого системой машин лесосеке при ее разработке в  $t$ -м году;  $N$  – количество лесосек, осваиваемых системой машин за год, шт.;  $\omega$  – срок эксплуатации системы машин.

Третью компоненту формулы ( $K_{nt}$ ) можно определить из выражения:

$$\sum_{t=t_n}^{t_k} K_{nt} = \sum_{t=t_n}^{t_k} BC_{cm}, \quad (4)$$

где  $BC_{cm}$  – балансовая стоимость системы машин в  $t$ -м году. В данном случае под балансовой стоимостью следует понимать стоимость, которая складывается из цены приобретения всех машин входящих в систему, а также расходов, связанных с доставкой техники на предприятие и монтажом лесозаготовительного оборудования.

В случаях, когда на конец расчетного периода остаются основные фонды, которые можно использовать еще ряд лет, величина ( $L_t$ ) определяется как их остаточная стоимость (как минимум по цене металлолома). Лучшим признается вариант системы, имеющий минимальные затраты.

Адекватность оценки эколого-экономической эффективности систем машин по представленной методике обусловлена наличием информации о рациональных условиях их эксплуатации в различных природно-производственных условиях.

Во второй главе «Эколого-экономическая типизация природно-производственных условий РБ» на основании материалов, характеризующих лесные территории Беларуси (почвенные карты лесхозов и лесничеств, планы лесонасаждений и др.) выполнена типизация природно-производственных условий Республики Беларусь. Типообразующие факторы, принятые для ее выполнения представлены на рис.2

В табл. 1–3 проведена классификация природно-производственных условий республики по факторам, представленным на рис.2

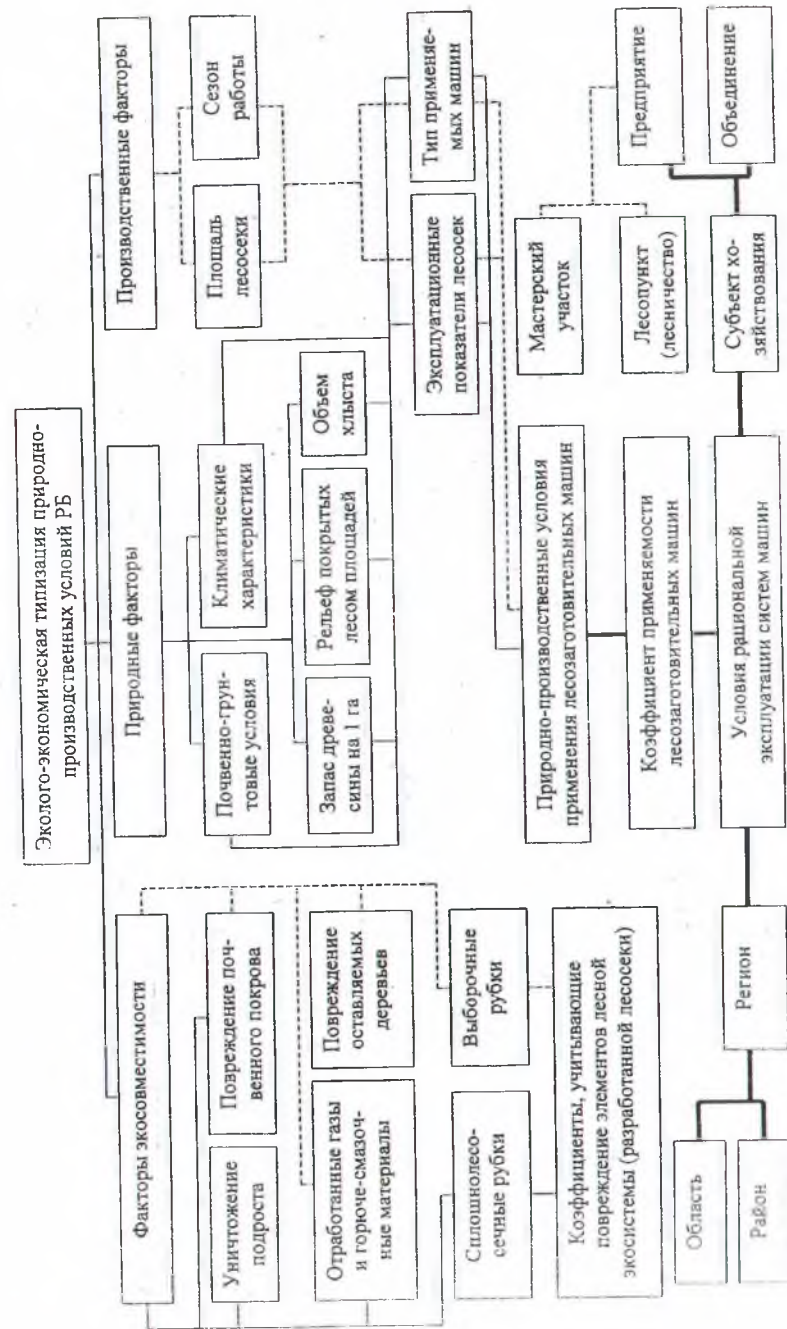


Рис. 2. Эколого-экономическая типизация природно-производственных условий РБ

Таблица 1

Характеристика лесных площадей по крупности деревьев, %

ПЛХО	Средний объем хлыста, м <sup>3</sup>				
	0,14...0,17	0,18...0,21	0,22...0,29	0,3...0,39	0,4...0,45
Брестское	35,5	47,1	13,2	2,8	1,4
Гомельское	37,2	42,6	15,4	4,2	0,6
Гродненское	39,1	45,3	12,3	2,1	1,2
Витебское	21,5	41,2	25,3	11,0	1,0
Минское	32,6	44,0	16,0	6,1	1,3
Могилевское	33,4	47,7	13,2	4,5	1,2
Итого по РБ	33,2	44,7	15,9	5,1	1,1

Таблица 2

Характеристика лесных площадей по рельефу, %

ПЛХО	Тип рельефа, град		
	до 10°	11-15°	более 15°
Брестское	100	-	-
Гомельское	99	0,6	0,4
Гродненское	98,8	0,8	0,4
Витебское	96,2	2,5	1,3
Минское	99,1	0,6	0,3
Могилевское	99,4	0,4	0,2
Итого по РБ	98,8	0,8	0,4

Таблица 3

Характеристика почвенно-грунтовых условий, %

ПЛХО	Категория почвенно-грунтовых условий				
	I	II	III	IV.1	IV.2
Брестское	38,3	31,1	7,6	11,3	11,7
Гомельское	43,6	33,8	7,9	8,3	6,4
Гродненское	51,8	36,5	3,3	4,3	4,1
Витебское	18,4	41,8	10,5	15,0	14,3
Минское	36,8	41,9	4,1	8,7	8,5
Могилевское	34,7	45,7	6,8	6,5	6,3
Итого по РБ	37,2	38,5	6,7	9,1	8,5

Для объективной оценки возможности освоения лесосечного фонда конкретного лесозаготовительного района (или любой его части) той или иной системой машин в работе введено понятие коэффициента применимости ( $K^{np}$ ).  $K^{np}$  можно рассматривать как функцию от факторов, изменяющихся во времени и месте. Поэтому в качестве исходного для определения  $K^{np}$  машин (и их систем) нами введено некоторое множество «А» – природно-производственные условия лесозаготовительных районов республики. Оно включает в себя подмножества  $B = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}$  – категория почвенно-грунтовых условий (ПГУ);  $C = \{c_1, c_2, c_3,$

$c_4, c_5$  } – средний объем хлыста;  $D = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5\}$  – рельеф местности, т. е.  $A \subset B, A \subset C, A \subset D$ .

Здесь элементы подмножества:  $b_1 \dots b_5$  – соответственно представляют I, II, III, IV.1, IV.2 категорию ПГУ;  $c_1 \dots c_5$  – соответственно выражают следующие градации объемов хлыста в м<sup>3</sup>: 0,14...0,17; 0,18...0,21; 0,22...0,29; 0,3...0,45; 0,46 и более;  $d_1 \dots d_5$  – соответственно отражают тип рельефа с уклоном: до 10°; 11...15°; более 15°. В общем виде, коэффициент применяемости – это степень соответствия технических возможностей машины пересечению  $(A=B \cap C \cap D)$  перечисленных выше подмножеств.

Учитывая вышеизложенное, коэффициент применяемости машины ( $K^{np}$ ) для области (региона), определяется по формуле:

$$K^{np} = \frac{\sum_{b=1}^5 K_b^n \cdot S_b}{\sum_{b=1}^5 S_b} \quad (5)$$

где  $K_b^n$  – коэффициенты применяемости машины на категории грунта ( $K_{I \dots IV.2}$ );  $S_b$  – площадь леса с соответствующей категорией (несущей способностью) грунта в области, %.

$$K_b^n = K_b^{0,93} \cdot K_c^n \cdot K_d^n \quad (6)$$

где  $K_b^{0,93}$  – коэффициент, характеризующий возможность эксплуатации машины на  $b$  – й категории грунта (типе леса) в течение года;  $K_c^n, K_d^n$  – коэффициенты, учитывающие соответственно применимость по среднему объему хлыста и по типу рельефа.

Значения  $K_b^{0,93}$ , характеризующие возможность применения за год, принятых к рассмотрению машин для различных категорий почвенно-грунтовых условий определены на основании эколого-экономической типизации природно-производственных условий Республики Беларусь.

Коэффициенты ( $K_c^n$ ) и ( $K_d^n$ ) в свою очередь определяются по формулам:

$$K_c^n = \sum_{c=1}^5 f_c^n \cdot P_c \quad (7)$$

$$K_d^n = \sum_{d=1}^5 f_d^n \cdot P_d \quad (8)$$

где  $f_c^n, f_d^n$  – коэффициенты, учитывающие возможность применения машины или механизма в рамках элементов подмножеств соответственно среднего объема хлыста и рельефа местности. Их значения равно 0 когда применение машины невозможно из-за конструктивных особенностей и 1 – когда для

машины нет ограничивающих условий;  $p$  – удельный вес (доля площади) соответствующих элементов подмножества.

Коэффициент применяемости системы лесосечных машин ( $K_{см}^{np}$ ) определяется минимальным значением из коэффициентов применяемости машин, входящих в систему:

$$K_{см}^{np} = K_n^{np} \rightarrow \min, \quad (9)$$

где  $K_n^{np}$  – коэффициент применяемости  $n$ -й машины, входящей в систему.

Результаты расчета коэффициентов применяемости систем машин по областям республики представлены в табл. 4

Таблица 4

Коэффициенты применяемости систем машин

Система машин	Коэффициент применяемости по областям					
	Минская	Брестская	Могилевская	Гомельская	Гродненская	Витебская
Вывозка хлыстов						
1	0,801	0,759	0,819	0,821	0,868	0,682
2	0,630	0,630	0,651	0,674	0,748	0,465
3	0,747	0,707	0,764	0,767	0,837	0,610
4	0,717	0,680	0,743	0,741	0,807	0,577
5	0,731	0,701	0,745	0,761	0,816	0,605
6	0,794	0,743	0,813	0,814	0,841	0,679
Вывозка сортиментов						
7	0,785	0,744	0,805	0,800	0,860	0,643
8	0,736	0,697	0,751	0,754	0,820	0,586

Как видно из табл. 4, наиболее благоприятные условия эксплуатации в Гродненской области, менее благоприятные в Витебской области.

Разработанная методика определения коэффициентов применяемости, как отдельных машин, так и их систем, позволяет оценить возможности освоения ими лесосечного фонда или любой его части применительно к рассматриваемому региону или структурному подразделению предприятия. По величине коэффициента применяемости можно судить о перспективности и целесообразности применения и закупки (выпуска) машин или систем для конкретных природно-производственных условий.

При оценке эколого-экономической эффективности систем машин важно и целесообразно учитывать степень их экологической совместимости с лесной средой, которая выражается экологическим ущербом, наносимым комплексом машин разрабатываемой лесосеке.

*Экологический ущерб* – это доля затрат, необходимая для компенсации отрицательного воздействия системы машин в процессе лесозаготовок на лесную экосистему, превышающая регламентированные значения.

При проведении *сплошнолесосечных рубок без сохранения подроста* экологический ущерб ( $\mathcal{E}$ ) определялся по формуле:

$$\mathcal{E}_y = C_{л.с} \cdot K \cdot S_n + \mathcal{E}_{а.с} + \mathcal{E}_n, \quad (10)$$

где  $C_{л.в.}$  – средняя себестоимость 1 га лесовозобновления, включающая стоимость подроста, руб.;  $K$  – коэффициент, учитывающий долю увеличения затрат, необходимых на лесовозобновление в зависимости от степени повреждения элементов лесной экосистемы;  $S_n$  – площадь разрабатываемой лесосеки, га;  $\mathcal{E}_{a.в.}$  – величина ущерба от загрязнения атмосферного воздуха (на лесосеке) отработанными газами и горюче-смазочными материалами;  $\mathcal{E}_n$  – величина ущерба от загрязнения почвенного покрова (на лесосеке) отработанными газами и горюче-смазочными материалами.

Для определения коэффициента ( $K$ ) предложено выражение:

$$K = K_{\beta} \cdot K_{x.o} \cdot K_{\gamma} \quad (11)$$

где  $K_{\beta}$  – коэффициент, учитывающий степень повреждения почвенного покрова;  $K_{x.o}$  – коэффициент, учитывающий возможность хозяйственного освоения лесосеки (ее заболоченность);  $K_{\gamma}$  – коэффициент, учитывающий категорию защитности лесов.

Величина ущерба от загрязнения атмосферного воздуха ( $\mathcal{E}_{a.в.}$ ) при эксплуатации системы машин определялась по формуле:

$$\mathcal{E}_{a.в.} = \sum_{\psi=1}^l C_{н\psi} \cdot M_{н\psi} \quad (12)$$

где  $C_{н\psi}$  – ставка налога за 1 тонну выброса вредных веществ  $\psi$ -й машиной или механизмом, занятыми в системе;  $M_{н\psi}$  – масса выброса вредных веществ  $\psi$ -й машиной или механизмом (на лесосеке);  $l$  – число машин и механизмов, занятых в системе.

Ущерб от загрязнения почвенного покрова отработанными газами и горюче-смазочными материалами ( $\mathcal{E}_n$ ) определялся соотношением:

$$\mathcal{E}_n = 0,1 \cdot \mathcal{E}_{a.в.} \quad (13)$$

При проведении *сплошнолесосечных рубок с сохранением подроста* величина экологического ущерба ( $\mathcal{E}_{\psi}$ ) определялась по формуле:

$$\mathcal{E}_{\psi} = C_{л.в.}^* \cdot K \cdot S_n + \mathcal{E}_{a.в.} + \mathcal{E}_n \quad (14)$$

где  $C_{л.в.}^*$  – средняя себестоимость 1 га лесовозобновления, руб.

Компонента ( $C_{л.в.}^*$ ) определялась по следующей формуле:

$$C_{л.в.}^* = C_{б.н.} + C_n \cdot \left[ \frac{(100 - a)}{100} \right] \quad (15)$$

где  $C_{б.л.}$  – средняя себестоимость 1 га лесовозобновления без стоимости подроста, руб.;  $C_n$  – цена подроста, необходимого для возобновления 1 га, руб.;  $a$  – процент сохранившегося подроста.

Экологический ущерб, наносимый системами машин при проведении *выборочных рубок* наряду с повреждением почвенного покрова включает и экономические потери от повреждения оставляемых деревьев. Экономические потери от повреждения оставляемых на доразращивание деревьев – есть альтернативное выражение стоимости экологического ущерба. Его величина ( $\mathcal{E}_y$ ) определялась по формуле:

$$\mathcal{E}_y = \mathcal{E}P_{нд} \cdot K_{\mu\beta} \cdot S_n + \mathcal{E}_{ав} + \mathcal{E}_n, \quad (16)$$

где  $\mathcal{E}P_{нд}$  – экономические потери от повреждения оставляемых на доразращивание деревьев;  $K_{\mu\beta}$  – коэффициент, характеризующий  $\mu$  – ю степень повреждения оставляемых деревьев при  $\beta$  – й степени повреждения почвенного покрова ( $\mu = 1 \dots 3, \beta = 1 \dots 3$ ).

Коэффициент ( $K_{\mu\beta}$ ) определяется по формуле:

$$K_{\mu\beta} = K_\mu \cdot K_\beta \cdot K_{х.с} \cdot K_3, \quad (17)$$

где  $K_\mu$  – коэффициент, характеризующий степень повреждения оставляемых на доразращивание деревьев.

Для определения ( $K_\mu$ ) предложено выражение:

$$K_\mu = \frac{P_n + Y_\mu \cdot P_n}{P_n}, \quad (18)$$

где  $P_n$  – попенная плата, руб./м<sup>3</sup>;  $Y_\mu$  – удельный вес (доля) поврежденных деревьев;  $P_n$  – разница между деловым и поврежденным (дровяным) стволом в возрасте спелости, руб./м<sup>3</sup>. Доля поврежденных деревьев соответственно при слабой, средней, сильной степени составит:  $Y_1 = 0; Y_2 = 0,5; Y_3 = 1$ . По разработанной методике проведена оценка экологического ущерба исследуемых систем машин (рис. 3).

Анализ рис. 3 показывает, что наиболее экологически совместимыми с лесной средой являются системы машин на колесной базе. Полученные при выполнении эколого-экономической типизации природно-производственных условий результаты могут быть использованы при решении вопросов рационального планирования и организации освоения лесосечного фонда, распределения новой лесозаготовительной техники и ее порайонной привязки, обоснования параметров вновь создаваемой техники, разработки технических, экономических, эксплуатационных и лесоводственно-экологических нормативов по использованию лесозаготовительных машин и оборудования.



Рис 3. Экологический ущерб от систем машин

В третьей главе «Комплексная оценка эколого-экономической эффективности систем лесозаготовительных машин» дан расчет показателей и выполнена комплексная оценка эколого-экономической эффективности систем машин по состоянию цен (топливо, смазочные и ремонтные материалы, запасные части) на 1.02.2001 г.

Таблица 5  
Совокупные затраты систем лесозаготовительных машин

Система машин	Величина совокупных затрат по ПЛХО, тыс. руб./м <sup>3</sup>					
	Брестское	Могилевское	Гомельское	Гродненское	Минское	Витебское
<b>Вывозка хлыстов</b>						
1	15.58	15.49	15.53	15.48	15.48	15.50
2	18.82	18.74	18.78	18.74	18.74	18.76
3	14.05	13.97	14.01	13.97	13.97	13.99
4	17.13	17.05	17.09	17.04	17.04	17.06
5	21.61	21.44	21.48	21.38	21.45	21,40
6	15.21	15.07	15.12	15.04	15.04	15,06
<b>Вывозка сортиментов</b>						
7	11.18	11.08	11.11	11.06	11.05	11,07
8	13.72	13.62	13.66	13.60	13.59	13,62

Анализ табл. 5 показывает, что по исследуемым системам машин величина совокупных затрат изменяется от 11,05 до 21,61 тыс. руб./м<sup>3</sup>. Диапазон его колебания по комплексам машин, обеспечивающим заготовку хлыстов, составляет 13,97 – 21,61 тыс. руб./м<sup>3</sup>. Для систем машин, работающих по сортиментной технологии, он составляет 11,05 – 13,72 тыс. руб./м<sup>3</sup>.

Наиболее эффективной из «хлыстовых» является система машин №3. Ее применение в природно-производственных условиях республики обеспечивает минимальную величину совокупных затрат в разрезе ПЛХО (в сред-

нем около 14 тыс. руб./м<sup>3</sup>). При заготовке сортиментов более предпочтительной признается эксплуатация системы машин №7 ( $3^y = 11,05 - 11,18$  тыс. руб./м<sup>3</sup>).

Сравнительный анализ позволяет сделать вывод о том, что эколого-экономическая эффективность систем машин, применяемых при заготовке сортиментов выше, чем эффективность применяемых на заготовке хлыстов. У «сортиментных» комплексов себестоимость заготовки 1 м<sup>3</sup> древесины ниже в среднем на 25–30% ее величины у «хлыстовых» систем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Возросшая техногенная нагрузка на естественные ресурсы, ориентация Республики Беларусь на устойчивое развитие, интеграция экономических и экологических интересов предприятий лесного хозяйства и лесозаготовительной промышленности предопределили необходимость выработки нового подхода к экономической оценке систем машин на лесосечных работах при выполнении рубок главного пользования. Данный подход базируется на комплексной оценке эколого-экономической эффективности применения различных систем машин, учитывающей не только результаты эксплуатации, но и сопутствующие эффекты (экологический, социальный др.) [1–4].

2. Особое значение в системе устойчивого развития лесного хозяйства, основанного на принципах непрерывности и неистощимости лесопользования, имеет анализ влияния на эколого-экономическую эффективность систем машин, применяемых на рубках главного пользования лесорастительных и природно-климатических характеристик. Разработанная типизация природно-производственных условий дает возможность оценить область применения на лесосечных работах, как отдельных машин, так и их систем. В качестве основных типобразующих факторов в ней приняты [5, 6]:

- почвенно-грунтовые условия;
- рельеф покрытых лесом площадей;
- крупномерность деревьев;
- климатические характеристики лесозаготовительных районов.

3. Многообразие лесорастительных и природно-климатических условий республики вызывает необходимость научно обоснованного ограничения в их практическом сочетании. Разработанный коэффициент применимости систем машин является интегральным показателем, позволяющим характеризовать любую систему машин. Проведенный анализ и количественная оценка коэффициентов применимости позволили выявить регионы наиболее неблагоприятные для функционирования тех или иных систем машин и осуществить их порайонную привязку с точки зрения наибольшей эффективности использования в природно-производственных условиях республики [7].



4. Важной составляющей, которая должна учитываться при оценке экономической эффективности лесозаготовительной техники, являются отрицательные эффекты эксплуатации и, в частности, экологический ущерб, наносимый машиной (механизмом) лесосеке при ее разработке. Степень влияния этой составляющей учитывается через систему коэффициентов, позволяющих количественно оценить величину экологического ущерба и связать с ним дополнительные затраты на последующее лесовозобновление. В результате выявлены основные факторы, оказывающие влияние на степень экологической совместимости систем машин с лесной средой:

- технические параметры машин, входящих в систему;
- вид рубки и технологическая схема ее разработки;
- тип леса или категория несущей способности грунта;
- запас древесины на 1 га;
- способ лесовозобновления.

Доля экологического ущерба в затратах на содержание и эксплуатацию комплексов машин составляет в среднем 10–15%. При этом системы машин на колесной базе признаются более перспективными, по сравнению с «гусеничными», так как обеспечивают соблюдение ужесточившихся в последнее время лесоводственно-экологических требований к разработке отведенных в рубку лесосек [8–13].

5. Комплексная оценка эколого-экономической эффективности систем машин, применяемых на рубках главного пользования показала что, наиболее эффективными в природно-производственных условиях республики признаются следующие системы машин:

а) *заготовка сортиментов:*

4 «Husqvarna-268» + МЛ-131 + МА3-6303-26 + 1НС  
( $z_0 = 11,05 - 11,18$  тыс. руб./м<sup>3</sup>);

б) *заготовка хлыстов:*

2 «Husqvarna-268» + МЛ-127 + ПЛ-1В + МА3-5434 + 1НС  
( $z_0 = 13,97 - 14,05$  тыс. руб./м<sup>3</sup>);

МП-5 «Урал-2» + «Husqvarna-268» + ТДТ-55А + МА3-5434 + 1НС  
( $z_0 = 15,48 - 15,58$  тыс. руб./м<sup>3</sup>).

Применение других комплексов машин при выполнении рубок главного пользования менее выгодно, так как вызывает увеличение совокупных затрат в среднем на 25–30%, а в некоторых случаях вообще экономически нецелесообразно. Самыми неблагоприятными, с точки зрения возможности освоения лесосечного фонда, являются природно-климатические условия Витебской и Брестской областей [4, 11, 14]. Потребность в инвестициях, направляемых на обновление парка лесозаготовительной техники составляет 16462 млн. руб. Около 40% всего объема ежегодных капиталовложений требуют предприятия Минской и Витебской областей.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Золотогоров В. Г., Федоренчик А. С., Корзун И. И. Основы экономической оценки систем машин на лесосечных работах // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VI. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 1998. – Вып. VI. – С. 64–67.
2. Федоренчик А.С., Корзун И.И. Общие подходы в разработке методики экономической оценки систем машин на лесосечных работах // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VI. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 1999. – Вып. V. – С. 118–120.
3. Корзун И.И. К вопросу экономической оценки систем машин на лесосечных работах // Лес–2000: Материалы междунар. науч.-техн. конф. Брянск 2000 г. / Брянский ВУЗ. – Брянск, 2000. – Вып I. – С 92–93.
4. Федоренчик А.С., Корзун И.И. Экономическая оценка систем машин на лесосечных работах с учетом лесоводственно-экологических требований // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VI. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 1999. – Вып. VI. – С. 167–170.
5. Корзун И.И. Типизация природно-производственных условий Республики Беларусь. // Лес, наука, молодежь: Материалы междунар. науч. конф., Гомель, 5–7октяб. 1999 г.: В 2-х т. / ИЛ НАН Беларуси. – Гомель, 1999. – Т. 2. – С. 130–131.
6. Федоренчик А.С, Корзун И.И. Типизация природно-производственных условий лесозаготовительных районов Беларуси // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VII. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2001. – Вып. IX. – С. 148–153.
7. Федоренчик А.С., Корзун И.И. Оценка применимости систем машин на рубках леса. // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VI. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2002. – Вып. X. – С. 143–146.
8. Корзун И.И. Учет экологического ущерба, наносимого лесозаготовительной техникой лесосеке. // Экология и молодежь (Исследование экосистем в условиях радиоактивного и техногенного загрязнения окружающей среды): Материалы I Междунар. науч.-прак. конф. Гомель, 17–19 марта 1998 г.: В 2-х т. / ГГУ. – Гомель, 1998. – Т. II. – С. 158–159.
9. Корзун И.И Система коэффициентов, используемых при оценке экологического ущерба наносимого лесосеке системой машин. // Леса Беларуси и их рациональное использование: Материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 29–30 нояб. 2000 г./ БГТУ. – Минск, 2000. – С. 50–52.
10. Корзун И.И. Экономическая оценка отрицательного воздействия систем лесозаготовительных машин на окружающую среду. // Новые технологии рециклинга вторичных ресурсов: Материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 24–26 октяб. 2001 г./ БГТУ. – Минск, 2001. – С. 113–116.
11. Федоренчик А.С., Корзун И.И. Экономическая эффективность систем лесозаготовительных машин // Лесное и охотничье хозяйство.– 2002. – № 1. – С. 18–20.

12. Федоренчик А.С., Завойских Г.И., Марцуль В.Н., Корзун И.И и др. Проект СТБ «Устойчивое управление и лесопользование. Машины для рубок леса. Общие требования» / Минск: Госстандарт, 1999. – 14 с.
13. Федоренчик А.С., Завойских Г.И., Марцуль В.Н., Корзун И.И и др. Проект СТБ «Устойчивое управление и лесопользование. Рубки главного пользования. Требования к технологиям» / Минск: Госстандарт, 1999. – 18 с.
14. Корзун И.И., Золотогоров В.Г., Федоренчик А.С. Методика оценки эффективности систем машин на рубках главного пользования // Труды Бел. гос. технол. ун-та. Сер. VI. Экономика и управление / Гл. ред. И.М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2000. – Вып. VIII. – С. 220–225.

## РЕЗЮМЕ

Корзун Игорь Иванович

### ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ МАШИН НА РУБКАХ ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Ключевые слова:** эколого-экономическая оценка, хлысты, сортименты, система машин, экологический ущерб, природно-производственные условия, рубки главного пользования.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования являются эколого-экономические отношения, возникающие при эксплуатации на рубках главного пользования существующих и перспективных систем машин, предметом исследования – методология и методика построения эколого-экономической оценки систем лесозаготовительных машин.

**Цель работы.** Разработка методологических и методических основ оценки эколого-экономической эффективности существующих и перспективных систем машин, используемых на рубках главного пользования в контексте проблем лесной сертификации и устойчивого лесопользования.

**Полученные результаты и новизна.** Впервые разработана эколого-экономическая типизация природно-производственных условий лесозаготовительных районов Республики Беларусь. Обоснована система показателей и разработана методика комплексной оценки эколого-экономической эффективности систем машин на рубках главного пользования. Выведен алгоритм и определены коэффициенты применимости систем машин, учитывающие условия их рациональной эксплуатации в рамках регионов (областей) республики. Разработан и определен коэффициент, позволяющий учесть степень повреждения разработанной лесосеки по операциям технологического процесса.

**Область применения.** Результаты исследования предназначены для использования Комитетом лесного хозяйства при Совете Министров Республики Беларусь для формирования механизма непрерывного и устойчивого

лесопользования (установления размера компенсационных платежей за экологический ущерб, наносимый техникой лесосеке); концерном «Беллесбумпром» в разработке стратегии и тактики применения существующих и перспективных систем лесосечных машин; Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды при разработке нормативно-правовой документации. Обоснованные в диссертации основные положения внедрены в учебный процесс подготовки специалистов лесного комплекса.

## РЭЗЮМЭ

Корзун Ігар Іванавіч

### ЭКОЛАГА-ЭКАНАМІЧНАЯ АЦЭНКА СІСТЭМ МАШЫН НА ВЫСЕЧКАХ ГАЛОЎНАГА КАРЫСТАННЯ ПРАДПРЫЕМСТВАЎ ЛЯСНОГА КОМПЛЕКСУ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ

**Ключавыя словы:** экалага-эканамічная ацэнка, хлысты, сартыменты, сістэма машын, экалагічная шкода, прыродна-вытворчыя ўмовы, высечкі галоўнага карыстання.

**Аб'ект і прадмет даследавання.** Аб'ектам даследавання з'яўляюцца экалага-эканамічныя адносіны, якія ўзнікаюць пры эксплуатацыі на высечках галоўнага карыстання існуючых і перспектыўных сістэм машын, прадметам даследавання – метадалогія і методыка пабудовы экалага-эканамічнай ацэнкі сістэм лесанарыхтоўчых машын.

**Мэта работы.** Распрацоўка метадалагічных і метадычных асноў ацэнкі экалага-эканамічнай эфектыўнасці існуючых і перспектыўных сістэм машын, якія выконваюць высечкі галоўнага карыстання ў кантэксце праблем лясной сертыфікацыі і ўстойлівага лесакарыстання.

**Атрыманыя вынікі і навізна.** Упершыню распрацавана экалага-эканамічная тыпізацыя прыродна-вытворчых умоў лесанарыхтоўчых раёнаў Рэспублікі Беларусь. Абгрунтавана сістэма паказчыкаў і распрацавана методыка комплекснай ацэнкі экалага-эканамічнай эфектыўнасці сістэм машын на высечках галоўнага карыстання. Выведзены алгарытм і вызначаны каэфіцыенты прымяняльнасці сістэм машын, якія ўлічваюць умовы іх рацыянальнай эксплуатацыі па рэгіёнах (абласцях) рэспублікі. Распрацаваны і вызначаны каэфіцыент, які дазваляе ўлічваць ступень пашкоджання распрацаванай лесасеці па аперацыях тэхналагічнага працэсу.

**Вобласць прымянення.** Вынікі даследавання могуць быць выкарыстаны Камітэтам лясной гаспадаркі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь для фарміравання механізма бесперапыннага і ўстойлівага лесакарыстання (устаанаўлення памеру кампенсацыйных плацяжоў за экалагічную шкоду, якая наносіцца тэхнікай лесасецы); канцэрнам «Беллеспаперпрам» у распрацоўцы стратэгіі і тактыкі прымянення існуючых і перспектыўных сістэм лесанарыхтоўчых машын; Міністэрствам прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя пры распрацоўцы нарматыўна-правовай

дакументацыі. Абгрунтаваныя ў дысэртацыі асноўныя палажэнні выкарыстоўваюцца ў навучальным працэсе падрыхтоўкі спецыялістаў ляснога комплексу.

## SUMMARY

Korzoun Igor Ivanovich

### ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE MACHINE SYSTEMS AT THE MAIN SIZINGS OF TIMBER INDUSTRY ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

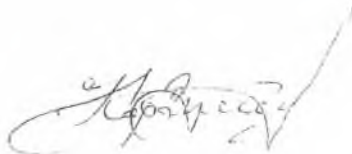
**Key words:** Ecological and economic assessment, whips, logs, system of machines, ecological damage, nature-industrial conditions, sizings of the main use.

**The object and the subject of the research.** The object of the research is the existing and perspective machine systems, fulfilling the sizings of the main use. The subject of the research is methodology and methodic of definition of the **ecological and economic assessment** of the logging machine systems.

**The purpose of the work.** The development of methodological and systematic basis of ecological and economic assessment of the existing and perspective machine systems used on the sizings of the main use in the context of timber certification problem and stable forestry use.

**Received results and novelty.** For the first time there has been developed an ecological and economic typification of nature-industrial conditions of the logging areas of the Republic of Belarus. The system of indexes has been grounded. The complex assessment method of the ecological and economic effectiveness of the machine systems on the sizings of the main use has been developed. Algorithm has been drawn. The coefficients of applicability of the machine systems, taking into account the conditions of their rational use in the borders of the public regions, have been defined. The coefficients allowing to take into account the damage level of the exploited wood-cutting area.

**Field of application.** The results of the research are intended to be used by the Committee of Forestry with the aim of forming the stable and continuous forestry use process (establishment of the ecological damage payment amount); by the concern «Bellesbumprom» with the aim of development of strategy and tactics of using of the existing and perspective felling machine systems; by the Ministry of natural resources and environment protection with the aim of developing normative and legal documentation. The main theses of the dissertation are introduced into the teaching process of preparing the timber industry specialists in the Republic of Belarus.



**КОРЗУН Игорь Иванович**

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ МАШИН НА  
РУБКАХ ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО  
КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Подписано в печать 07.10.2002. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,4. Усл. кр.-отт. 1,4. Уч.-изд. л. 1,2.

Тираж 80 экз. Заказ № 469.

Учреждение образования

«Белорусский государственный технологический университет».  
220050, Минск, Свердлова, 13а. Лицензия ЛВ № 276 от 15.04.98.

Отпечатано на ротапринте Белорусского государственного  
технологического университета.  
220050, Минск, Свердлова, 13.