



С.В. Будагин  
С.В. Ляхов

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРКА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ**

Екатеринбург  
2013

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автомобильного транспорта

С.В. Будалин  
С.В. Ляхов

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРКА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ**

Методические указания к практическим занятиям  
для магистрантов направлений подготовки 190600.68  
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»  
и 190700.68 «Технология транспортных процессов»

Екатеринбург  
2013

Печатается по рекомендации методической комиссии ИАТТС.  
Протокол № 2 от 2 октября 2012 г.

Рецензент Долганов А.Г., канд. техн. наук.

Редактор А.Л. Ленская  
Оператор компьютерной верстки Е.В. Карпова

---

Подписано в печать 20.09.13		Поз. 41
Плоская печать	Формат 60×84 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	Тираж 10 экз.
Заказ	Печ. л. 3,25	Цена руб. коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБОСНОВАНИЕ ПАРКА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ НА ПРИМЕРЕ ЗАО “ФАНКОМ” СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	4
1.1. Анализ эксплуатации парка лесовозных автопоездов в ЗАО “Фанком” .....	4
1.2. Расчет технико-эксплуатационных показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами.....	9
1.3. Оценка эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами	13
1.4. Выбор приоритетных направлений повышения эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами.....	16
1.5. Анализ маршрутов вывозки лесоматериалов .....	17
1.6. Программа расчета комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами .....	20
2. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ АВТОПАРКА...	24
2.1. Расчет плановых технико-эксплуатационных показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами.....	24
2.2. Обоснование мероприятий для повышения технико- эксплуатационных показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами .....	28
2.3. Оценка мероприятий по повышению эффективности вывозки лесоматериалов парком автопоездов.....	35
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	41
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 .....	53

## 1. ОБОСНОВАНИЕ ПАРКА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ НА ПРИМЕРЕ ЗАО «ФАНКОМ» СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

### 1. 1. Анализ эксплуатации парка лесовозных автопоездов в ЗАО «Фанком»

В общем комплексе лесозаготовительных работ транспортные и погрузочные работы являются наиболее трудоемкими и энергоемкими, на них приходится около половины от общих затрат труда и энергии. На перевозках лесоматериалов используются специализированные автопоезда.

Наиболее крупными лесозаготовительными и перерабатывающими предприятиями в Свердловской области являются ЗАО «Фанком» (пос. Верхняя Синячиха), Тавдинский фанерный комбинат (г. Тавда), Новолялинский целлюлозно-бумажный комбинат (г. Новая Ляля), «Первая лесопромышленная компания» (г. Алапаевск) и др.

Общий объем вывозки заготовленных лесоматериалов по области в 2010 году составил 2246,7 тыс. м<sup>3</sup>, из них 352,9 тыс. м<sup>3</sup> (16%) приходится на ЗАО «Фанком». В автотранспортном цехе (АТЦ) ЗАО «Фанком» основу парка лесовозных автомобилей составляют Урал-444403, Урал-43204, Урал-55571, Ивеко 65369.

При анализе изменения основных показателей работы использовались данные парка лесовозных автопоездов, эксплуатируемых на вывозке лесоматериалов с лесосек ЗАО «Фанком» в период с 2006 по 2010 гг. Динамика изменения основных показателей, характеризующих эффективность использования лесовозного транспорта, отображена в табл. 1.1, а также на рис. 1.1–1.3.

Производительность автомобиля и автопарка принято оценивать двумя основными показателями – объемом перевезенных лесоматериалов и грузооборотом (транспортной работой) за анализируемый период времени.

При сравнении объемов перевезенных лесоматериалов лесовозами на лесосеках ЗАО «Фанком» можно выделить 2010 г., в течение которого этот показатель снизился до минимального значения – 352 тыс. м<sup>3</sup>, а в 2009 г. грузооборот фактически выполненной транспортной работы снизился до 29,679 млн. т км.

Таблица 1.1

Динамика изменения некоторых технико-эксплуатационных показателей работы парка лесовозных автопоездов ЗАО «Фанком» в 2006–2010 гг.

Показатель, размерность	Годы				
	2006	2007	2008	2009	2010
Объем перевозок, тыс. м <sup>3</sup>	449,1	456,2	360,0	366,4	352,7
Грузооборот, млн м <sup>3</sup> . км	43,653	42,244	30,744	29,678	31,588
Среднесписочное число автомобилей, ед.	76	85	77	76	74

Окончание табл. 1.1

Показатель, размерность	Годы				
	2006	2007	2008	2009	2010
Общая грузоподъемность среднесписочных автомобилей, т	1262,8	1623,5	1617,0	1603,6	1576,2
Средняя грузоподъемность одного среднесписочного автомобиля, т	16,6	19,1	21,0	21,1	21,3
Объем перевозок одного среднесписочного автомобиля, тыс. м <sup>3</sup>	5,91	5,37	4,68	4,82	4,77
Грузооборот одного среднесписочного автомобиля, млн. т · км	0,574	0,496	0,399	0,39	0,426
Среднее расстояние перевозки, км	97,2	92,6	85,4	81	89,6
Коэффициент использования парка	0,892	0,883	0,795	0,878	0,88
Коэффициент технической готовности	0,9	0,883	0,795	0,878	0,879
Коэффициент использования грузоподъемности	1,036	1,153	1,13	1,141	1,067
Коэффициент использования пробега	0,468	0,462	0,460	0,459	0,485
Эксплуатационная скорость, км/ч	29,7	31,6	30,8	41,3	40,8
Продолжительность рабочего дня, ч	10,3	10,7	10,9	11,1	10,0

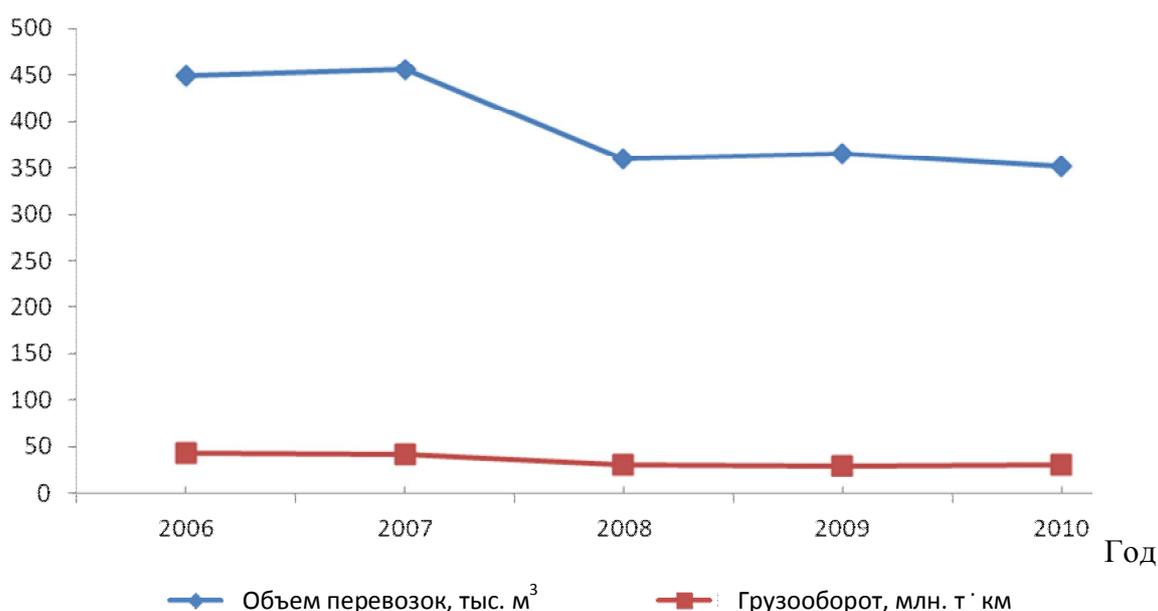


Рис. 1.1. Динамика изменения объемов перевозок и грузооборота

С 2007 по 2010 гг. наблюдается падение объемов вывозки лесоматериалов (на 23%), только в 2007 и 2009 гг. наблюдался рост по сравнению с предыдущим годом (на 1,6% и на 3,9% соответственно).

Грузооборот предприятия за период 2006–2009 гг. характеризовался постоянным падением с 43,653 до 29,678 млн м<sup>3</sup> · км в год (на 32%) и только в 2010 г. зафиксирован рост на 1,91 млн м<sup>3</sup> · км (6,4%) в связи с увеличением средней дальности перевозок с 81 до 89,6 км (9,6%).

Для сопоставления уровня производительного использования лесовозных автопоездов различных марок применяют удельный показатель – объем перевозок на один среднесписочный автомобиль или на одну автотонну. Они определяются как отношение объема перевозок всего парка к среднесписочному количеству лесовозных автопоездов или к общей грузоподъемности среднесписочных автомобилей соответственно. Как видно, за период 2006–2009 гг. (см. рис. 1.2) произошел спад по обоим показателям в связи с уменьшением среднесписочного количества автомобилей. В 2010 г. наблюдался рост грузооборота по сравнению с прошлым годом на 6,4%.

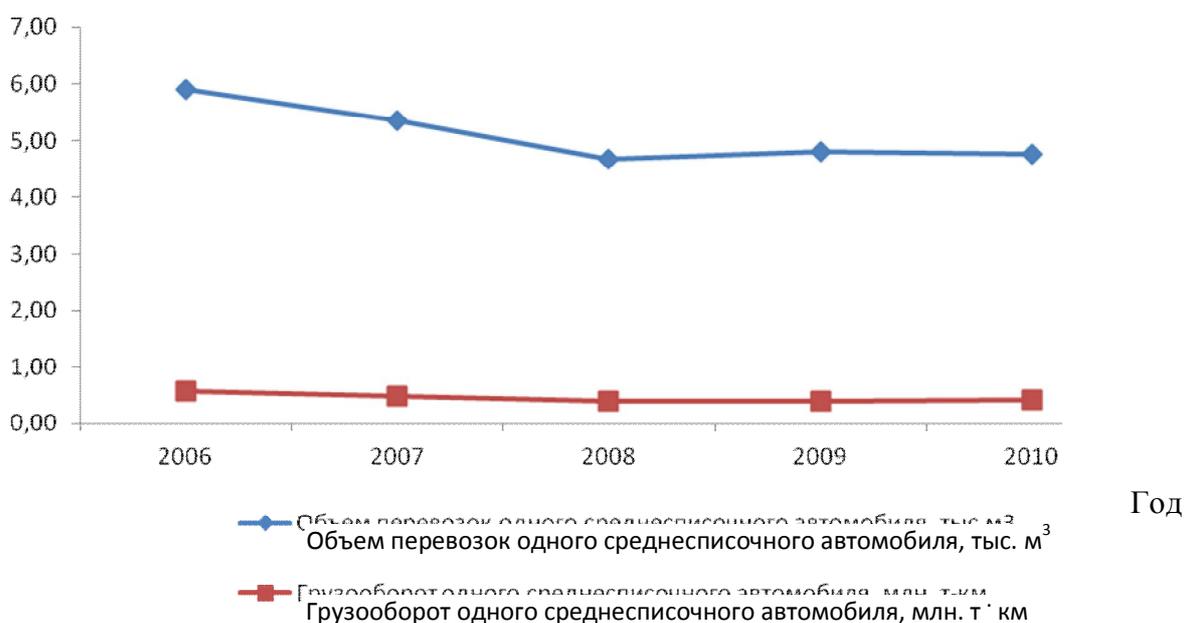


Рис. 1.2. Динамика изменения производительности лесовозных автопоездов

Выработка новых механизмов управления, соответствующих изменившимся условиям рынка, совершенствования производства положительно отразились на работе автотранспорта: с 2006 г. наблюдается тенденция устойчивого роста основных показателей.

Факторы, влияющие на формирование условий вывозки лесоматериалов автопоездами, можно условно разделить на две группы:

- факторы, оказывающие существенное влияние на процесс вывозки;
- факторы, практически не влияющие на процесс вывозки, включая элемент случайности, присущий любым многофакторным системам.

Среди существенных факторов можно выделить:

- лесотехнические – особенности и параметры нахождения лесосек, разновидность пород деревьев, технология разработки лесосек и ее элементы, характер лесовозных дорог и их протяженность, объемы заготовок и т.д.;

- технологические – технологические схемы транспортирования, характеристика погрузочного оборудования и его соответствие грузоподъемности автотранспортных средств, способы погрузки лесовозных автопоездов в зависимости от технологии, расстояние транспортирования и т. д.;
- дорожно-транспортные – геометрические параметры автодорог и типы дорожных одежд, состояние покрытий, сцепление колес автомобиля с поверхностью покрытия, характер микропрофиля, продольный уклон автодорог, сложность трасс транспортирования, наличие слабонаклонных и горизонтальных участков, величина радиусов круговых кривых, наличие дорожных знаков и т. д.;
- организационные – мощность и оснащение ремонтной базы, качество и периодичность технического обслуживания и ремонта, условия стоянки и хранения автопоездов, режим их работы во времени, показатели использования парка, организация и управление транспортными потоками на вывозке и т. д.;
- климатические – среднегодовая температура воздуха и количество осадков, возможности гололеда, снежных заносов и метелей, продолжительность зимнего периода, продолжительность межсезонных периодов и т. д.

Все перечисленные факторы, в свою очередь, можно разделить на условия, не зависящие от работы на вывозке древесины, и условия, характер которых может быть изменен путем проведения различных мероприятий. К первым относятся климатические и географические условия, среднее расстояние перевозки, направление движения с грузом. На годовую производительность одного автопоезда кроме среднего расстояния перевозки существенное влияние оказывает структура парка лесовозных автопоездов.

Качество работы технических и эксплуатационных служб оценивается комплексными показателями эффективности эксплуатации лесовозного автомобильного транспорта. Коэффициент использования пробега автопоездов определяет степень использования производительного пробега (пробега с грузом). Величина его не может превышать 0,5, так как автопоезда работают на маятниковых маршрутах (пробег с грузом равен порожнему пробегу). Значение коэффициента использования пробега на предприятиях ЗАО «Фанком» составляет в среднем 0,459 и является относительно постоянным для лесовозного автотранспорта, так как величина нулевого пробега определяется в основном удаленностью автотранспортного предприятия (АТП) от мест переработки или складирования (см. рис.1.3).

Величина коэффициента использования грузоподъемности автопоезда зависит от объемного веса транспортируемых лесоматериалов, вида сырья и находится в пределах от 1,0 до 1,2.

Объем перевозимых грузов во многом зависит от коэффициента использования парка лесовозных автопоездов, величина которого отражает как сложившуюся систему технического обслуживания и ремонта, так и

работу службы эксплуатации при использовании автомобилей. Величина коэффициента использования автопарка в АТЦ ЗАО «Фанком» в период массовых лесозаготовок среднем составляет 0,878.

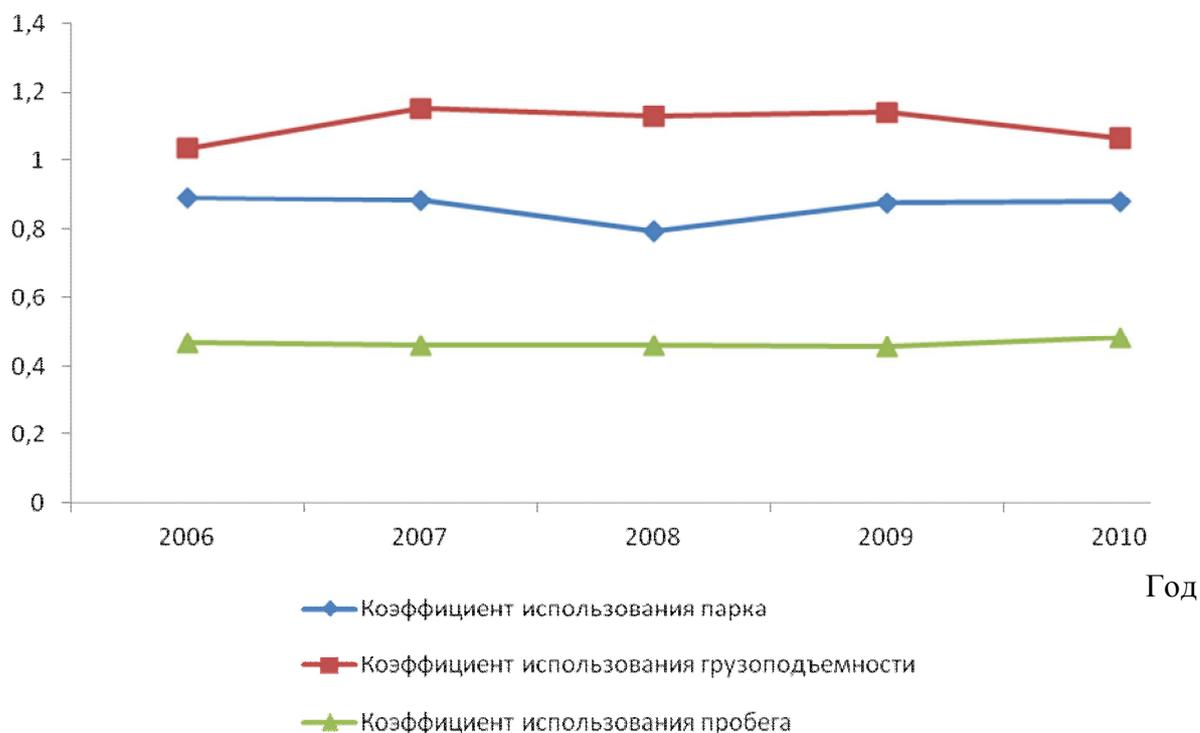


Рис. 1.3. Динамика изменения отдельных показателей

Принятая в настоящее время система анализа основных технико-эксплуатационных и технико-экономических показателей предполагает сравнение фактически достигнутых показателей отчетного года с запланированными на этот год показателями; фактически достигнутые показатели текущего года сравниваются также и с фактическими показателями прошлого года. Такой анализ, во-первых, не позволяет выявить главные направления повышения эффективности использования лесовозных автопоездов при планировании показателей на следующий год. Во-вторых, применяемые обобщающие показатели работы автопоездов (такие, как, например, производительность и себестоимость перевозок) практически не учитывают условий эксплуатации, не дают возможности выявить их влияние на эти показатели, а также предложить наиболее перспективные пути повышения эффективности функционирования погрузочно-транспортного комплекса.

Этим подтверждается необходимость перехода для оценки эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами по отдельным показателям к комплексным оценкам с использованием основополагающих принципов квалиметрии и системного подхода. Такой метод позволяет выявить основные направления повышения уровня эффективности вывозки и дол-

жен явиться инструментом для работников отдела эксплуатации автотранспорта лесозаготовительного предприятия по назначению возможных и наиболее перспективных мероприятий, направленных на повышение этого уровня для существующего автопарка.

## 1.2. Расчет технико-эксплуатационных показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами

Оценка эффективности вывозки лесоматериалов существующим парком лесовозных автопоездов проводится при следующих условиях.

Для целей планирования и анализа показателей работы в ЗАО “Фанком” принята следующая схема группировки моделей существующего парка лесовозных автопоездов: Урал-43204 (прицеп-ропуск ГКБ9383), Урал-444403 (прицеп-ропуск ГКБ9383), Урал-5557 (прицеп-ропуск ГКБ9383), Ивеко 633929 (прицеп САВ 83434), Ивеко АМТ 633910 (полу-прицеп САВ 93182).

Парк ЗАО “Фанком” обладает довольно разномарочным парком лесовозных автопоездов, при этом вывозка лесоматериалов может осуществляться в различных условиях. Для расширения диапазона анализа оценку эффективности вывозки необходимо проводить в двух направлениях:

– по каждой модели автопоезда, что позволит выяснить, как влияют модель и эксплуатационные условия на эффективность вывозки лесоматериалов автопоездами;

– по моделям автопоездов, что позволит выявить влияние самих автопоездов на их эффективность вывозки.

Расчеты проведены с использованием приложения Microsoft Excel согласно изложенному алгоритму. Функциональный критерий (Ф, МВт) определялся по формуле

$$\Phi = \frac{Q_{сез}}{D_k \cdot n_{см} \cdot T_{см}} \quad (1.1)$$

где  $Q_{сез}$  – сезонная производительность автопоезда, м<sup>3</sup>/сез (м<sup>3</sup>-км/сез);

$D_k$  – число дней работы автопоездов в сезон;

$n_{см}$  – число смен работы автопоездов в сутки;

$T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, ч.

Исходные данные для расчета Ф приведены в Приложении 1, табл. 1.

В качестве единицы производительности при расчете функционального критерия принималась производительность одного м<sup>3</sup>-км. Данное обстоятельство обусловлено сильной зависимостью производительности автопоезда от его грузоподъемности с использованием коэффициента грузоподъемности.

Грузоподъемность хоть и является главным параметром автопоезда (в наибольшей степени определяет его производительность), но в то же

время нельзя утверждать, что эффективность вывозки, например, автопоезда Ивеко 633929 (в составе с прицепом САВ 83434) выше эффективности вывозки автопоезда Урал-43204 из-за того, что грузоподъемность первого почти в три раза больше грузоподъемности второго. Поэтому использование производительности одного м<sup>3</sup>-км (определяемой как отношение производительности всех автопоездов данной модели на предприятии к их общей грузоподъемности) в данном случае представляется правомерным и позволит точнее учесть эффективность вывозки лесоматериалов автопоездами.

Коэффициент сопротивления качению для лесных дорог в хорошем состоянии составляет  $f = 0,025 - 0,030$ . При расчете функционального критерия коэффициент сопротивления качению принят  $f = 0,03$ .

Расчет средневзвешенного уклона осуществлялся с учетом разницы высот над уровнем моря по маршрутам следования лесовозных автопоездов (с шагом 1 км) от лесосек до лесозаготовительного предприятия по формуле

$$(1.2)$$

Снаряженная масса автопоездов принималась в соответствии с данными технических характеристик (табл. 1.2).

Расчет функционального критерия проводится с учетом также и того, что

$$(1.3)$$

где  $T_n$  – время в наряде (продолжительность работы подвижного состава на линии), ч;

$$V_{\phi} = F_n l n. \quad (1.4)$$

где  $V_{\phi}$  – фактическое количество лесоматериалов, перевозимое автопоездом за рейс, м<sup>3</sup>;

$F_n$  – площадь пола, м<sup>2</sup>;

$l$  – высота коников, м;

$n$  – коэффициент полновесности, принимаем 0,8.

При расчете удельных значений показателей эффективности вывозки необходимо учитывать ограничения по их абсолютным значениям. Так, значения коэффициента выпуска не может превышать единицы, коэффициента использования грузоподъемности – не более 1,1 (запас прочности закладывается заводом-изготовителем), значение коэффициента использования пробега для лесовозного транспорта не может быть больше 0,5.

Таблица 1.2

Исходные средневзвешенные данные по моделям

эксплуатируемых автопоездов

Модель автопоезда	$Q_{сез}$ тыс. м <sup>3</sup>	$L_{ср.е.}$ км	$i$ , %	$m_a$ , т	$V_{\phi}$ , м <sup>3</sup>
Урал-43204+ГКБ9383	37,4	53,6	0,089	15,59	21,5
Урал-444403+ГКБ9383	90,3	50,8	0,049	16,3	22,5
Урал-5557+ГКБ9383	39,2	48,2	-0,026	16,8	23,2
Ивеко-633929+САВ 83434	120,2	145,7	0,145	25,5	65
Ивеко-АМТ-633910+САВ 93182	32,9	149,5	0,096	20	60

Примечание:  $L_{ср.е}$  – среднее расстояние вывозки,  $i$  – среднестатистический уклон на маршруте вывозки.

С учётом формулы

$$(1.5)$$

для перечисленных показателей при расчете удельных значений принимались не абсолютные величины (табл. 1.3), а разность между ограничением и фактической величиной:

$$\alpha' = 1 - \alpha_{в.} \quad (1.6)$$

$$\gamma' = 1 - \gamma. \quad (1.7)$$

$$\beta' = 0.5 - \beta. \quad (1.8)$$

Согласно одному из правил квалиметрии, которое гласит, что для параметров, с уменьшением удельных значений которых эффективность ухудшается, должны быть взяты их обратные величины, при расчете по формуле

$$(1.9)$$

для показателя эксплуатационной скорости  $V$ , принималась его обратная величина.

Для того чтобы выявить влияние машин на эффективность их вывозки, необходимо провести оценку эффективности вывозки по моделям автопоездов.

Общую формулу для расчета средневзвешенных показателей можно записать как

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^k X_j A_{снj}}{\sum_{j=1}^k A_{снj}} \quad (1.10)$$

где  $X_j$  – величина показателя лесовозных автопоездов данной модели;  
 $A_{снj}$  – число лесовозных автопоездов данной модели;  
 $k$  – количество моделей лесовозных автопоездов данной модели.

Таблица 1.3

Средневзвешенные абсолютные значения показателей эффективности

вывозки лесоматериалов автопоездами

Модель автопоезда	Коэффициент выпуска $\alpha_v$	Коэффициент использования грузоместимости $\gamma$	Коэффициент использования пробега $\beta$	Эксплуатационная скорость $V_2$ , км/ч
Урал-43204+ГКБ9383	0,882	1,02	0,457	25,8
Урал-444403+ГКБ9383	0,849	0,97	0,453	26,2
Урал-5557+ГКБ9383	0,901	1,01	0,463	25,4
Ивеко-633929+САВ 83434	0,915	1,08	0,467	43,1
Ивеко АМТ 633910+САВ 93182	0,922	1,09	0,472	42,8

Для расчета средневзвешенной производительности также была использована производительность одной авто-тонны, которая в данном случае позволяет устранить влияние грузоместимости на производительность и, следовательно, на функциональный критерий. Результаты расчета исходных показателей для расчета функционального критерия приведены в Приложении 1, табл. 1. Расчетная величина средневзвешенного уклона по маршрутам, согласно формуле (1.2), составляет  $i=0,071$ .

Результаты расчета функционального критерия сведены в табл. 2 (Прил. 1).

Аналогичным образом, по формуле (1.10) рассчитывались и средневзвешенные абсолютные величины показателей эффективности вывозки по моделям автопоездов. Расчет произведен с использованием формулы (1.10) и табл.3 (Прил. 1); результаты расчета представлены в табл. 1.3.

По данным табл. 1.3 и результатам расчета по формуле (1.9) определялись элементы и заполнялась матрица удельных значений показателей (табл. 1.4), из которой выбирались базовые показатели эталонного лесовозного автопоезда (в табл. 1.4 – подчеркнутые значения) –  $\{X_{0j}\}=\{0,101; 0,206; 0,036; 0,073\}$ .

По выбранному эталону осуществлялся расчет основных и комплексного показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами. Результаты расчета представлены в табл. 1.5, где рассматриваемые модели автопоездов проранжированы в порядке убывания комплексного показателя. Автопоезд с наиболее высоким значением комплексного показателя (Ивеко АМТ 633910) занимает первое место в выборке, автопоезд с наименьшим значением этого показателя (Урал-43204) – последнее место.

Таблица 1.4

Удельные значения показателей, определяющих эффективность

вывозки лесоматериалов автопоездами

Модель автопоезда	$(1-\alpha_0)/\Phi$	$(1,1-\gamma)/\Phi$	$(0,5-\beta)/\Phi$	$1/V, \Phi$
Урал-43204+ГКБ9383	0,288	0,390	0,105	0,094
Урал-444403+ГКБ9383	0,290	0,327	0,090	0,072
Урал-5557+ГКБ9383	0,186	0,339	0,070	0,074
Ивеко-633929+САВ 83434	0,195	0,206	0,076	0,053
Ивеко АМТ 633910+САВ 93182	0,101	0,254	0,036	0,073

Таблица 1.5

Приведенные основные и комплексный показатели эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами

Модель автопоезда	$\Theta\alpha_0$	$\Theta\gamma$	$\Theta\beta$	$\Theta V_s$	$K_i$
Урал-43204+ГКБ9383	1,000	0,813	1,000	1,000	0,914
Урал-444403+ГКБ9383	0,516	1,000	0,477	0,566	0,589
Урал-5557+ГКБ9383	0,540	0,610	0,519	0,407	0,484
Ивеко-633929+САВ 83434	0,347	0,632	0,400	0,415	0,417
Ивеко АМТ 633910+САВ 93182	0,350	0,529	0,344	0,319	0,359
Среднеарифметическое значение показателя $\overline{\Theta P_{ij}}$	0,550	0,717	0,548	0,541	0,552
Среднеквадратическое отклонение $\sigma_k$	0,534	0,378	0,523	0,543	0,439
Коэффициент вариации $\nu_k$	97,05	52,80	95,48	99,5	79,40

1.3. Оценка эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами

Анализ результатов расчета основных и комплексного показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами ЗАО “Фанком” проводится с помощью предложенных диаграмм (рис. 1.4). На лучах отложены отрезки, равные величине показателей автопоезда-эталона, у которого все показатели эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами равны единице. Основные показатели эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами представлены радиус-векторами, длины которых равны соответствующему численному значению показателей. Цифры у концов векторов равны соответствующему номеру оцениваемого предприятия. Малый многоугольник построен на концах отрезков, равных 0,5.

Анализ расчетов по моделям автопоездов (см. табл. 1.5) позволяет выявить некоторые закономерности. Площадь многоугольников, построенных на концах радиус-векторов (рис. 1.4), в данном случае отражает эффективность вывозки лесоматериалов данной моделью лесовозного автопоезда по предприятию.

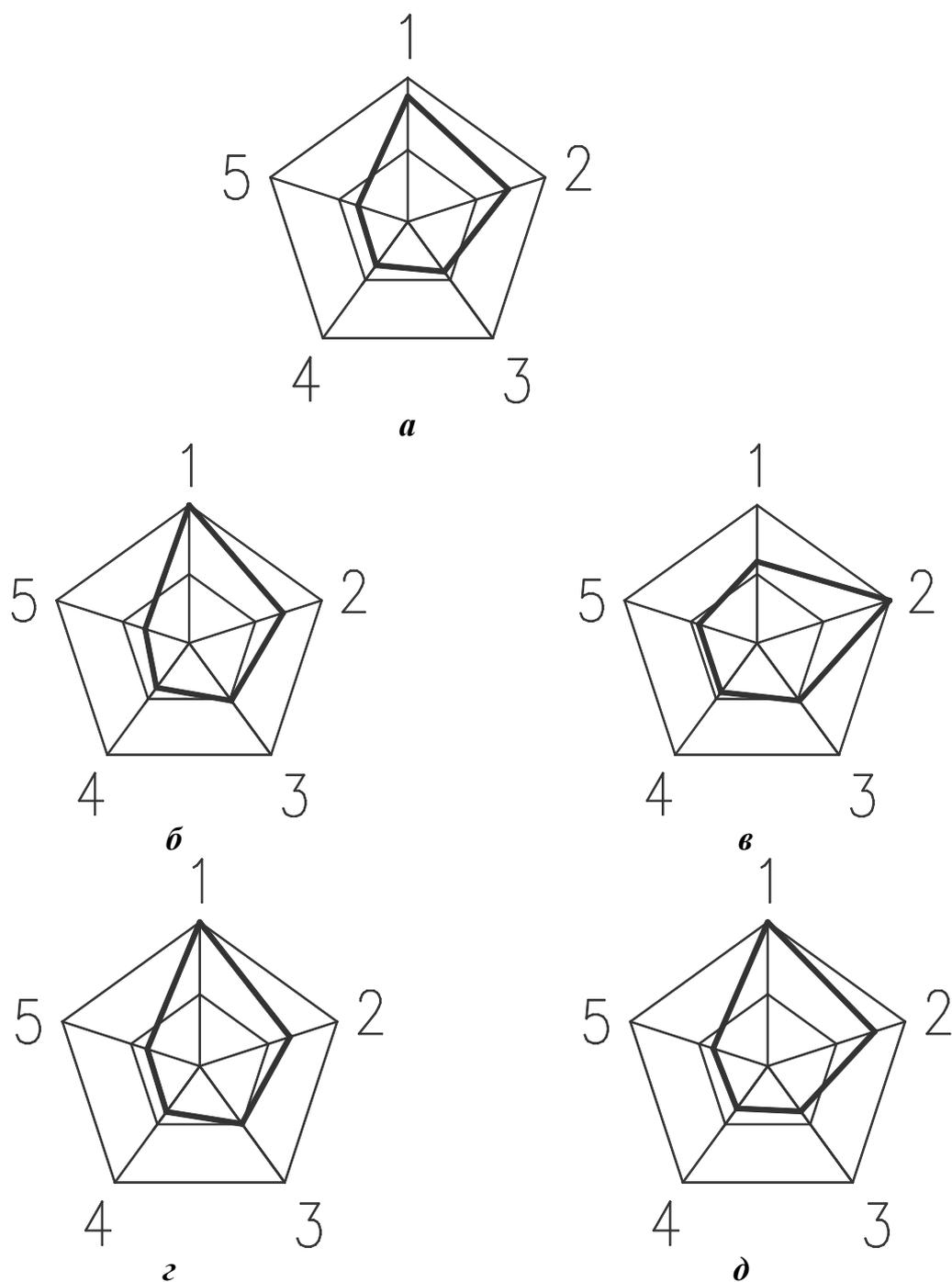


Рис. 1.4. Диаграммы комплексного и приведенных основных показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами:

а –  $K_i$ , б –  $\Theta\alpha_6$ , в –  $\Theta\gamma$ , г –  $\Theta\beta$ , д –  $\Theta V_3$ ;

1 – Ивеко АМТ 633910, 2 – Ивеко-633929, 3 – Урал-5557,

4 – Урал-444403, 5 – Урал 43204

При оценке эффективности вывозки по моделям автопоездов все средние значения показателей принимают значения выше среднего. Наибольшее значение имеет коэффициент выпуска ( $\Theta\gamma = 0,717$ ), тогда как показатель использования пробега значительно ниже ( $\Theta V_p = 0,541$ ). В среднем величина комплексного показателя эффективности вывозки по моделям лесовозных автопоездов составляет  $K_i = 0,552$ .

Меньшее значение уровня эффективности по комплексному показателю по моделям свидетельствует, по-видимому, о большей зависимости его от конструктивных параметров автопоездов: снаряженной массы  $m_a$ , грузоподъемности  $\gamma$ , емкости кузова  $v_k$ .

Сравнение данных табл. 1.5 и табл. 5 (Прил. 1) показывает также, что вне зависимости от выбора базовых показателей ранжирование автопоездов по комплексному показателю эффективности внутри предприятия, а также по конкретной марке остается практически без изменений – изменяются только величины комплексного и основных показателей эффективности. Подтверждается также вывод о высоких значениях одного из основных показателей – эксплуатационной скорости в целом, который на некоторых маршрутах у определенных моделей лесовозных автопоездов меньше величин показателей коэффициентов выпуска, использования грузоподъемности и пробега.

Автопоезд Урал-43204 обладает наименьшей грузоподъемностью (как и грузоподъемностью) среди рассматриваемой группы (номинальная грузоподъемность  $V_n = 21 \text{ м}^3$ ), значение комплексного показателя – 0,359, тогда как для автопоезда Ивеко 633929 ( $V_n = 60 \text{ м}^3$ ) – 0,589; для автопоезда Урал-444403 ( $V_n = 23 \text{ м}^3$ ) – 0,417; для автопоезда Урал-5557 ( $V_n = 23 \text{ м}^3$ ) – 0,484. Автопоезд Ивеко АМТ 633910 ( $V_n = 55 \text{ м}^3$ ) занимает первое место при ранжировании автопоездов по обобщенному показателю эффективности вывозки, равному 0,914.

Лесовозные автопоезда Ивеко обладают большей грузоподъемностью и большим уровнем эффективности вывозки по обобщенному показателю эффективности, чем автопоезда Урал. Данное явление может быть обусловлено многими причинами, которые по-разному влияют на различные показатели.

Сортиментовоз Ивеко 633929, обладающий наибольшей грузоподъемностью из рассматриваемой группы, при ранжировании среди моделей лесовозных автопоездов (см. табл.1.5) на ЗАО “Фанком” занимает второе место из пяти. Для достижения большего комплексного показателя эффективности вывозки данная модель должна обладать либо большими абсолютными значениями основных показателей эффективности вывозки (всеми, кроме коэффициента использования грузоподъемности), либо, при тех же значениях основных показателей, иметь большую производительность.

Таким образом, величины полученных значений рассмотренных показателей объясняются прежде всего их многопричинным характером,

и поэтому окончательный выбор приоритетных направлений повышения эффективности вывозки лесоматериалов парком лесовозных автопоездов ЗАО "Фанком" необходимо проводить с использованием методов теории вероятности и математической статистики.

#### 1.4. Выбор приоритетных направлений повышения эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами

При составлении маршрутов были проанализированы ездки лесовозных автопоездов за сезон 2010 – 2011 гг. Характеристики маршрутов движения автопоездов представлены в табл. 1.7 и на рис. 1.5 – 1.9.

Для выбора приоритетных направлений повышения эффективности вывозки лесоматериалов парком автопоездов на предприятии ЗАО "Фанком" необходимо исследовать зависимость комплексного показателя от уровней по основным показателям эффективности.

Исследования Я. М. Радкевича показали, что эти зависимости для лесных машин можно описывать с достаточной для практики точностью линейным уравнением вида

$$K_i = a\theta P_{ij} + b. \quad (1.11)$$

Для расчетов линейных уравнений регрессии использованы данные табл. 1.5. Коэффициенты линейного уравнения регрессии определялись с помощью приложения Microsoft Excel методом наименьших квадратов. Полученные в результате расчетов коэффициенты  $a$  и  $b$  а также коэффициент корреляции  $r$  и  $F$ -критерий Фишера-Снедекора приведены в табл. 1.6.

Таблица 1.6

Коэффициенты линейных уравнений регрессии, корреляции и Фишера-Снедекора

Показатели уравнения	Приведенные основные ТЭП эффективности вывозки			
	$\theta a_{\epsilon}$	$\theta \gamma$	$\theta \beta$	$\theta V_2$
$a$	1,187	0,521	1,055	1,226
$b$	-0,105	0,429	-0,090	-0,136
$r$	0,975	0,604	0,651	-0,714
$F$ -критерий	1,3161	1,5711	1,5019	1,4608

При уровне доверительной вероятности, равном 95%, критическая величина  $F = 1,5777$ .

Величины коэффициентов корреляции, а также сравнение расчетной величины  $F$ -критерия с ее критическим значением свидетельствуют о достаточно тесной корреляционной связи между величинами комплексного

показателя и уровнями эффективности по основным показателям.

Очевидно, чем больше величина угла наклона корреляционной прямой к оси абсцисс (рис. 1.11 – 1.14), тем сильнее зависимость комплексного показателя эффективности от каждого из основных, и значит, для достижения наибольшего эффекта основные усилия следует направлять на улучшение именно этих показателей. Этот угол определяется в основном величиной коэффициента  $b$  линейного уравнения регрессии.

Используя зависимости уровня эффективности по комплексному показателю от уровней эффективности по основным показателям (табл. 1.5, рис. 1.11 – 1.14), можно расположить основные показатели эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами по степени влияния их на комплексный показатель:

- 1) показатель коэффициента выпуска –  $\Theta\alpha_v$ ;
- 2) показатель эксплуатационной скорости –  $\Theta V_э$ ;
- 3) показатель коэффициента использования пробега –  $\Theta\beta$ ;
- 4) показатель коэффициента использования грузоместимости –  $\Theta\gamma$ .

Таким образом, подтверждаются ранее сделанные выводы о том, что для повышения уровня эффективности по комплексному показателю необходимо прежде всего разрабатывать мероприятия, направленные на увеличение коэффициента выпуска и эксплуатационной скорости.

### 1.5. Анализ маршрутов вывозки лесоматериалов

Анализ маршрутов движения лесовозных автопоездов проведен с учетом наибольшего объема вывозки в определенном направлении и определенного типа подвижного состава. Величина уклонов дороги учтена с шагом 1 км.

Использование автопоездов-хлыстовозов и -сортиментовозов по различным направлениям определяется в зависимости от технологии лесозаготовки на лесосеке и наличием погрузочно-разгрузочных средств на делянке и подвижном составе. При установленном манипуляторе на автопоезде сокращается время простоя на делянке, что в свою очередь позволяет повысить эксплуатационную скорость – наиболее значимый основной показатель по степени влияния на комплексный.

Таблица 1.7

#### Маршруты движения лесовозных автопоездов

Модель автопоезда	Пункт отправления	Пункт прибытия	Длина пути, км	Перепад высоты, м	Объем перевозимого груза, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
Урал-43204+ГКБ9383	Фоминка	Б. Бабушкино	116	74	27,3

Урал-444403+ГКБ9383	Толстого	Б. Бабушкино	68	70	26,9
Урал-5557+ГКБ9383	Арамашево	Б. Бабушкино	57	45	23

Окончание табл. 1.7

1	2	3	4	5	6
Ивеко-633929+САВ 83434	Кировское	Б. Бабушкино	45	66	51
Ивеко АМТ 633910+САВ 93182	Бобровка	Б. Бабушкино	50	54	48

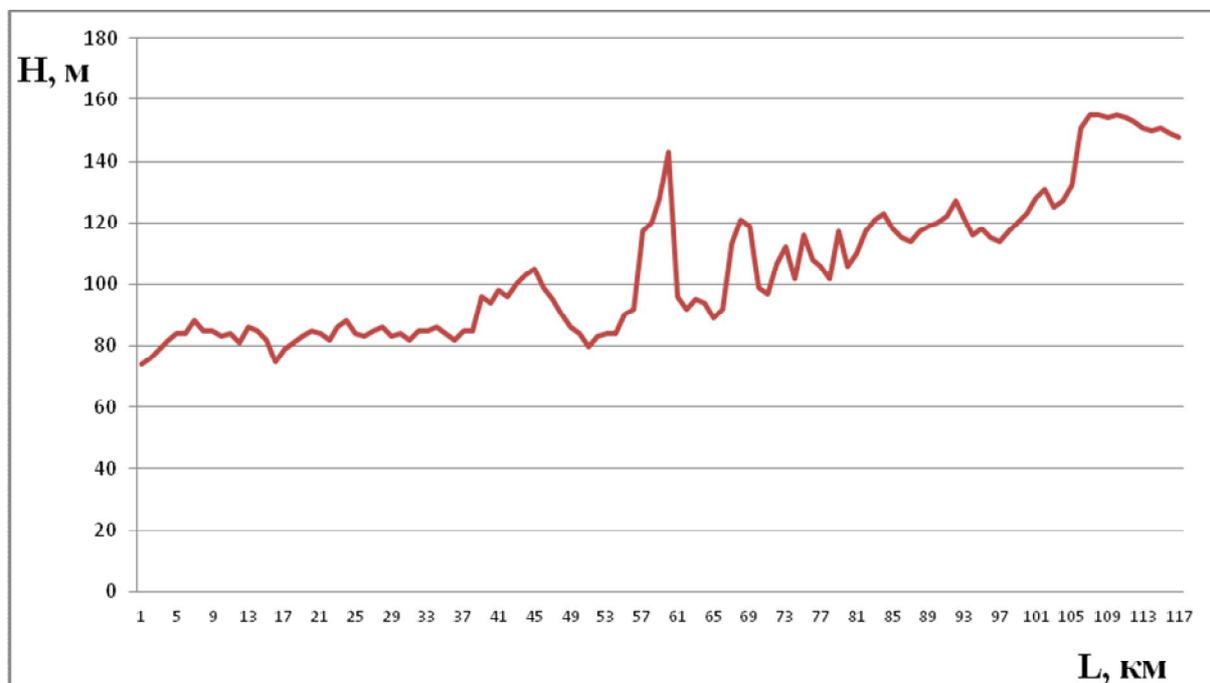


Рис. 1.5. График изменения высоты над уровнем моря по маршруту Фоминка – Биржа Бабушкино (Урал-43204)

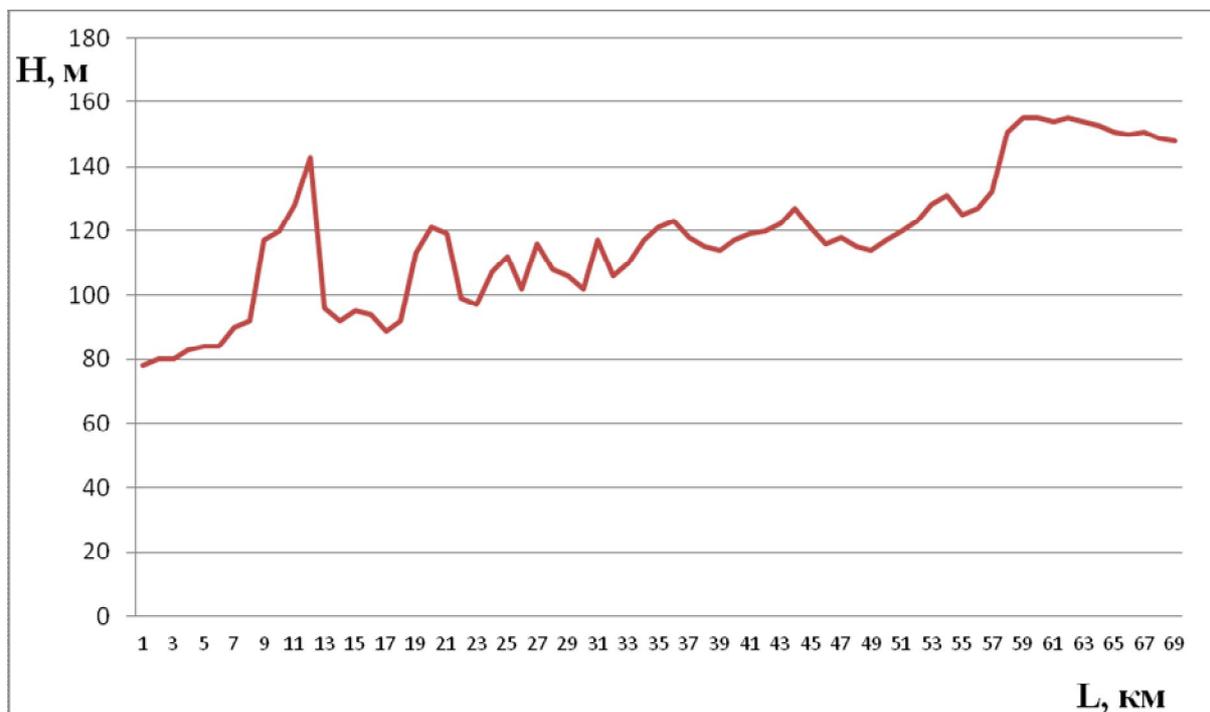


Рис. 1.6. График изменения высоты над уровнем моря по маршруту Толстого – Биржа Бабушкино (Урал-444403)

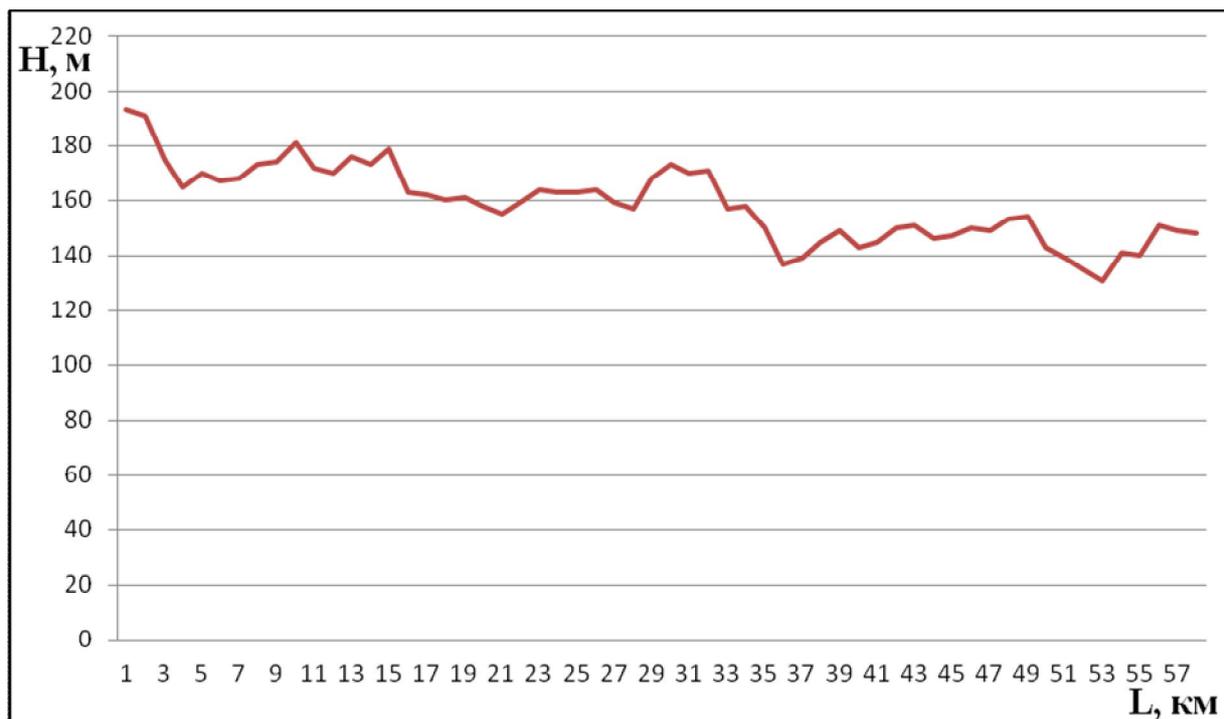


Рис. 1.7. График изменения высоты над уровнем моря по маршруту Арамашево – Биржа Бабушкино (Урал-5557)

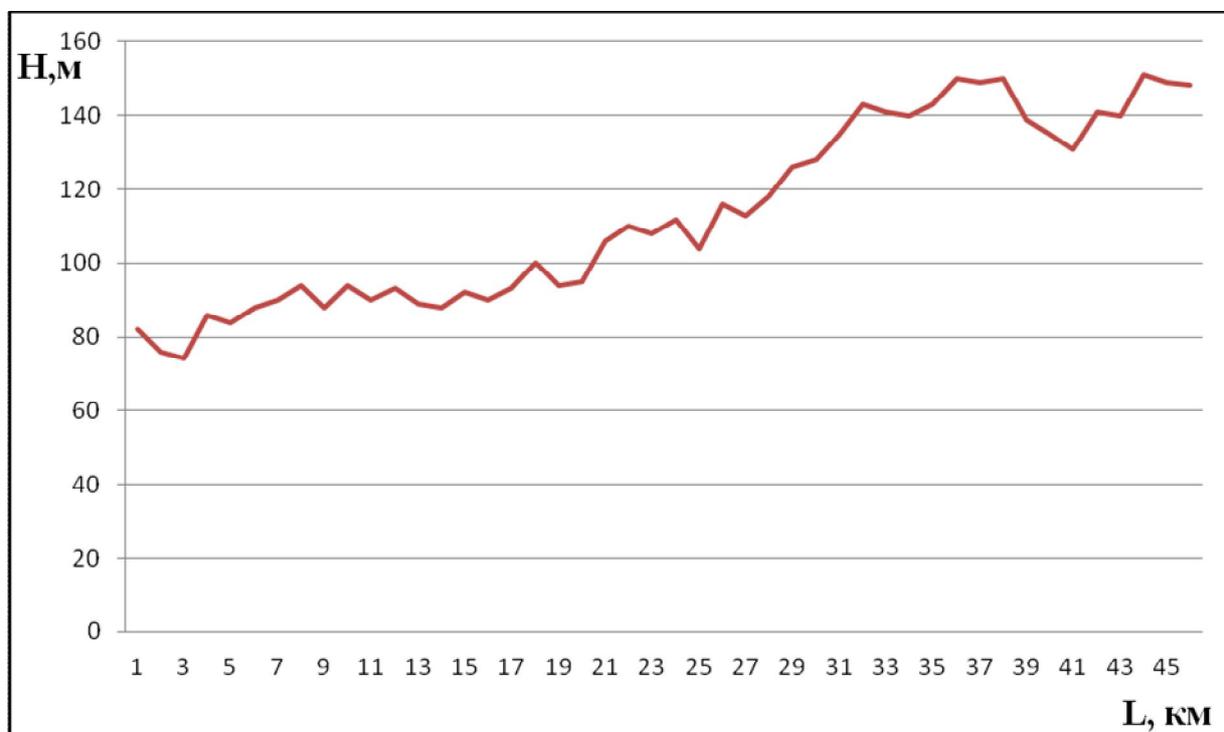


Рис. 1.8. График изменения высоты над уровнем моря по маршруту Кировское – Биржа Бабушкино (Ивеко 633929)

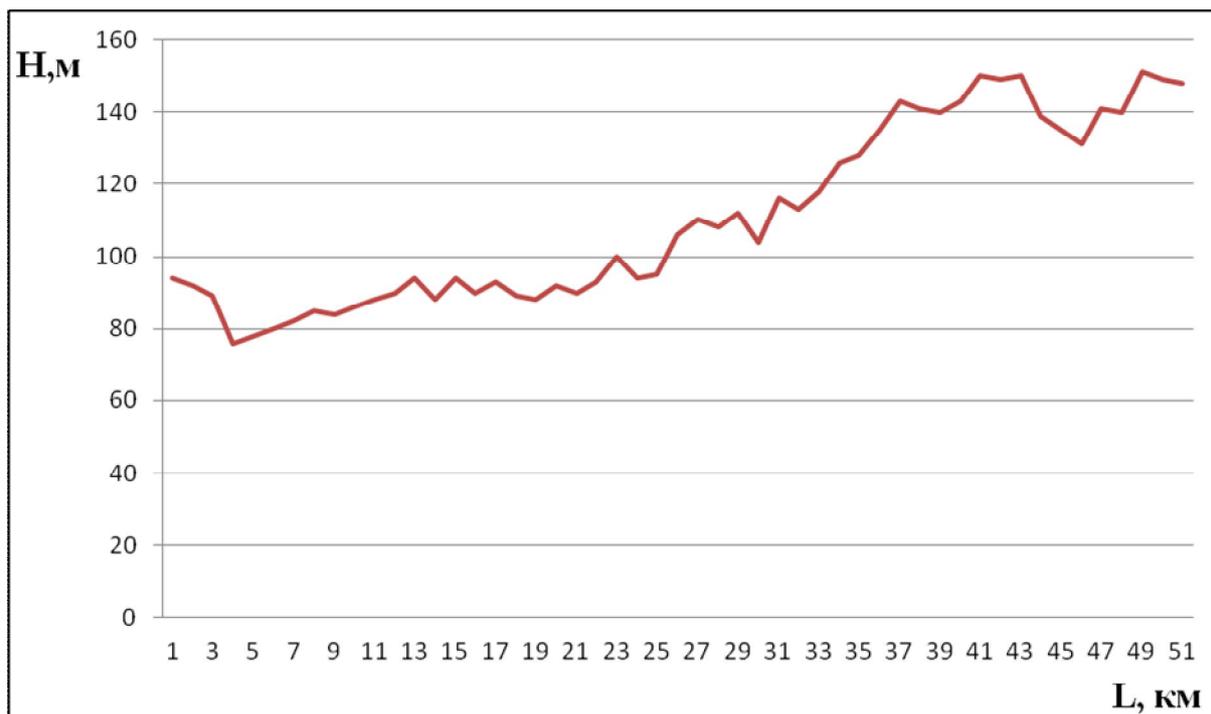


Рис. 1.9. График изменения высоты над уровнем моря по маршруту Арамашево – Биржа Бабушкино (Ивеко АМТ 633910)

#### 1.6. Программа расчета комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами

Для расчета удельных энергозатрат вывозки лесоматериалов была разработана программа, учитывающая основные технические параметры и специальные условия эксплуатации лесовозного автопоезда, а также средневзвешенный уклон на конкретном маршруте. Программа помогает достаточно быстро и легко подобрать подвижной состав с наименьшими затратами энергии для вывозки лесоматериалов. Для этого достаточно выбрать подвижной состав из базы программы расчета либо завести новый, определив его основные технические параметры и сохранив в базе (Прил. 2). Программа разработана на платформе «С#» для работы в Microsoft Windows. Один из этапов расчета по программе представлен на рис. 1.10.

Помимо этого, можно проводить анализ состояния парка подвижного состава, занятого на вывозке лесоматериалов. Анализ позволяет оценить уровень эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами и определить наиболее значимые показатели и их степень влияния на уровни. Расчеты показали, что наиболее влиятельным параметром является эксплуатационная скорость автопоезда. Одним из вариантов увеличения эксплуатационной скорости является применение манипуляторов на лесовозных автопоездах, что сокращает время простоя на лесосеке.

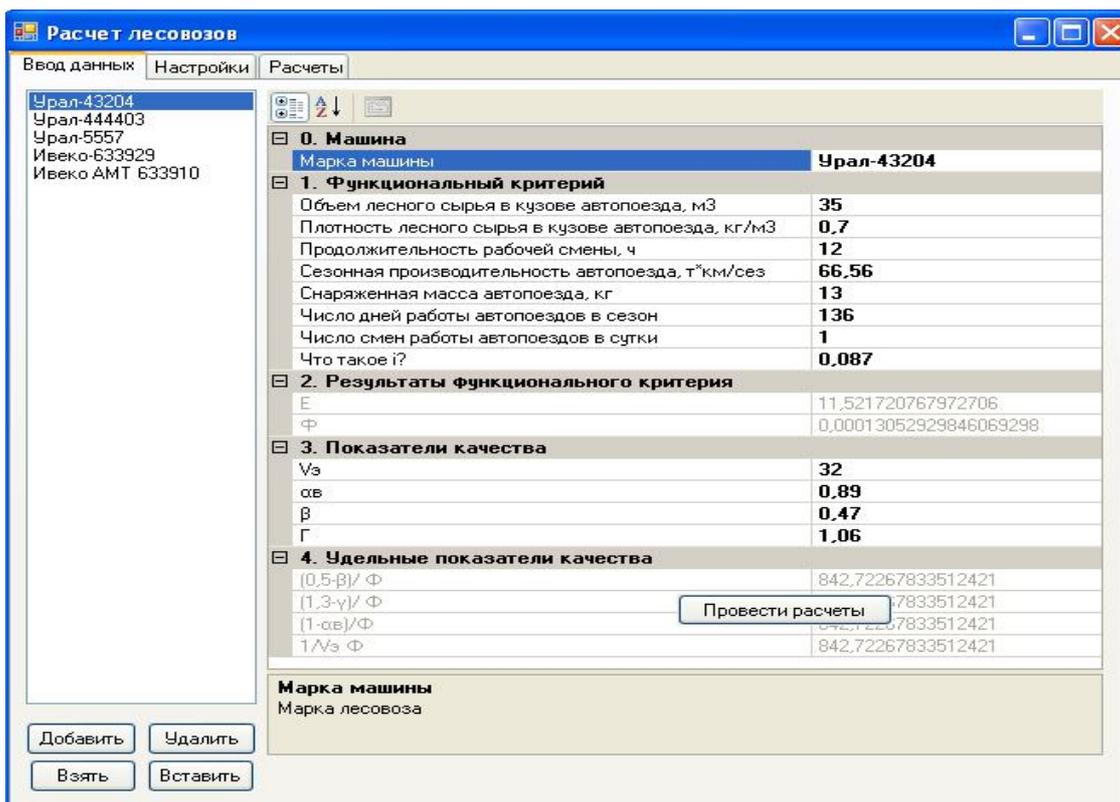


Рис. 1.10. Этап расчета комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами (ввод исходных данных по лесовозным автопоездам)

Результаты расчетов регрессионных уравнений зависимостей комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами от основных показателей представлены на рис. 1.11 – 1.14.

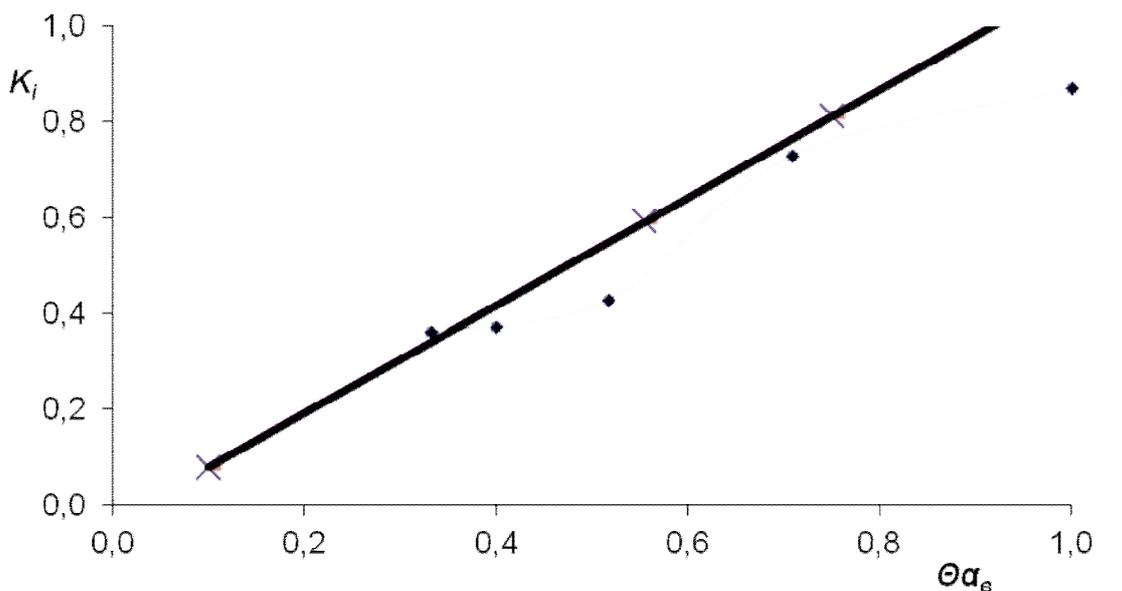


Рис. 1.11. Зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от уровня эффективности по показателю коэффициента выпуска

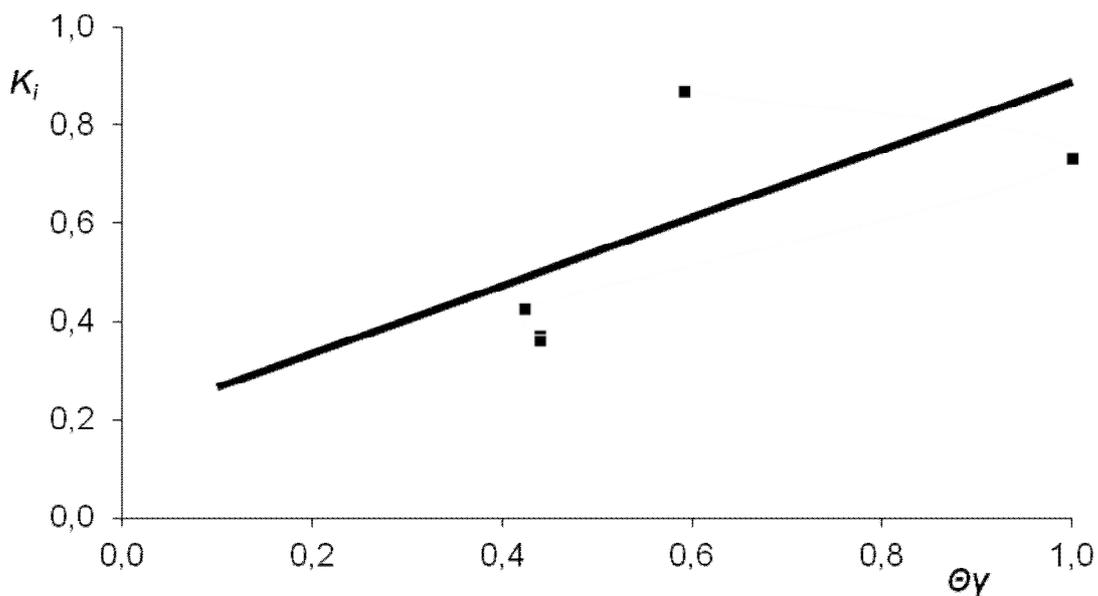


Рис. 1.12. Зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от уровня эффективности по показателю коэффициента использования грузопместимости

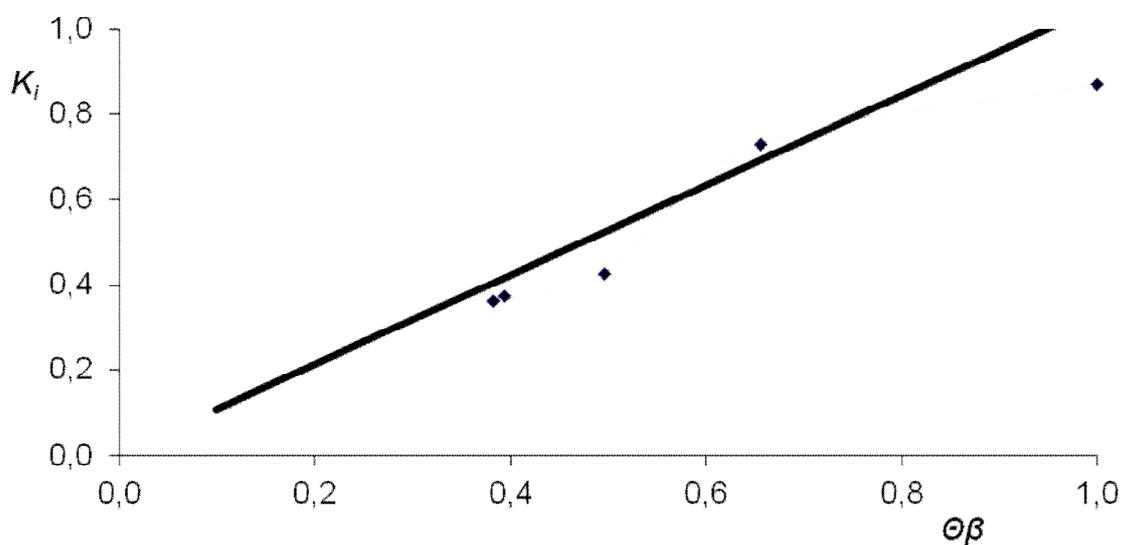


Рис. 1.13. Зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от уровня эффективности по показателю коэффициента использования пробега

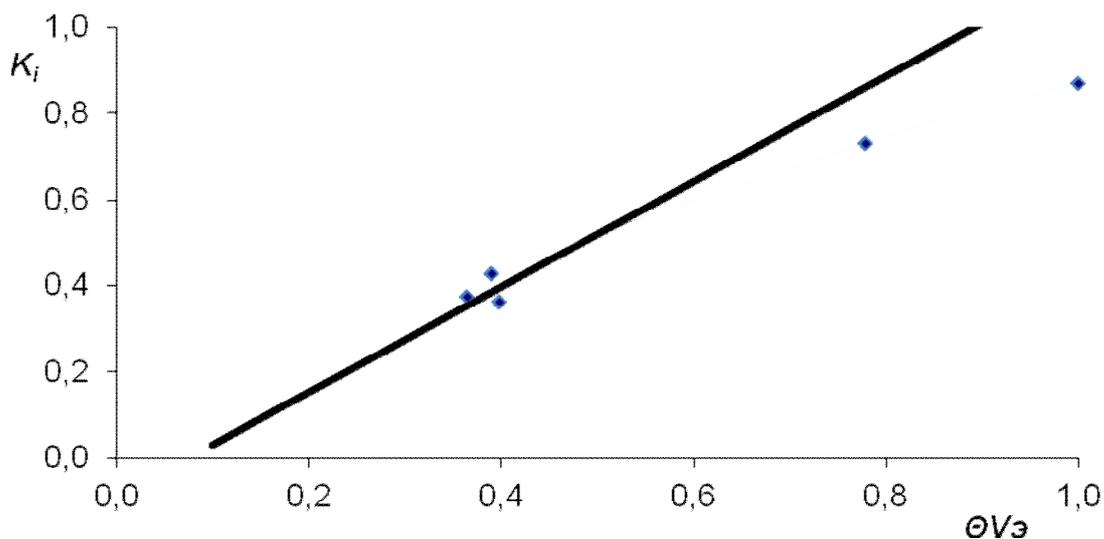


Рис. 1.14. Зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от уровня эффективности по показателю эксплуатационной скорости

Таким образом, наибольшее влияние на комплексный показатель эффективности вывозки оказывают эксплуатационная скорость и коэффициент выпуска, поскольку имеют большее значение коэффициента  $a$  регрессионного уравнения.

## 2. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ АВТОПАРКА

### 2.1. Расчет плановых технико-эксплуатационных показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами

При планировании работы лесозаготовительных предприятий и их производственных подразделений (в том числе и автотранспортных) необходимо иметь прогрессивные нормативы технико-эксплуатационных показателей, планирование которых в настоящее время осуществляется от достигнутого, т.е. путем увеличения фактически достигнутых показателей прошлого года на 3–5%, что представляется необоснованным и не позволяет, как правило, достичь в дальнейшем плановых значений показателей. Причиной этого, как уже указывалось, является назначение нормативов волевым порядком, без учета взаимосвязей влияющих факторов.

Эти нормативные значения должны быть использованы при планировании работы парка лесовозных автопоездов ЗАО “Фанком”, а также для повышения эффективности их использования.

Такие нормативы могут быть получены путем преобразования уравнения (1.9) в зависимости абсолютных значений основных показателей от функционального критерия для конкретных условий применения лесовозных автопоездов и уровня эффективности по основным показателям:

$$(2.1)$$

Уравнение (2.1) можно записать в виде зависимости абсолютных значений основных показателей от функционального критерия для конкретных условий и требуемого значения комплексного показателя эффективности:

$$(2.2)$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты уравнения зависимостей уровня эффективности по комплексному показателю от уровня эффективности по основным показателям.

Учитывая, что при расчете удельных значений показателя эксплуатационной скорости принималась ее обратная величина, выражение (2.2) для расчета нормативных абсолютных значений эксплуатационной скорости запишется в виде

$$(2.3)$$

С учетом уравнения (1.6), учитывающего ограничение значения показателя, выражение (2.2) для расчета нормативных абсолютных значений

коэффициента выпуска примет вид

(2.4)

С учетом уравнения (1.7) выражение (2.2) для расчета нормативных абсолютных значений коэффициента использования грузопместимости можно записать в виде

(2.5)

Соответственно с учетом уравнения (1.8) выражение (2.2) для расчета нормативных абсолютных значений коэффициента использования пробега можно записать в виде

(2.6)

Для того, чтобы выявить требуемый уровень комплексного показателя эффективности, были рассчитаны плановые уровни эффективности по основным и комплексному показателям эффективности эксплуатации парка лесовозных автопоездов ЗАО “Фанком” за сезон 2010–2011 гг. В качестве исходных для расчета уровней эффективности были использованы показатели, запланированные управлением автомобильного транспорта ЗАО “Фанком” на сезон 2010–2011 гг. (Прил. 3, табл. 6–8).

Функциональный критерий определяется по формуле (1.1) с учетом условий, приведенных в подразделе 1.2. Исходные данные для расчета функционального критерия приведены в табл. 6, а результаты расчета – в табл. 7 (Прил. 3).

Расчет плановых основных и комплексного показателей эффективности вывозки лесоматериалов парком лесовозных автопоездов производился с использованием приложения Microsoft Excel согласно методике, приведенной в Приложении 2.

По данным табл. 7, 8 (Прил. 3) и результатам расчета по формуле (1) (Прил. 2) определялись элементы и заполнялась матрица удельных значений показателей (табл. 9, Прил. 3), из которой выбирались базовые показатели, относящиеся в данном случае к эталонному автопоезду (в таблице        подчеркнутые значения) –  $\{X_{ij}\} = \{0,106; 0,207; 0,033; 0,029\}$ .

По выбранному эталону осуществлялся расчет основных и комплексного показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами по формулам (4), (11) (Прил. 2). Результаты расчета представлены в табл. 10 (Прил. 3).

Сравнивая фактические уровни эффективности эксплуатации парка лесовозных автопоездов по комплексному показателю за 2010 г. (табл. 5, Прил. 1) с плановыми уровнями эффективности на 2011 г. (табл. 10, Прил. 3), можно отметить, что по всем принятым к рассмотрению моделям автопоездов управлением автомобильного транспорта ЗАО “Фанком” запланирован рост комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериала-

лов (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Планируемый уровень комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериалов в 2011 г. по сравнению с предыдущим

Модель лесовозного автопоезда				
Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
102,1 %	100,8 %	103,6 %	109,7 %	103,5 %

В качестве базовых показателей для расчета нормативов на 2010 г. были использованы минимальные удельные показатели (см. табл. 4, Прил. 1 –  $\{X_{0j}\} = \{0,101; 0,206; 0,036; 0,073\}$ ) 2010 г.; коэффициенты уравнений зависимостей уровня эффективности по комплексному показателю от уровней эффективности по основным показателям приведены в табл. 1.6.

Результаты расчетов по формулам (2.3) – (2.6) при запланированных значениях роста комплексного показателя (см. табл. 10, Прил. 3) приведены в табл. 2.2.

Сравнение данных табл. 8 (Прил. 3) и 2.2 позволяет заметить, что в некоторых случаях ( $V_3$ ) прогнозные значения основных технико-эксплуатационных показателей выше запланированных, в других ( $\gamma$ ) – ниже, и практически не изменились  $\alpha_e$  и  $\beta$  АТЦ ЗАО “Фанком”.

Это, с одной стороны, подтверждает ранее высказанное положение о необоснованности сегодняшнего планирования показателей, а с другой – требует проведения ряда мероприятий на предприятии с тем, чтобы достичь плановых значений технико-эксплуатационных показателей.

Таблица 2.2

Нормативные абсолютные значения показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами ЗАО “Фанком” на 2010 г.

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко 633929	Ивеко АМТ 633910
Коэффициент выпуска $\alpha_e$	0,889	0,876	0,893	0,923	0,912
Коэффициент использования грузопоместности $\gamma$	0,804	0,842	0,968	1,1	1,108
Коэффициент использования пробега $\beta$	0,459	0,454	0,461	0,473	0,469
Эксплуатационная скорость $V_3$ , км/ч	34,62	30,18	33,77	45,46	37,96

Для того чтобы оценить влияние мероприятий на комплексный показатель эффективности вывозки, были получены его зависимости от основных технико-эксплуатационных показателей, принятых в качестве основных показателей эффективности. Такие зависимости могут быть установлены пу-

тем использования уравнений (2.3) – (2.6), откуда после преобразований

– зависимость комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами от коэффициента выпуска  $\alpha_g$  будет иметь вид

$$(2.7)$$

– зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от коэффициента использования грузоместимости  $\gamma$

$$(2.8)$$

– зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от коэффициента использования пробега  $\beta$

$$(2.9)$$

– зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от эксплуатационной скорости  $V_g$ ,

$$(2.10)$$

Расчет по полученным формулам (2.7) – (2.10) проводится в диапазоне изменения основных ТЭП. Согласно данным табл. 2.3 минимальное значение коэффициента выпуска составляет  $\alpha_g^{min} = 0,876$  (Урал-444403), максимальное значение –  $\alpha_g^{max} = 0,923$  (Ивеко-633929); минимальное значение коэффициента использования грузоместимости составляет  $\gamma^{min} = 0,804$  (Урал-43204), максимальное значение –  $\gamma^{max} = 1,108$  (Ивеко АМТ 633910); минимальное значение коэффициента использования пробега составляет  $\beta^{min} = 0,454$  (Урал-444403), максимальное значение –  $\beta^{max} = 0,473$  (Ивеко-633929); минимальное значение эксплуатационной скорости составляет  $V_g^{min} = 30,18$  км/ч (Урал-444403), максимальное значение –  $V_g^{max} = 45,46$  км/ч (Ивеко-633929).

Расчет значений комплексного показателя эффективности вывозки произведен при значении функционального критерия согласно табл. 8 (Прил. 3); в качестве базовых показателей использованы минимальные удельные показатели 2010 г. (см. табл. 4, Прил. 1  $\{X_{\sigma i}\} = \{0,101; 0,206; 0,036; 0,073\}$ ); коэффициенты уравнений зависимостей уровня эффективности по комплексному показателю от уровней эффективности по основным показателям приведены в табл. 1.6. Результаты расчета по формулам (2.7) – (2.10) приведены в табл. 2.3, по данным которой построены графические зависимости комплексного показателя эффективности эксплуатации от абсолютных значений основных технико-эксплуатационных показателей (рис. 2.1 – 2.4).

Данные табл. 2.3 свидетельствуют о том, что резкий рост комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами наблюдается при увеличении значений коэффициента выпуска  $\alpha_g > 0,893$ , коэффициента использования грузоместимости  $\gamma > 0,968$ , коэффициента использования пробега  $\beta > 0,461$ . Что касается показателя эксплуатацион-

ной скорости  $V_3$ , то во всем диапазоне изменения ее значений наблюдается линейный рост комплексного показателя эффективности эксплуатации.

Таблица 2.3

Значения комплексного показателя эффективности вывозки  
в зависимости от абсолютных значений основных ТЭП

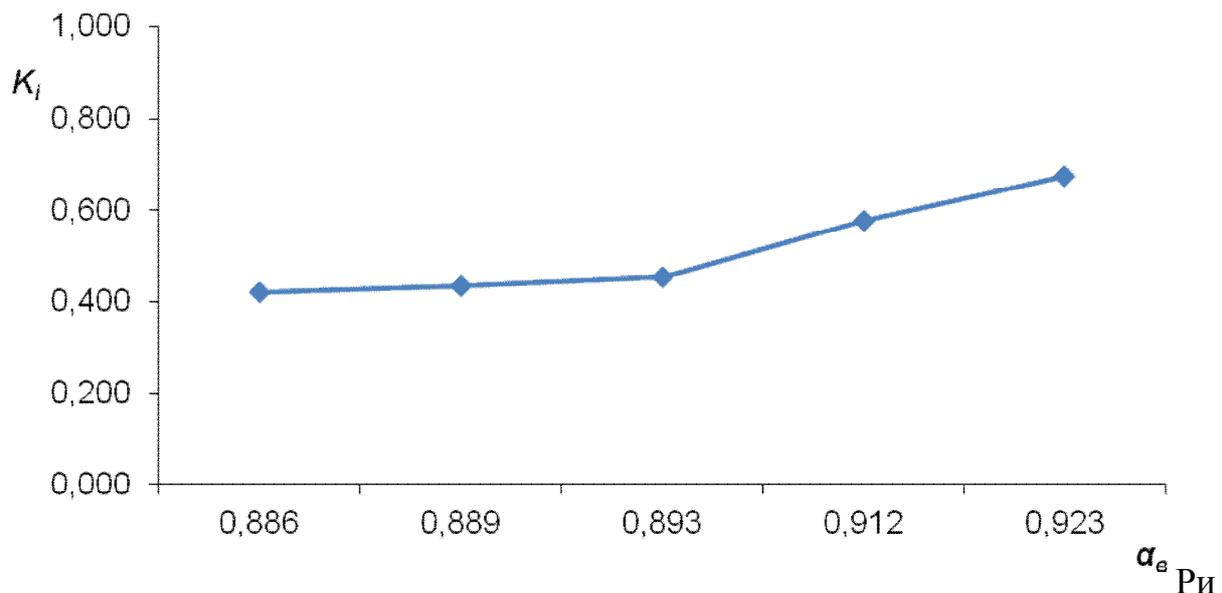
$\alpha_6$	$K_i^{расч}$	$\gamma$	$K_i^{расч}$	$\beta$	$K_i^{расч}$	$V_3$ , км/ч	$K_i^{расч}$
0,886	0,421	0,804	0,537	0,459	0,458	30,18	0,281
0,889	0,435	0,842	0,546	0,454	0,518	33,37	0,310
0,893	0,455	0,968	0,591	0,461	0,628	34,62	0,390
0,912	0,576	1,1	0,699	0,469	0,852	37,96	0,559
0,923	0,673	1,108	0,708	0,493	0,912	45,46	0,616

Примечание:  $\alpha_6$  – коэффициент выпуска,  $\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности,  $\beta$  – коэффициент использования пробега,  $V_3$  – эксплуатационная скорость.

В то же время анализ рис. 2.1 – 2.4 показывает, что нелинейная зависимость комплексного показателя от коэффициента выпуска до его значения  $\alpha_6 = 0,8$  более пологая, нежели линейная зависимость его от эксплуатационной скорости. Для зависимости комплексного показателя от коэффициента использования грузоподъемности это граничное значение составляет  $\gamma = 0,97$ ; для зависимости комплексного показателя от коэффициента использования пробега  $\beta = 0,48$ . Это означает, что до достижения этих значений каждым из коэффициентов предпочтение необходимо отдавать увеличению эксплуатационной скорости, после – каждому из этих коэффициентов, поскольку это даст более быстрый рост комплексного показателя.

## 2.2. Обоснование мероприятий для повышения технико-эксплуатационных показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами

Ранее (см. 2.1) было выяснено, что прежде всего необходимо разрабатывать мероприятия, направленные на повышение эксплуатационной скорости и коэффициента выпуска автомобилей на линию.



с. 2.1. Зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от абсолютных значений коэффициента выпуска

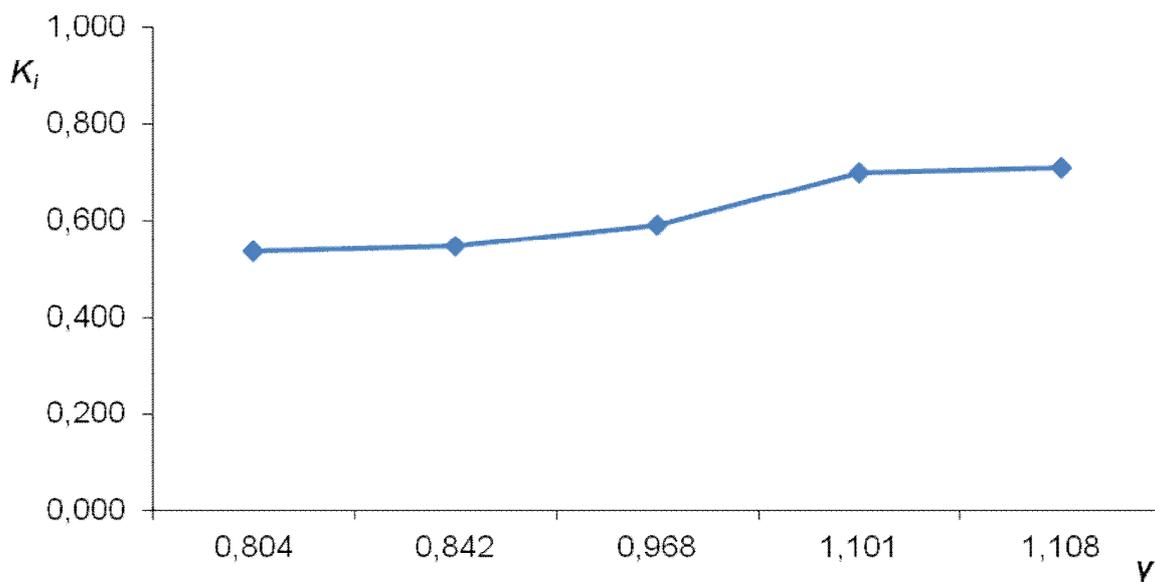


Рис. 2.2. Зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от абсолютных значений коэффициента использования грузопместимости

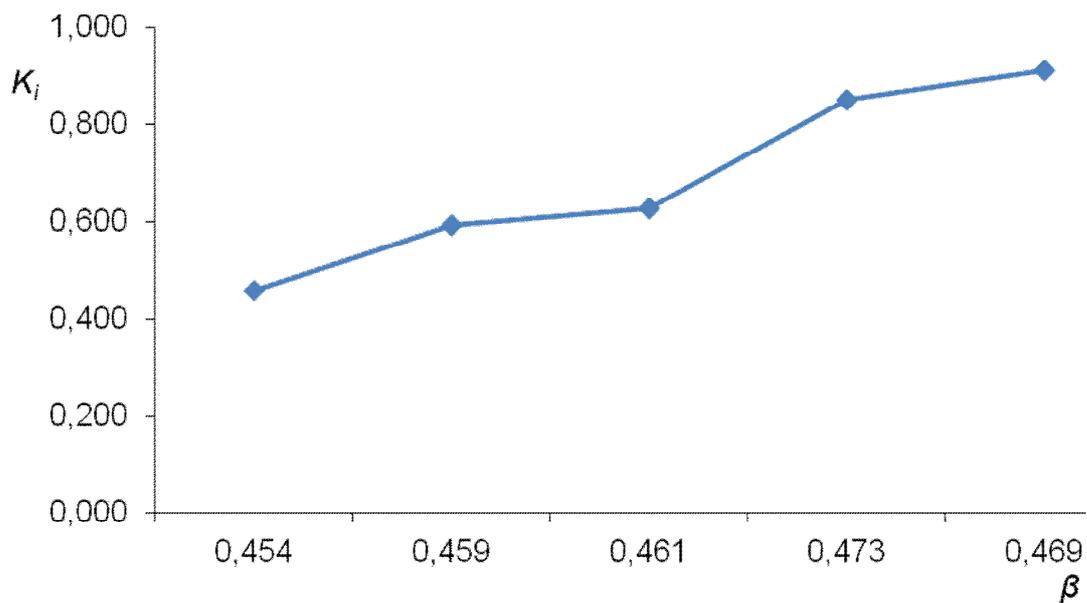


Рис. 2.3. Зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от коэффициента использования пробега

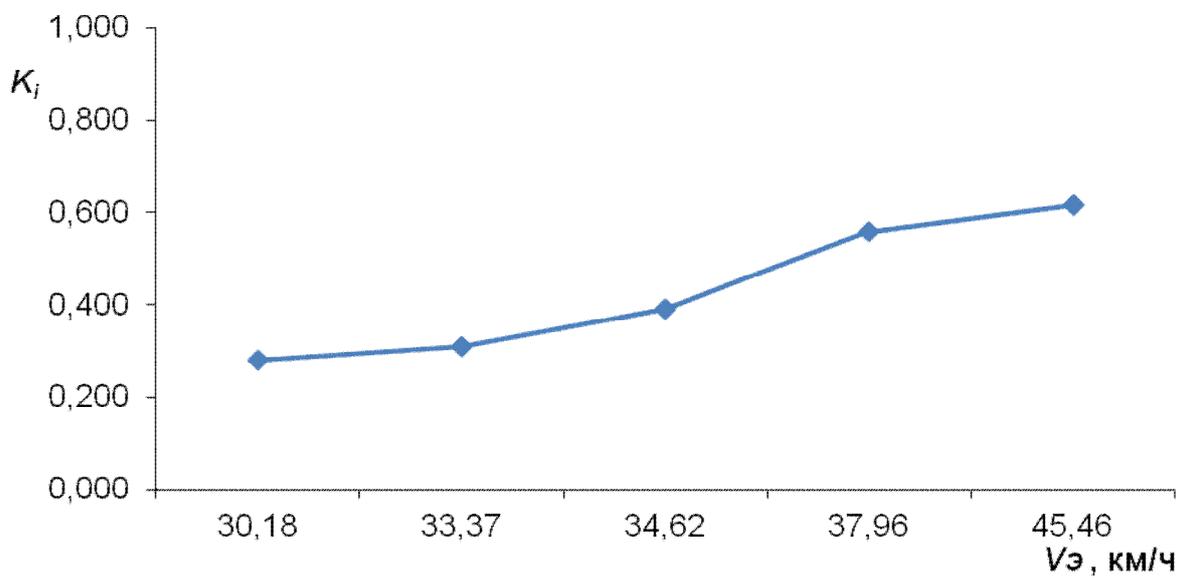


Рис. 2.4. Зависимость комплексного показателя эффективности вывозки от эксплуатационной скорости

Исходя из формулы

(2.11)

основное влияние на величину эксплуатационной скорости оказывает время движения и время простоев автопоездов под погрузкой разгрузкой. Однако при расчете фактических показателей учитывается также и время внутрисменных простоев по ряду причин, в сокращении которого кроются значительные резервы повышения эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами. Таким образом, для повышения величины эксплуатационной скорости необходимо прежде всего снижать внутрисменные простои по организационно-техническим причинам.

В эксплуатации наблюдаются также простои погрузчиков из-за отсутствия автопоездов под погрузкой, причинами чего можно считать их неправильное распределение между погрузчиками. С другой стороны, простои автопоездов в ожидании погрузки могут являться следствием большого выпуска автомобилей на линию.

Помимо этого, для увеличения эксплуатационной скорости необходимо проведение ряда мероприятий, связанных прежде всего с состоянием лесовозных автомобильных дорог, так как оно оказывает основное влияние на скорость движения лесовозных автопоездов.

В этой связи необходим постоянный контроль состояния, планировки и очистки дорог, подъездов на лесосеках, что позволяет осуществлять движение на установленных скоростях. Необходимо применение средств стабилизации дорожного основания, обеспечивающих высокую прочность и износостойкость покрытия дороги. К организации работ такого рода относятся также меры по обеспечению безопасности движения автомобилей, включающие установку необходимых дорожных знаков, освещение трасс и мест погрузки – разгрузки лесного сырья, разработку специальных местных инструкций и правил движения автотранспорта на маршрутах.

Исходя из зависимости (2.9) во всем диапазоне изменения эксплуатационной скорости  $V$ , наблюдается линейный рост комплексного показателя эффективности эксплуатации  $K_f^{расч}$ . Данные табл. 2.3 и рис. 2.4 свидетельствуют о том, что увеличение эксплуатационной скорости  $V$ , во всем диапазоне изменения ее значений на 50% (например, за счет увеличения мощности двигателя автомобиля при прочих равных условиях) вызывает пропорциональное увеличение комплексного показателя эффективности эксплуатации  $K_f^{расч}$  на 119%.

Снижение эксплуатационной скорости  $V$ , объясняется в основном изменением технологических параметров транспортирования лесного сырья на ряде предприятий, что привело, с одной стороны, к увеличению числа ездов автопоездов, но, с другой стороны, – к увеличению времени простоев их под погрузкой – разгрузкой.

Увеличение доли простоев по причине отсутствия горюче-смазочных

материалов для технологических машин вызвано перебоями в централизованных поставках топлива на предприятии ЗАО "Фанком". На лесосеках с хорошо налаженной службой снабжения простои по этим причинам не увеличиваются.

Тем не менее, можно утверждать, что увеличение эксплуатационной скорости  $V$ , вызовет пропорциональный рост комплексного показателя  $K_i$  эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами.

Анализ данных табл. 2.3 и рис. 2.2 показывает, что последовательное уменьшение значений коэффициента использования грузоподъемности  $\gamma$  на 25% в диапазоне изменения значений  $\gamma = 0,804 - 0,968$  вызывает (при прочих равных условиях) максимальный рост комплексного показателя эффективности эксплуатации  $K_i^{расч}$  всего на 10%, и в то же время в диапазоне  $\gamma = 0,968 - 1,1$  рост  $K_i^{расч}$  составляет уже 18%.

Фактически в среднем по предприятиям ЗАО "Фанком" в 2010 г. произошло увеличение средней грузоподъемности среднесписочного автопоезда наряду с уменьшением количества лесоматериалов, фактически перевозимого одним автомобилем за рейс (табл. 2.4). В среднем статический коэффициент использования грузоподъемности  $\gamma_{ст}$  за 2009–2010 гг. уменьшился на 6,4%. Уменьшение (приближение к номинальной грузоподъемности) произошло в основном за счет обеспечения соответствия параметров автопоездов характеристикам перевозимых лесоматериалов.

Таблица 2.4

Изменение ТЭП лесовозных автопоездов ЗАО "Фанком" в 2009–2010 гг.

Средняя грузоподъемность среднесписочного автомобиля, т			Средняя нагрузка за рейс среднесписочного автомобиля, т			Статический коэффициент использования грузоподъемности		
2009 г.	2010 г.	%	2009 г.	2010 г.	%	2009 г.	2010 г.	%
21,1	21,3	100,9	23,8	24,1	101,2	1,141	1,067	93,6

Для повышения коэффициента выпуска  $\alpha_v$  важную роль играет поддержание подвижного состава в технически исправном состоянии. Автомобильные базы представляют собой комплекс зданий и сооружений, рассчитанных на обслуживание и ремонт всех автомобилей, находящихся в ведении предприятия и должны быть оснащены современным оборудованием, стендами, приспособлениями, приборами, средствами диагностики и контроля. Большое внимание при этом должно уделяться комплексной механизации, внедрению вспомогательных, в частности различных подъемных и транспортных, механизмов для перемещения тяжестей внутри ремонтно-механических мастерских и т. д.

Повышение технического уровня автопоездов большой грузоподъемности

мости сопровождается усложнением и удорожанием технического обслуживания, но приводит к увеличению надежности работы, что повышает коэффициент выпуска. Невозможность проведения технических обслуживаний и ремонтов такой техники непосредственно на предприятиях приводит к необходимости переездов тягачей в сервисный центр и обратно. Возможность проведения технического обслуживания в Екатеринбурге (альтернатива Челябинску) приводит к уменьшению времени на техническое обслуживание, что положительно сказывается на величине коэффициента использования пробега.

При этом должны быть обеспечены соблюдение системы технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов автомобилей, бесперебойное снабжение запасными частями, техническими материалами, шинами для своевременного и качественного ремонта автомобилей, необходимы рациональная организация управления техническим состоянием и возрастной структурой автопарка и своевременное списание изношенных автомобилей, совершенствование существующих нормативов на запасные части для автомобилей и дифференциация их по трудности условий эксплуатации автотранспорта.

В автохозяйстве должны иметься аварийные автомобили, которые высылаются для выполнения мелкого ремонта и замены отдельных деталей (в том числе и шин) в полевых условиях без возвращения автопоезда в гараж.

Строгое соблюдение плановой периодичности и качественное проведение технического обслуживания автомобилей способствуют сокращению количества эксплуатационных ремонтов, уменьшению внеплановых простоев в ремонте и, следовательно, способствуют увеличению производительности автомобилей и повышению уровня эффективности их эксплуатации.

Сказанное подтверждается данными табл. 2.3 и рис. 2.1, откуда видно, что увеличение значений коэффициента выпуска на 4% (например, за счет соответствующего (на 4%) снижения простоев во внеплановых ремонтах) при прочих равных условиях в диапазоне изменения значений  $\alpha_g = 0,886 - 0,893$  вызывает максимальный рост комплексного показателя эффективности вывозки  $K_i^{расч}$  всего на 8%, в то же время в диапазоне  $\alpha_g = 0,893 - 0,923$  рост  $K_i^{расч}$  составляет 47,9%.

Для повышения величины коэффициента использования пробега  $\beta$  должны быть предусмотрены надлежащая организация заправочного хозяйства, применение передвижных заправочных пунктов (автоцистерн), оснащение пунктов заправки современной аппаратурой, позволяющей в наикратчайшие сроки обслуживать автомобили. Внимание должно уделяться изучению подготовительно-заключительного времени, включающего затраты времени на прием и сдачу смены, нахождение автомобиля на стоянке и контроль его технического состояния, выезд со стоянки, получе-

ние путевой документации, пуск двигателя, заправку автомобиля горюче-смазочными материалами и техническими жидкостями, постановку автомобиля на стоянку при возвращении с линии.

К мероприятиям по сокращению времени на подготовительно-заключительные операции относятся: упорядочение мест хранения автомобилей на стоянке и наличие свободного выезда, рациональная организация заправки автомобилей, исключая потери рабочего времени и холостой пробег, сокращение времени на оформление путевой документации для выпуска автомобилей на линию, сокращение времени на прием – сдачу смены.

Согласно данным табл. 2.3 и рис. 2.3 повышение значений коэффициента использования пробега  $\beta$  на 1,1% (за счет снижения непроизводительных пробегов на 1,7%) в диапазонах изменения его значений  $\beta = 0,454 - 0,549$  вызывает при прочих равных условиях рост комплексного показателя эффективности эксплуатации  $K_i^{расч}$  всего на 13,1%, в то же время в диапазонах  $\beta = 0,459 - 0,461$  и  $\beta = 0,461 - 0,469$  рост  $K_i^{расч}$  составляет 21,2% и 35,6% соответственно, а в диапазоне  $\beta = 0,469 - 0,473$  рост  $K_i^{расч}$  составляет всего 7%.

Фактическое снижение величины коэффициента использования пробега  $\beta$  в 2010 г. составляет по предприятию 0,2% по сравнению с 2009г. (табл. 2.5). При этом произошло уменьшение как общего пробега  $L_{общ}$ , так и пробега с грузом  $L_{зр}$ , за счет которого собственно и происходит уменьшение коэффициента использования пробега. Пробег с грузом в 2010 г. уменьшился за счет:

- увеличения порожних пробегов между лесосеками;
- невозможности осуществить ремонт на маршруте (автопоезда приходилось направлять в зону ремонта АТЦ).

Таблица 2.5

Изменение ТЭП пробега парка лесовозных автопоездов  
ЗАО “Фанком” в 2009 – 2010 гг.

$L_{общ}, \text{ км}$			$L_{зр}, \text{ км}$			$\beta$		
2009г.	2010г.	%	2009г.	2010г.	%	2009г.	2010г.	%
265838,7	252100,7	94,8	122285,8	115714,2	94,6	0,460	0,459	99,8

Таким образом, вследствие большой значимости коэффициента использования пробега необходимо проявлять возможность управления эффективностью вывозки лесоматериалов автопоездами путем изменения значений основных технико-эксплуатационных показателей работы автомобильного транспорта на лесосеках.

### 2.3. Оценка мероприятий по повышению

## эффективности вывозки лесоматериалов парком автопоездов

Для оценки эффективности мероприятий по повышению уровня эффективности вывозки лесоматериалов парком автопоездов ЗАО “Фанком” необходимо провести оценку с использованием фактически достигнутых показателей 2010г.

Расчет производился с использованием приложения Microsoft Excel согласно приведенному алгоритму (Прил. 2).

Фактический функциональный критерий определялся по формуле (1.1) с учетом условий, приведенных в подразделе 1.2. Исходные фактические данные для его расчета приведены в табл. 11 (Прил. 3), при этом для расчета принималась производительность одной авто-тонны. Результаты расчета функционального критерия приведены в табл. 12 (Прил. 3). По данным табл. 12, 13 (Прил. 3) и результатам расчета по формуле 1 (Прил. 2) определялись элементы и заполнялась матрица удельных значений показателей (табл. 14, Прил. 3), из которой выбирались базовые показатели эталонного автопоезда (в табл. 14 – подчеркнутые значения) –  $\{X_{0j}\} = \{0,113; 0,195; 0,035; 0,031\}$ . По выбранному эталону осуществлялся расчет основных и комплексного показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами по формулам (4) и (11) в Прил. 2. Результаты расчета представлены в табл. 15 (Прил. 3).

Для оценки влияния условий работы парка лесовозных автопоездов на эффективность их эксплуатации использованы средневзвешенные показатели, относящиеся к условному автопоезду. Расчет таких показателей проведен с использованием формулы (1.10) и данных табл. 6–8 (Прил. 3), 2.6. Результаты расчета представлены в табл. 2.7, 2.8.

Для оценки влияния показателей самих транспортных машин на эффективность их эксплуатации использованы показатели, относящиеся к предприятию со средневзвешенными параметрами. Расчет таких показателей проводится с использованием формулы (1.10) и данных табл. 6, 8, 14 (Прил. 3). Результаты расчета представлены в табл. 2.7, 2.8.

Функциональный критерий, определенный по формуле (1.1) приведен в табл. 2.7, удельные величины средневзвешенных показателей, определенных по формуле (1) (Прил. 2), приведены в табл. 2.9 (подчеркнуты базовые показатели эталонного лесовозного автопоезда –  $\{X_{0j}\} = \{0,182; 0,197; 0,037; 0,031\}$ ). Результаты расчета основных и комплексного показателей эффективности вывозки по формулам (4) и (11) в Прил. 2 представлены в табл. 2.10, где рассматриваемые модели автопоездов проранжированы в порядке убывания комплексного показателя эффективности вывозки. Автопоезд с наиболее высоким значением комплексного показателя эффективности вывозки (Ивеко АМТ 633910) занимает первое место в выборке, автопоезд с наименьшим значением этого показателя (Урал-43204) – последнее.

Для сравнения в табл. 2.7, 2.8, 2.9, 2.10 приведены фактически дос-

тигнутые средневзвешенные показатели за 2010 г.

Оценку мероприятий повышения уровня эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами проведем с помощью диаграмм (рис. 2.5).

На лучах отложены отрезки, равные величине показателей автопоезда-эталона, у которого все показатели эффективности эксплуатации равны единице. Основные показатели эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами представлены радиус-векторами, длины которых равны соответствующему численному значению показателей. Цифры у концов векторов равны соответствующему номеру оцениваемого автопоезда. Малый многоугольник построен на концах отрезков, равных 0,5.

Общий анализ результатов расчета комплексного показателя эффективности (см. табл. 2.10, рис. 2.5, а) показывает, что уровень эффективности вывозки в 2010 г. по сравнению с 2009 г. увеличился на 14,2 %. В 2009 и 2010 гг. только у двух из пяти автопоездов этот показатель выше среднего по предприятию ( $K_i = 0,550$  и  $K_i = 0,628$  соответственно). У остальных автомобилей, комплексный показатель эффективности вывозки, для которых ниже среднего по предприятию, необходимо и дальше продолжать мероприятия по улучшению технико-эксплуатационных показателей и совершенствовать системы технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Для расширения диапазона оценки мероприятий по повышению уровня эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами представлены также диаграммы (см. рис. 2.5, б, в, г, д) по основным показателям.

Анализ диаграмм основных показателей свидетельствует о том, что наиболее низкими средними значениями в 2010 г. характеризуются коэффициент использования пробега ( $\Theta\beta = 0,478$ ) и коэффициент выпуска ( $\Theta\alpha_6 = 0,520$ ), затем следуют коэффициент использования грузопместимости ( $\Theta\gamma = 0,409$ ) и эксплуатационная скорость ( $\Theta V_9 = 0,328$ ).

Повышение уровней эффективности по единичным показателям и вызванное этим некоторое изменение ранжирования автопоездов по комплексному показателю эффективности вывозки обусловлено прежде всего как неравномерным изменением фактических абсолютных значений показателей, так и отмеченным изменением условий эксплуатации, что в совокупности вызвало изменение функциональных критериев и значений базовых показателей эталонного лесовозного автопоезда.

Расчет показателей эффективности вывозки по моделям лесовозных автопоездов в 2010 г. (см. табл. 2.10) и сравнение их с показателями 2009 г. выявляет несколько иные результаты. Площадь многоугольников, построенных на концах радиус-векторов (см. рис. 2.5), в данном случае отражает прогнозируемую эффективность вывозки для данной модели автопоезда на предприятии.

Таблица 2.6

Фактическое среднесписочное число лесовозных автопоездов  
в ЗАО “Фанком” в 2010 г.

Модель автопоезда				
Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
11	20	9	7	2

Таблица 2.7

Исходные фактические средневзвешенные данные, рассчитанный  
функциональный критерий по моделям эксплуатирующихся автопоездов

Модель автопоезда	$Q_{сез}$ , тыс. м <sup>3</sup>		$L_c$ , км		$q_{ф}$ , т		$T_n$ , ч		$\Phi$ , МВт	
	2009г.	2010г.	2009г.	2010г.	2009г.	2010г.	2009г.	2010г.	2009г.	2010г.
Урал-43204+ГКБ9383	42,4	50,2	70	55,8	17,10	16,59	12	11,4	0,41	0,40
Урал-444403+ГКБ9383	90,3	104,4	65	63,05	18,08	17,92	10,5	11,6	0,52	0,46
Урал-5557+ГКБ9383	44,2	50,5	80	77,6	17,92	17,68	12,6	12,22	0,53	0,53
Ивеко-633929+САВ 83434	110,2	115,1	90	88,2	67,76	63,84	14,2	11,76	0,44	0,47
Ивеко АМТ 633910+САВ 93182	32,9	34,3	110	104,5	44,12	46,0	11,3	10,96	0,78	0,76

Таблица 2.8

Средневзвешенные фактические абсолютные значения показателей  
эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами

Модель автопоезда	$\alpha_v$		$\gamma$		$\beta$		$V_z$ , км/ч	
	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
Урал-43204+ГКБ9383	0,882	0,884	1,140	1,106	0,457	0,469	25,8	26,7
Урал-444403+ГКБ9383	0,849	0,840	1,130	1,12	0,453	0,475	26,2	26,4
Урал-5557+ГКБ9383	0,901	0,875	1,120	1,01	0,463	0,462	25,4	24,9
Ивеко-633929+САВ 83434	0,915	0,915	1,210	1,14	0,467	0,475	43,1	42,8
Ивеко АМТ 633910+САВ 93182	0,922	0,813	1,103	1,08	0,472	0,472	42,8	43,1

Таблица 2.9

Удельные фактические значения показателей, определяющих эффективность вывозки лесоматериалов автопоездами

Модель автопоезда	$(1-\alpha_e)/\Phi$		$(1,1-\gamma)/\Phi$		$(0,5-\beta)/\Phi$		$1/V, \Phi$	
	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
Урал-43204+ГКБ9383	0,288	0,288	0,390	0,482	0,105	0,077	0,094	0,093
Урал-444403+ГКБ9383	0,290	0,350	0,327	0,394	0,090	0,083	0,072	0,083
Урал-5557+ГКБ9383	0,186	0,235	0,339	0,367	0,070	0,075	0,074	0,075
Ивеко-633929+САВ	0,195	<u>0,182</u>	<u>0,206</u>	0,342	0,076	0,050	0,053	0,050
Ивеко АМТ 633910+САВ	<u>0,101</u>	0,246	0,254	<u>0,197</u>	<u>0,036</u>	<u>0,037</u>	<u>0,073</u>	<u>0,031</u>

Таблица 2.10

Фактические основные и комплексный показатели эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами

Модель автопоезда	$\Theta\alpha_e$		$\Theta\gamma$		$\Theta\beta$		$\Theta V_s$		$K_i$	
	2009г.	2010г.	2009г.	2010г.	2009г.	2010г.	2009г.	2010г.	2009г.	2010г.
Урал-43204+ГКБ9383	1,000	0,740	0,759	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,902	0,926
Урал-444403+ГКБ9383	0,553	1,000	1,000	0,576	0,511	0,688	0,606	0,610	0,616	0,703
Урал-5557+ГКБ9383	0,540	0,774	0,569	0,538	0,519	0,516	0,407	0,404	0,475	0,548
Ивеко-633929+САВ 83434	0,347	0,520	0,590	0,501	0,400	0,674	0,415	0,368	0,407	0,508
Ивеко АМТ 633910+САВ 93182	0,350	0,631	0,494	0,409	0,344	0,478	0,319	0,328	0,351	0,453
$\overline{\Theta P_{ij}}$	0,558	0,733	0,682	0,605	0,555	0,671	0,549	0,542	0,550	0,628
$\sigma_K$	0,533	0,359	0,404	0,459	0,519	0,412	0,546	0,556	0,441	0,382
$V_K$	95,52	48,98	59,27	75,83	93,63	61,43	99,31	102,6	80,08	60,80

Существующее различие величин технико-эксплуатационных показателей (табл. 9–13, Прил. 3) обусловлено отсутствием точных данных для лесовозных автопоездов различных моделей на лесосеках ЗАО “Фанком”, вследствие чего в этих таблицах приведены среднеарифметические значения основных технико-эксплуатационных показателей.

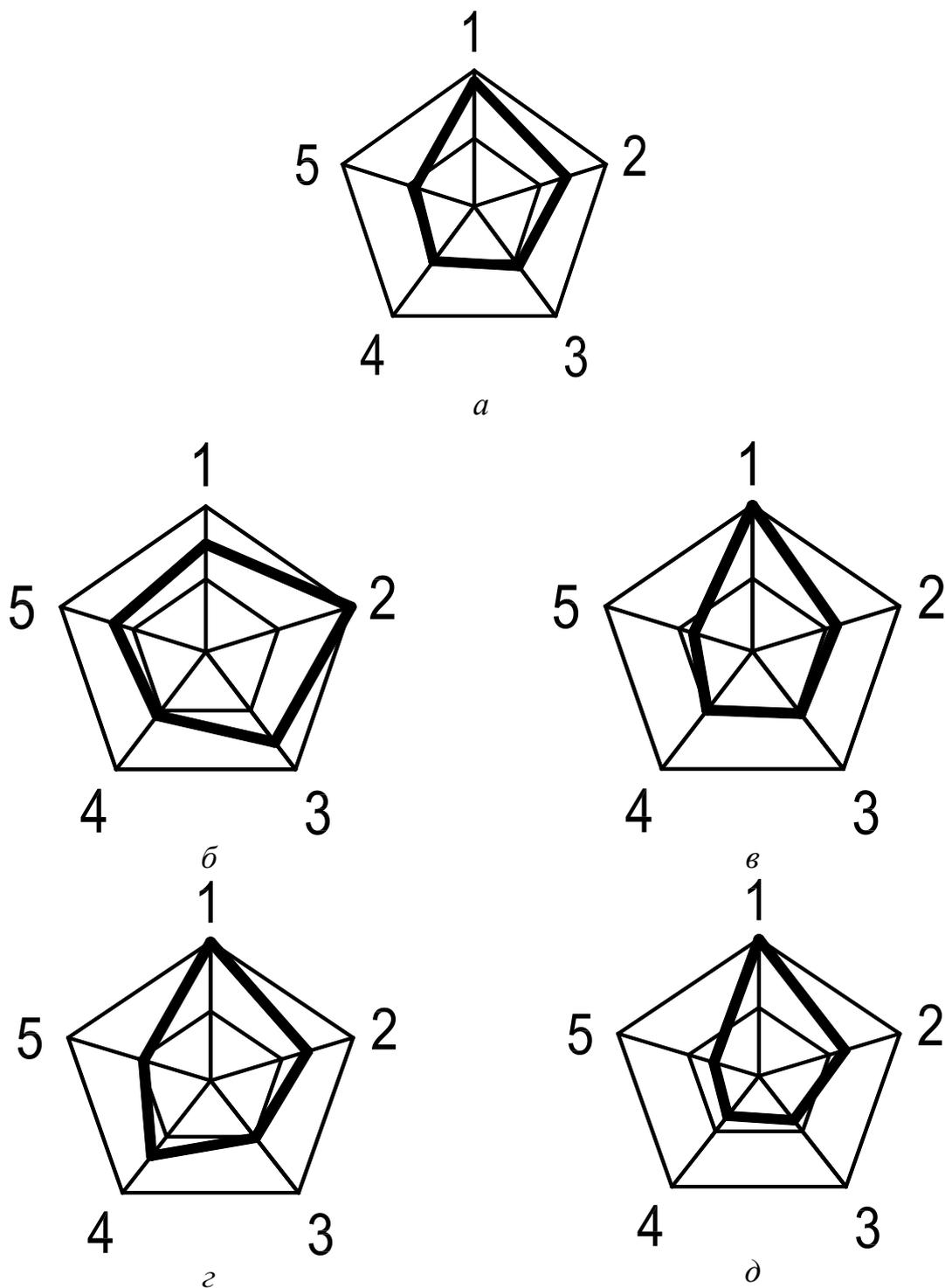


Рис. 2.5. Диаграммы планируемых значений комплексного и приведенных основных показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами:

$a - K_i$ ,  $б - \Theta\alpha_6$ ,  $в - \Theta\gamma$ ,  $г - \Theta\beta$ ,  $д - \Theta V_3$ ;  
 1 – Ивеко АМТ 633910, 2 – Ивеко-633929, 3 – Урал-5557,  
 4 – Урал 43204, 5 – Урал-444403

Реализация мероприятий позволила увеличить величину комплексно-

го показателя вывозки лесоматериалов парком лесовозных автопоездов ЗАО "Фанком" в сезоне 2010–2011 гг., что привело к росту объема лесозаготовок на 33,51 тыс. м<sup>3</sup>/год (9,5%). Программа расчёта комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериалов парком автопоездов предприятия приведена в Приложении 4.

Таким образом, можно констатировать, что реализация разработанных мероприятий привела к повышению эффективности вывозки лесоматериалов парком лесовозных автопоездов на предприятии ЗАО "Фанком" и позволила сбалансировать уровни эффективности по основным показателям.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автомобильный транспорт леса: Справочник / Под общ. ред. В. А. Горбачевского; М.: Лесн. пром-сть, 1973. 376 с.
2. Алексеева И. М. Статистика автомобильного транспорта: Учебник / И. М. Алексеева, О. И. Гончаренко, Е. В. Петрова; М.: Изд-во «Экзамен», 2005. 352 с.
3. Бурдаков В. Д. Квалиметрия транспортных средств. Методика оценки эффективности использования; М.: Изд-во стандартов, 1990. 160 с.
4. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки; М.: Изд. центр «Академия», 2004. 288 с.
5. Ковалев Р. Н., Гуров С. В. Планирование транспортных систем лесных предприятий в условиях многоцелевого использования. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад. 1996, 251 с.
6. Ларионов В. Я. Проектирование лесных дорог. М.: МГУЛ, 2006. 346 с.
7. Редькин А. К. Основы моделирования и оптимизации процессов лесозаготовок. М.: Лесная промышленность, 1988. 256 с.
8. Свердловская область в 2005–2009 годах: Статистический сборник / Территор. орган ФСГС по Сверд. обл. Екатеринбург. 2010. 204 с.
9. Смирнов М. Ю. Повышение эффективности вывозки лесоматериалов на автомобильном транспорте: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.21.01. Йошкар-Ола, 2006. 396 с.
10. Шегельман И. Р., Скрыпников В. И., Кузнецов, А. В., Пладов А. В. Вывозка леса автопоездами. Техника. Технология. Организация; СПб.: ПРОФИКС, 2008. 304 с.

Приложение 1

Таблица 1

Исходные данные для расчета функционального критерия по ЗАО “Фанком”

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5960	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$Q_{сез}$ , тыс. м <sup>3</sup>	37,4	90,3	39,2	120,2	32,9
$L_c$ , км	53,6	50,8	48,2	145,7	149,5
$q_{ф}$ , м <sup>3</sup>	14,4	16,0	16,0	52,0	40,0
$T_n$ , ч	8,6	8,8	8,5	9	9,2

Таблица 2

Функциональный критерий, МВт, по ЗАО “Фанком”

Модель автопоезда				
Урал-43204	Урал-444403	Урал-5960	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
0,41	0,52	0,53	0,44	0,78

Таблица 3

Абсолютные значения показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами ЗАО “Фанком”

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$\alpha_6$	0,882	0,849	0,901	0,915	0,922
$\gamma$	1,140	1,130	1,120	1,210	1,103
$\beta$	0,457	0,453	0,463	0,467	0,472
$V_3, \text{ км/ч}$	25,8	26,2	25,4	43,1	42,8
$n, \text{ ед}$	11	20	9	7	2

Таблица 4

Удельные значения показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами ЗАО “Фанком”

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$(1-\alpha_6)/E$	0,288	0,290	0,186	0,195	<u>0,101</u>
$(1,1-\gamma)/E$	0,390	0,327	0,339	<u>0,206</u>	0,254
$(0,5-\beta)/E$	0,105	0,090	0,070	0,076	<u>0,036</u>
$1/V_3, E$	0,094	0,072	0,074	0,053	<u>0,073</u>

Таблица 5

Приведенные основные и комплексный показатели эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$\theta\alpha_6$	0,350	0,347	0,540	0,516	1,000
$\theta\gamma$	0,529	0,632	0,610	1,000	0,813
$\theta\beta$	0,344	0,400	0,519	0,477	1,000
$\theta V_3$	0,319	0,415	0,407	0,566	1,000
$K_i$	0,359	0,417	0,484	0,589	0,914

ЗАО "Фанком"

**Методика расчета основных технико-эксплуатационных  
и комплексного показателей эффективности вывозки  
лесоматериалов автопоездами**

Алгоритм определения комплексного показателя эффективности можно представить следующим образом :

- определяется функциональный критерий;
- выбираются показатели, характеризующие эффективность вывозки;
- определяются удельные значения показателей эффективности и составляется матрица удельных значений;
- по матрице определяются значения показателей эталона;
- определяются уровни эффективности по основным показателям;
- определяется комплексный показатель эффективности вывозки.

Удельные величины  $X_{ij}$  показателей  $P_{ij}$ , принятых для оценки эффективности вывозки, определяются по формуле

$$X_{ij} = \frac{P_{ij}}{\Phi_i} \quad (1)$$

где  $\Phi_i$  – функциональный критерий рассматриваемой системы;  
 $i$  – порядковый номер системы в рассматриваемой совокупности;  
 $j$  – порядковый номер показателя из числа показателей, принятых для оценки эффективности.

Подсчитанные по формуле (1) значения  $X_{ij}$  заносятся в матрицу:

$$\{X_{ij}\} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1j} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2j} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{ij} & \dots & X_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mj} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Строки матрицы состоят из значений удельных величин  $j$ -го показателя, а каждый столбец содержит удельные величины показателей эффективности по одному из  $j$ -х параметров  $i$ -й системы совокупности.

Из всех полученных  $j$ -х столбцов матрицы необходимо выбрать минимальные (базовые –  $X_{\delta i}$ ) значения удельных величин показателей эффективности и приписать им соответствующие индексы:

(3)

Совокупность значений  $\{X_{\delta j}\}$  представляет собой динамичную модель фиктивной эталонной системы, обладающей наиболее высокими (уже достигнутыми, но, как правило, не имеющими аналога в одной системе) свойствами, выраженными в удельных величинах показателей.

Выбор такого варианта эталона обусловлен его существенными достоинствами:

- исключается субъективность в назначении эталона;
- показатели эталона реально достигнуты;
- эталон всегда находится в составе анализируемой группы, что позволяет составлять группу из различного числа моделей лесовозных автопоездов.

Все последующие сравнения показателей эффективности проводятся по отношению к фиктивному эталону.

Уровни эффективности по определяющим единичным показателям  $\Theta P_{ij}$ , т. е. по отдельным сравниваемым показателям  $P_{ij}$ , представляют собой отношение значений удельных величин базовых показателей  $X_{\delta i}$  эталонной системы к значениям таких же удельных величин  $X_{ij}$ , рассматриваемой  $i$ -й системы:

(4)

Из выражения (4) видно, что уровни эффективности по определяющим единичным показателям безразмерны и в общем случае всегда меньше единицы для любой из систем, показатели которых входят в матрицу.

Для определения обобщенного показателя эффективности по комплексу уровней эффективности выбранных единичных показателей необходимо вычислить коэффициент участия каждого уровня эффективности по определяющему единичному показателю в их общей сумме для рассматриваемой  $i$ -й системы.

Доля участия уровней эффективности по каждому единичному показателю рассматриваемой  $\Theta P_{ij}$  и эталонной  $\Theta P_{\delta j}$  систем в их общей сумме при  $n$  параметрах

$$\alpha_{ij} = \frac{\Theta P_{ij}}{\sum_{i=1}^n \Theta P_{ij}}, \quad (5)$$

(6)

Чтобы по значению доли участия определить коэффициент участия уровней эффективности по каждому единичному показателю в значении комплексного показателя, необходимо исключить влияние на него числа выбранных для сравнения единичных показателей:

(7)

Для модели эталонной системы  $Y_{\delta j}=1$ .

Суммарное значение уровней эффективности по единичным показателям  $i$ -й системы с учетом их коэффициентов участия  $Y_{ij}$  при сложении по правилу векторов в  $n$ -мерном пространстве определяется по формуле

$$\psi_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n [(Y_{ij}\Theta P]_{ij})^2}. \quad (8)$$

Суммарное значение уровней эффективности по основным показателям для модели эталонной системы

$$\psi_{\delta} = \sqrt{\sum_{j=1}^n [(Y_{\delta j}\Theta P]_{\delta j})^2} = \sqrt{n}. \quad (9)$$

Комплексный показатель эффективности равен отношению суммарных значений уровней эффективности по определяющим основным показателям рассматриваемой системы к аналогичным уровням эталонной системы:

$$K_i = \frac{\psi_i}{\psi_{\delta}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n [(Y_{ij}\Theta P]_{ij})^2}. \quad (10)$$

После подстановки в выражение (10) значений  $Y_{ij}$  из (7) с учетом (5) и (6) получим формулу для подсчета комплексного показателя эффективности при известных значениях уровней эффективности по определяющим основным показателям:

$$K_i = \frac{1}{(n-1)\sum_{i=1}^n \Theta P_{ij}} \sqrt{n \sum_{j=1}^n \left[ \Theta P_{ij} \left( \sum_{j=1}^n [\Theta P_{ij} - \Theta P_{ij}] \right) \right]^2}. \quad (11)$$

Таким образом, данная методика позволяет рассчитать уровни эффективности по основным и комплексному показателям.

Таблица 6

Исходные данные для расчета планового функционального критерия по ЗАО “Фанком” на 2010 г.

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$Q_{сез}$ , тыс. м <sup>3</sup>	50,3	104,7	50,7	115,2	34,3
$L_c$ , км	58,8	66,95	76	99	112,2
$T_H$ , ч	11,76	10,82	11,97	11,88	11,19

Таблица 7

Плановый функциональный критерий, МВт, по ЗАО “Фанком” на 2010 г.

Модель автопоезда				
Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
0,41	0,52	0,53	0,48	0,80

Таблица 8

Плановые абсолютные значения показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами  
 ЗАО “Фанком” на 2010 г.

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$\alpha_e$	0,886	0,854	0,900	0,912	0,915
$\gamma$	1,06	1,08	1,08	1,1	1,1
$\beta$	0,465	0,463	0,468	0,471	0,474
$V_э, км/ч$	26,3	26,8	25,9	44,5	43,8
$n, ед$	11	20	9	7	2

- 50 -

Таблица 9

Удельные плановые значения показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами  
 ЗАО “Фанком” на 2010 г.

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$(1-\alpha_e)/\Phi$	0,278	0,281	0,188	0,182	<u>0,106</u>
$(1,1-\gamma)/\Phi$	0,438	0,384	0,338	<u>0,207</u>	0,225
$(0,5-\beta)/\Phi$	0,085	0,071	0,060	0,060	<u>0,033</u>

$1/V, \Phi$	0,093	0,072	0,073	0,046	<u>0,029</u>
-------------	-------	-------	-------	-------	--------------

Таблица 10

Приведенные основные и комплексный плановые показатели эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами ЗАО “Фанком” на 2010г.

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$\Theta\alpha_6$	0,383	0,379	0,566	0,585	1,000
$\Theta\gamma$	0,471	0,538	0,611	1,000	0,918
$\Theta\beta$	0,382	0,457	0,541	0,543	1,000
$\Theta V_3$	0,308	0,398	0,394	0,615	1,000
$K_i$	0,367	0,420	0,502	0,646	0,946

Таблица 11

Исходные данные для расчета фактического функционального критерия по ЗАО “Фанком” на 2010 г.

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$Q_{сез}$ , тыс. м <sup>3</sup>	50,9	105,7	51,1	115,6	34,4
$L_c$ , км	57	64,4	77,6	89,1	116,7
$T_n$ , ч	11,52	11,55	12,47	11,52	11,07

Таблица 12

Фактический функциональный критерий, МВт, по ЗАО “Фанком” на 2010 г.

Модель автопоезда				
Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
0,41	0,47	0,52	0,45	0,77

Таблица 13

Фактические абсолютные значения показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами  
ЗАО “Фанком” на 2010г.

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$\alpha_6$	0,883	0,845	0,898	0,914	0,913
$\gamma$	1,05	1,016	0,987	1,103	1,15
$\beta$	0,458	0,463	0,467	0,472	0,473
$V_3, \text{ км/ч}$	28,1	25,3	26,7	43,9	42,5
$n, \text{ ед}$	11	20	9	7	2

- 53 -

Таблица 14

Удельные фактические значения показателей эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами  
ЗАО “Фанком” на 2010 г.

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$(1-\alpha_6)/\Phi$	0,288	0,331	0,196	0,191	<u>0,113</u>
$(1,1-\gamma)/\Phi$	0,615	0,606	0,600	0,438	<u>0,195</u>
$(0,5-\beta)/\Phi$	0,103	0,079	0,063	0,062	<u>0,035</u>
$1/V_3 \Phi$	0,088	0,084	0,072	0,051	<u>0,031</u>

Таблица 15

Приведенные основные и комплексный фактические показатели эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами ЗАО “Фанком” за 2010г.

Показатель	Модель автопоезда				
	Урал-43204	Урал-444403	Урал-5557	Ивеко-633929	Ивеко АМТ 633910
$\theta\alpha_6$	0,393	0,342	0,579	0,592	1,000
$\theta\gamma$	0,318	0,322	0,325	0,446	1,000
$\theta\beta$	0,340	0,445	0,555	0,564	1,000
$\theta V_3$	0,350	0,363	0,426	0,605	1,000
$K_i$	0,346	0,364	0,464	0,544	0,987

**Программа расчета комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериалов парком автопоездов предприятия**

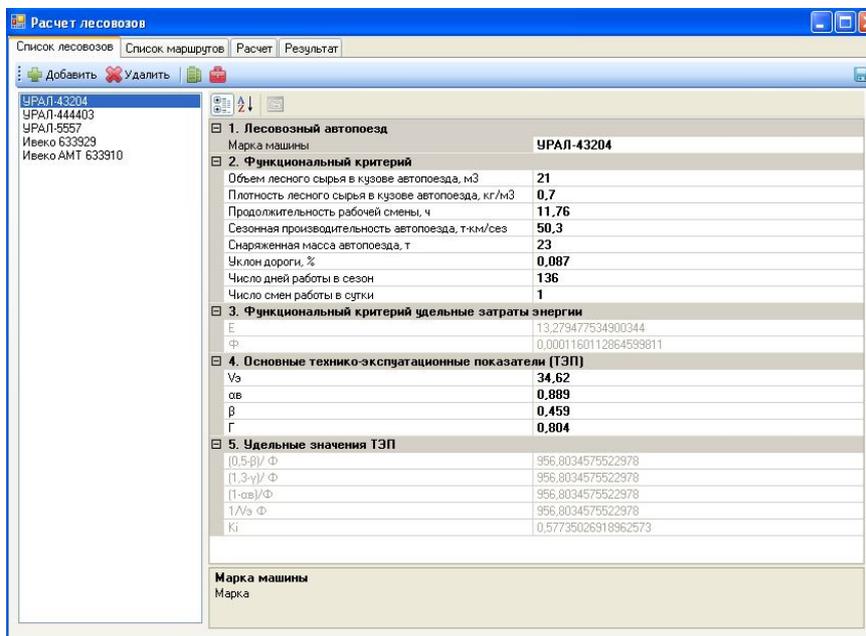


Рис. 1. Шаг 1. Ввод исходных данных лесовозных автопоездов

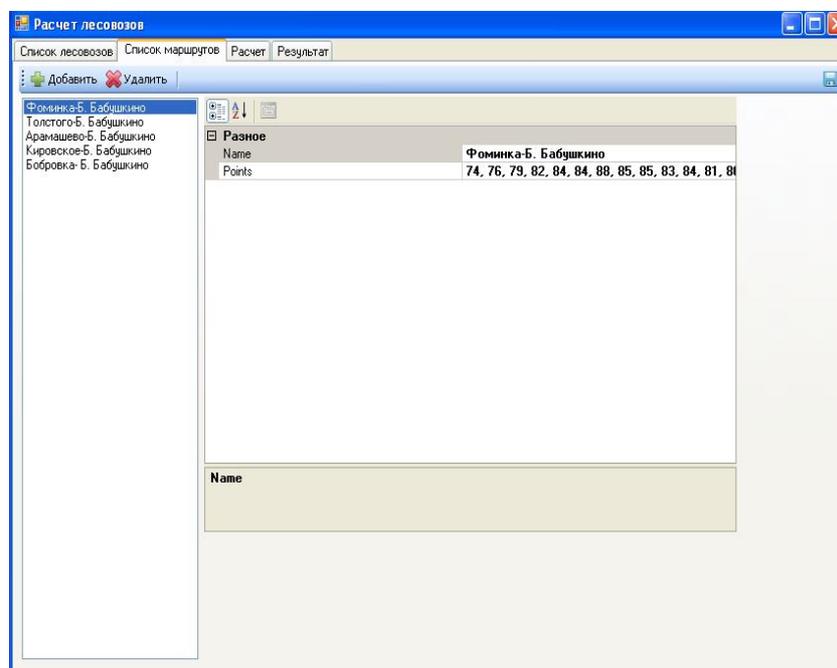


Рис. 2. Шаг 2. Ввод исходных данных по маршрутам вывозки лесоматериалов

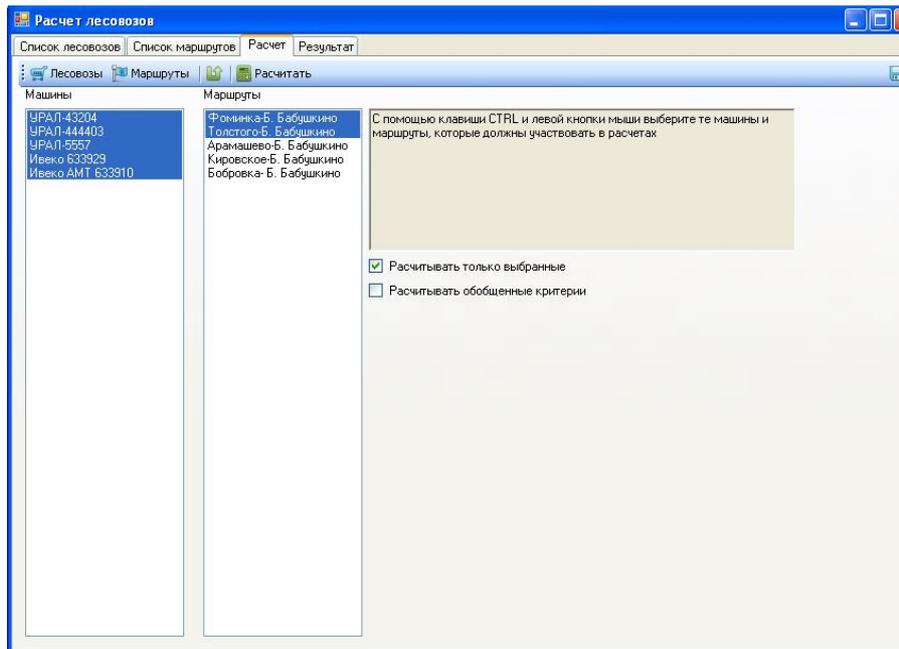


Рис. 3. Шаг 3. Выбор лесовозных автопоездов и маршрутов вывозки, возможность выбора расчета удельной энергии вывозки и комплексного показателя эффективности

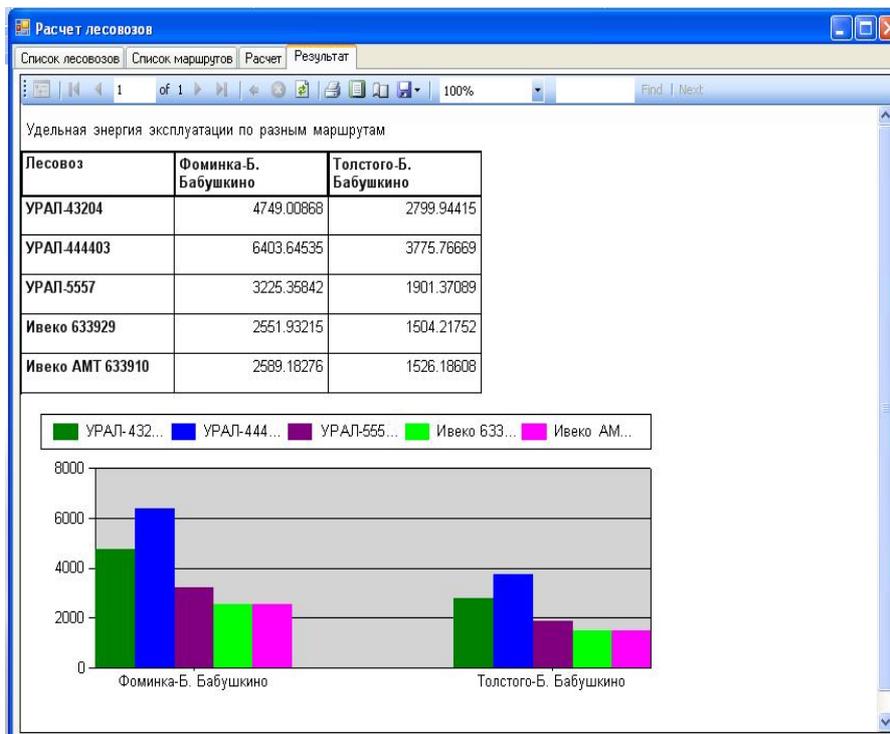


Рис. 4. Шаг 4–1. Результаты расчета по удельной энергии вывозки лесоматериалов автопоездами

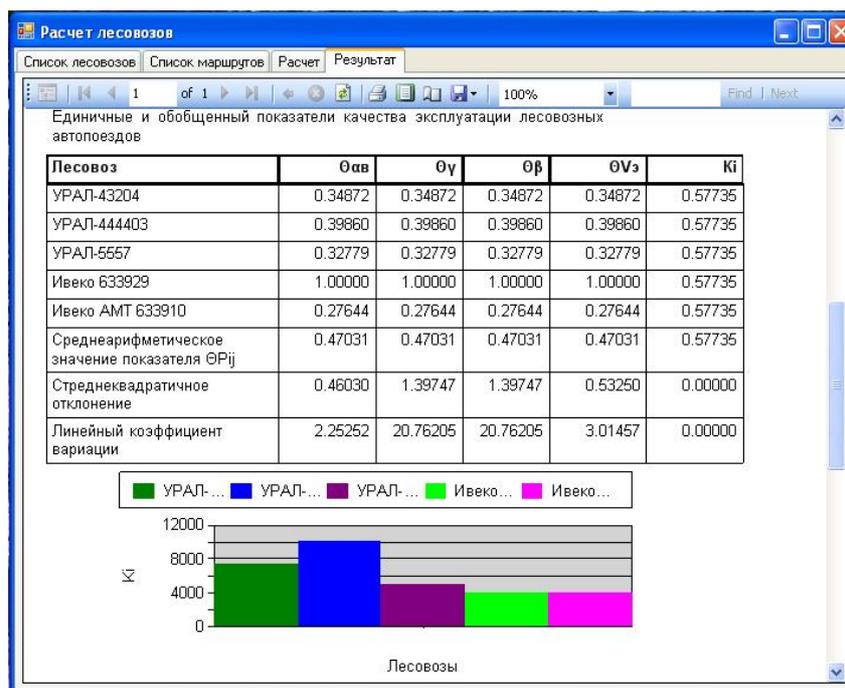


Рис. 5. Шаг 4–2. Результаты расчета комплексного показателя эффективности вывозки лесоматериалов автопоездами