

УДК 338.47.656

П. В. ГерасименкоПетербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I**Г. Б. Титов**

Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРОКОВ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

Предложена методика прогнозирования сроков доставки груза железнодорожным транспортом. В отличие от действующего прогнозирования по нормативному времени, в основу методики положены регрессионные модели. Для построения моделей используется статистика реального времени транспортировки грузов и его зависимость от расстояния транспортирования. Выполненные исследования показали, что ошибка в прогнозировании срока доставки груза железнодорожным транспортом по нормированным данным в среднем составляет 40%, а максимальная может достигать до 55%.

прогнозирование, срок доставки груза, норма суточного пробега, регрессия, интервальная оценка, вероятность.

Введение

Своевременная доставка груза любым видом транспорта играет огромную роль в формировании имиджа грузовых компаний, соответственно, определяет число грузоотправителей, а в конечном итоге – и прибыль.

Вместе с тем, как известно, роль грузоотправителя в обеспечении нормативного срока доставки груза [1] огромная, но не единственная. Исследования по математической модели [2] показали, что вероятность перемещения груза между грузоотправителем и грузополучателем за нормативное время достаточно низкая. Исследование [3] подтвердило целесообразность продолжения совершенствования методики по расчету времени доставки груза.

**1 Современная оценка времени
доставки груза железнодорожным
транспортом**

Известно, что на время доставки груза оказывают влияние множество факторов [2],

поэтому высока вероятность служебных издержек. При исследовании срока доставки груза обычно учитывается его формирование на всех маршрутах движения груза, каждый из которых включает время трех этапов: начально-конечных операций на станциях i -го маршрута; пробега с грузом по i -му маршруту; проведения отцепочного ремонта в пути следования по i -му маршруту.

К числу начально-конечных операций на i -м маршруте относят следующие операции [4]:

- уведомление о прибытии груза и о подаче груженых или порожних вагонов на подъездные пути или к фронтам погрузки (выгрузки);
- текущий ремонт порожних вагонов при их подготовке под погрузку;
- техническое обслуживание на станциях грузовых вагонов;
- техническое обслуживание и текущий ремонт контейнеров;
- осмотр вагонов в техническом и коммерческом отношении для подачи грузоотправителям под определенные грузы;
- подготовка под налив цистерн, бункерных полувагонов;

- подгруппировка вагонов для подачи под погрузку (выгрузку) определенным отправителям (получателям) и подготовка их к подаче;

- прием к отправлению (включая проверку правильности погрузки и крепления грузов на открытом подвижном составе) и выдача грузов, а также оформление перевозочных документов;

- выполнение приемо-сдаточных операций (осмотр и передача вагонов в техническом и коммерческом отношении) при передаче (приеме) вагонов на (с) подъездной путь;

- маневровая работа по расформированию поездов различных категорий (маршрутных, передаточных, вывозных, сборных), прибывших на станции погрузки, выгрузки, по предназначению вагонов и грузов, а также по формированию на станции отправления поездов различных категорий;

- маневровая работа по подаче (уборке) порожних и груженных вагонов на (с) выставочные (приемо-сдаточные) пути.

Составляющими времени маршрута являются время следования в поездах между техническими станциями, время нахождения на технических станциях под переработкой и без переработки.

В [2] для i -го маршрута учитывалось следующее время: на технический и коммерческий осмотры по прибытии на станцию; на ожидание подачи транспортных локомотивов; на подачу и уборку транспортных средств; на выгрузку из транспортного средства; на погрузку вагонов; на перестановку вагонов или состава; на оформление перевозочных документов; на

ожидание уборки перевозочных средств; на технический и коммерческий осмотры по направлению со станции; на ожидание отправления.

Необходимо отметить, что Правила исчисления сроков доставки грузов железнодорожным транспортом позволяют определить суммарное время на все операции на основании норм суточного пробега и расстояния, на которое доставляется груз. При этом расстояние перевозки в Правилах исчисления сроков доставки грузов железнодорожным транспортом задается интервально с разными суточными нормами перемещения, что позволяет вычислять на границах интервалов минимальные и максимальные сроки доставки грузов.

В табл. 1 время доставки приведено в зависимости от расстояния доставки груза [1].

Они дополнены расчетными средними, минимальными и максимальными значениями времени, которые возникают на границах интервалов расстояний. При определении времени доставки в соответствии с требованиями Правил исчисления сроков доставки неполные сутки принимались за полные сутки (рис. 1).

2 Статистические данные и оценки реальных доставок груза железнодорожным транспортом

Как показывает анализ реального времени доставки груза на заданное расстояние, оно принимает различные значения для одного и того же расстояния, т. е. является случайной величиной.

ТАБЛИЦА 1. Время повагонных отправок

Интервал расстояния L_i , км	Норма суточного пробега, км	Среднее расстояние, км	Нормированное время T , сутки		
			Среднее	Минимальное	Максимальное
До 199	110	100	2	1	2
200–599	160	400	3	2	4
600–999	240	800	4	3	5
1000–1999	310	1500	6	4	7

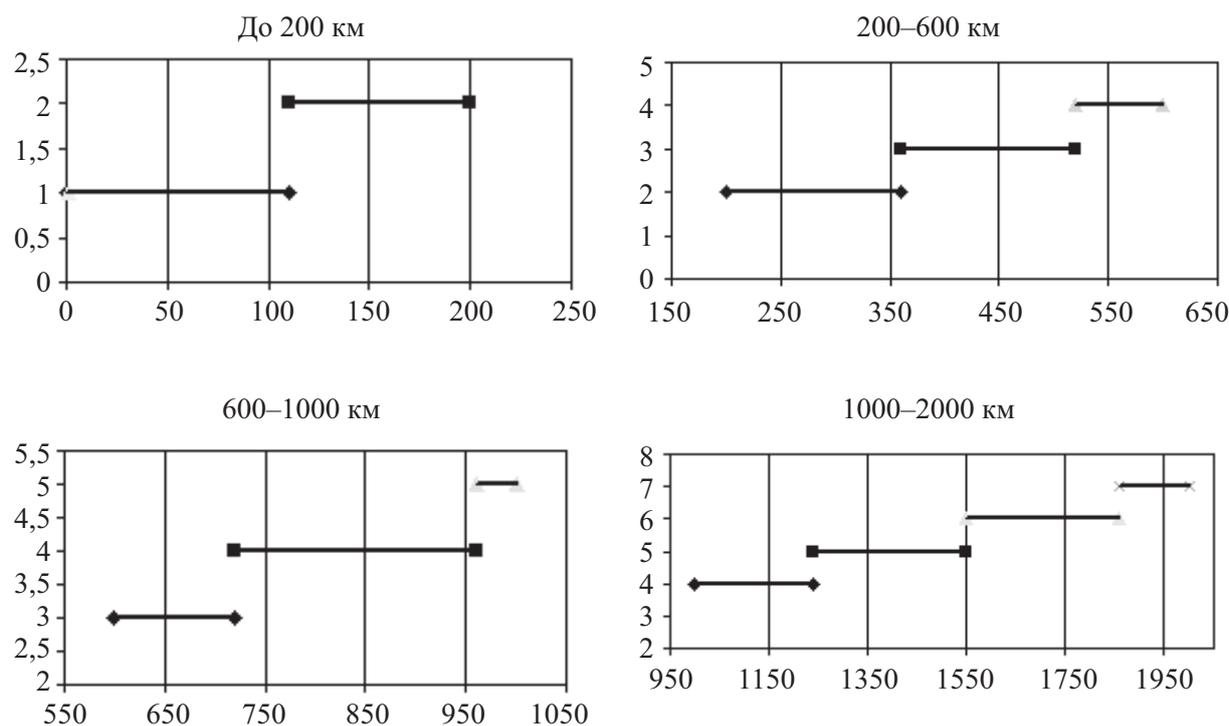


Рис. 1. Зависимость нормированного времени от расстояния перевозок

В табл. 2 для 12 расстояний перевозки груза представлены опытные значения реального времени, среди которых выделены мак-

симальные и минимальные сроки доставки груза, также приведены оцененные числовые характеристики: средние значения, дисперсии

ТАБЛИЦА 2. Время повагонных доставок груза железнодорожным транспортом

Номер перевозки n_i	Расстояние L_i , км	Число наблюдаемых перевозок	Время доставки груза T , сутки				
			Min	Max	Ср. значение	Дисперсия	СКО
1	675	19	2,63	4,13	3,34	0,16	0,40
2	770	30	2,30	4,21	2,91	0,21	0,45
3	1145	36	2,90	5,78	4,26	0,58	0,76
4	1164	20	3,53	6,84	4,72	0,95	0,98
5	1250	23	3,91	8,64	5,73	1,59	1,23
6	1395	80	3,19	10,16	4,68	1,44	1,20
7	1422	68	3,08	7,58	4,78	0,84	0,92
8	1496	33	2,96	8,11	5,55	1,43	1,20
9	1569	33	3,11	7,01	4,90	1,08	1,04
10	1674	23	4,50	8,23	6,43	1,50	1,22
11	1734	43	3,62	8,31	5,44	0,98	0,99
12	1976	49	4,36	8,49	6,41	1,53	1,24

и среднее стандартное отклонение времени доставки.

На основе табличных значений построены функции регрессии средних и экстремальных значений реального времени доставки, а также средних и нормированных значений сроков доставки (рис. 2).

Графики зависимостей функций регрессии и их аналитический вид представлены на рис. 3 и 4. С использованием регрессионного анализа построены зависимости, даны оценки качества построенных регрессионных зависимостей и параметров (коэффициентов) количественных соотношений между показателями формализованных соотношений.

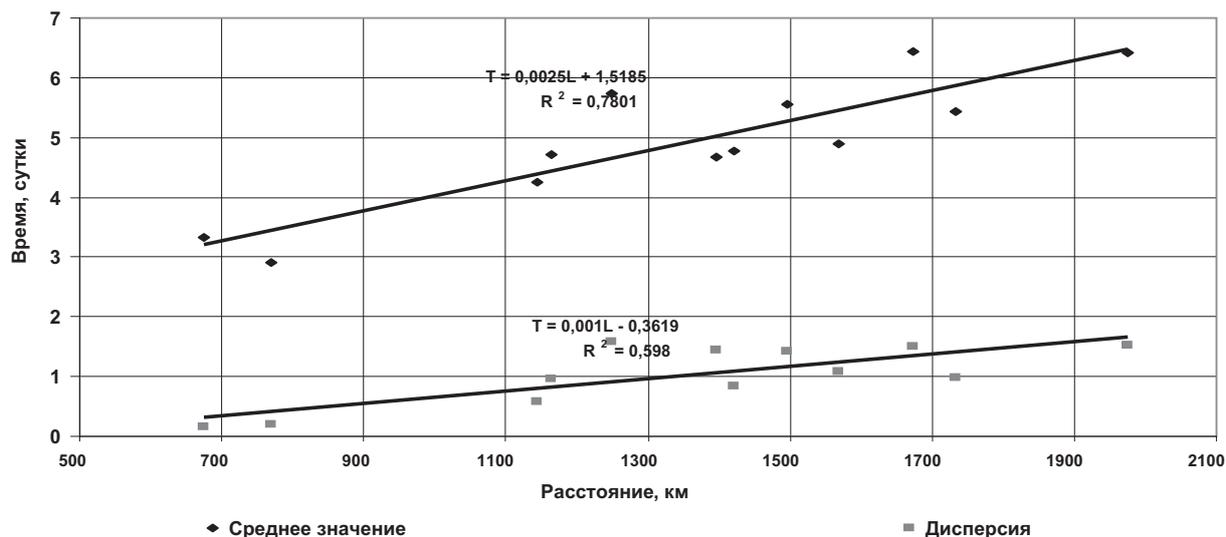


Рис. 2. Зависимость от расстояния среднего значения и дисперсии опытных значений времени доставки груза

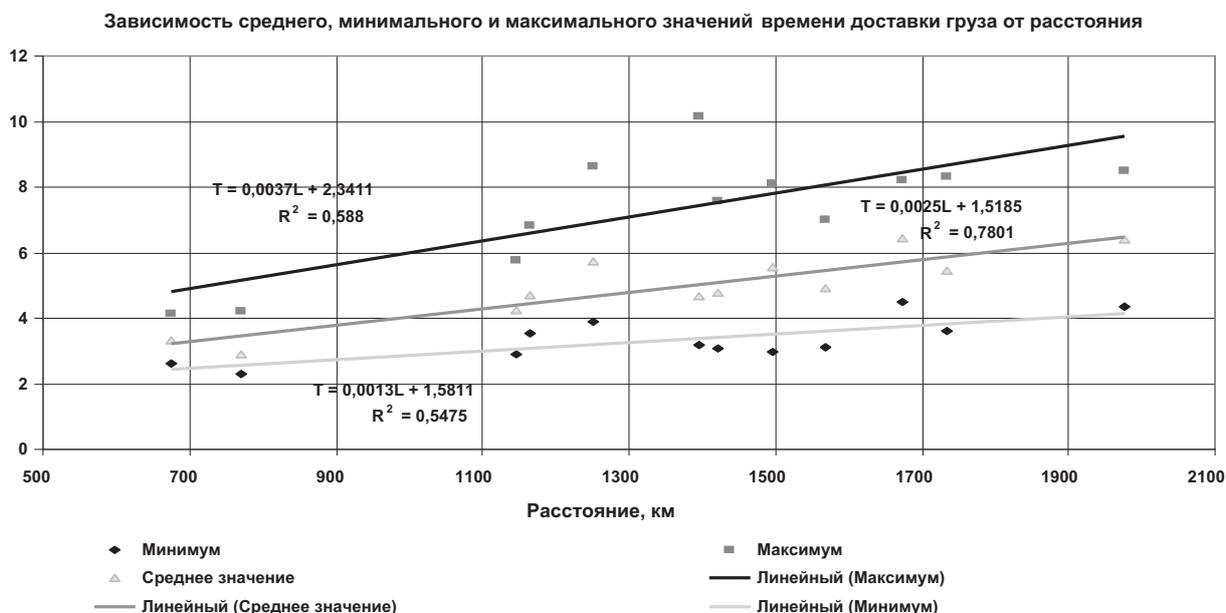


Рис. 3. Зависимость от расстояния доставки груза среднего значения и значений доверительного интервала времени доставки

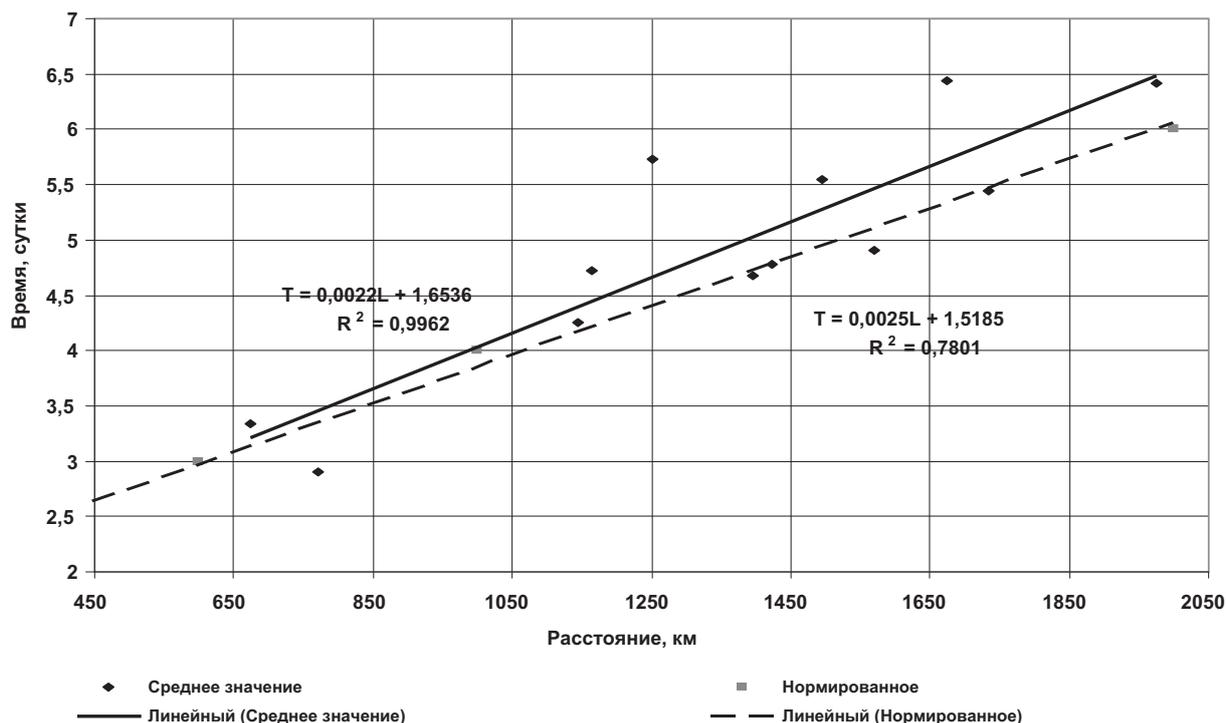


Рис. 4. Зависимость от расстояния нормативного и среднего опытного значения времени доставки груза

3 Методика прогнозирования доставки груза

Анализ табличных значений и сравнение средних опытных значений с нормированными значениями времени доставки (рис. 3, 4) позволяет сделать заключение о возможности больших ошибок при прогнозировании сроков доставки грузов по нормированному времени.

В прогнозных расчетах по уравнению регрессии при прогнозируемом значении расстояния F определяется ожидаемое значение срока доставки $T(F)$. Такой прогноз является точечным, поскольку он определяет точку на числовой оси. Вместе с тем, точечный прогноз ошибочен, так как величина $N(P)$ случайна.

Более корректен прогноз с использованием интервальной оценки времени доставки груза, это позволяют выполнить статистические данные перевозки грузов.

Действительно, реальные статистические данные дают возможность построить математическую модель, которая по случайной

составляющей позволяет установить окрестность точечной оценки (доверительный интервал), которая с определенной вероятностью накроет истинное значение результата.

Таким образом, точечный расчет результирующей переменной $N(P)$ должен быть дополнен интервальной оценкой прогнозируемого значения, которая имеет вид

$$T(F) - m_T \leq T^* \leq T(F) + m_T,$$

где T^* – истинное значение результирующего показателя, принятое как условное среднее значение; $m_{\hat{N}_P} = t_{1-\alpha, n-2} \cdot S_T$; $t_{1-\alpha, n-2}$ – табличное значение t -распределения Стьюдента с $n - 2$ степенями свободы на уровне значимо-

сти $\alpha = 0,05$; $S_T = S \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(T - \bar{T})^2}{\sum_{k=1}^n (T_i - \bar{T})^2}}$ –

оценка среднеквадратичного отклонения времени доставки груза (стандартная ошибка).

В табл. 3 приведены предельные значения доверительных интервалов в зависимости от расстояния транспортировки груза. На рис. 5 дано графическое представление аппроксима-

ции линейных функций регрессии предельных значений (линий максимального и минимального значений) доверительного интервала и геометрическое изображение зависимостей от

ТАБЛИЦА 3. Значения времени доверительного интервала

Расстояние, км	Среднее время, сутки	СКО, сутки	Доверительный интервал	
			min	max
675	3,34	0,40	2,33	4,35
770	2,91	0,45	1,71	4,10
1145	4,26	0,76	2,46	6,05
1164	4,72	0,98	2,45	6,99
1250	5,73	1,23	2,81	8,64
1395	4,68	1,20	1,89	7,47
1422	4,78	0,92	2,65	6,90
1496	5,55	1,20	2,74	8,36
1569	4,90	1,04	2,49	7,31
1674	6,43	1,22	3,37	9,49
1734	5,44	0,99	3,12	7,76
1976	6,41	1,24	3,33	9,49

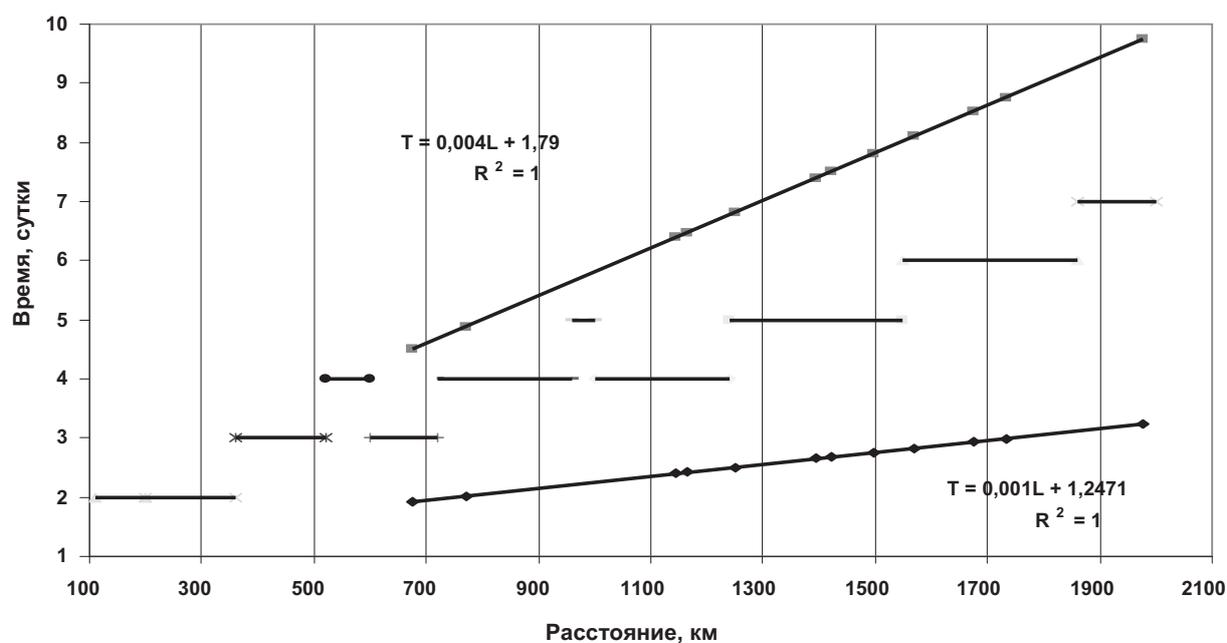


Рис. 5. Положение нормативных значений времени доставки груза относительно доверительного интервала

расстояний нормированных значений времени доставки груза.

Как видно из рис. 5, все нормированные значения времени доставки груза располагаются внутри доверительного интервала, т. е. реальное время доставки груза превышает его нормированные значения.

Учитывая, что нормативное время на плоскости координат «расстояние – время доставки груза» располагается внутри области, ограниченной линиями предельных значений

доверительного интервала, интересно оценить погрешности, которые возникают в результате прогнозирования сроков доставки груза железнодорожным транспортом с помощью нормативного времени. В табл. 4 даны вычисленные абсолютные погрешности как разность максимальных предельных значений времени доставки доверительного интервала и нормированных значений времени и относительные погрешности как отношение абсолютных погрешностей к нормированному значению.

ТАБЛИЦА 4. Погрешности при прогнозировании с интервальным и нормированным временами доставки груза

Расстояние, км	Нормированное время	Мах время доверительного интервала	Разность между значениями времени	Относительная разность, %
675	3	4,5	1,5	50,00
770	4	4,9	0,9	22,50
1100	4	6,2	2,2	55,00
1600	6	8,3	2,3	38,33
2000	7	9,6	2,6	37,14

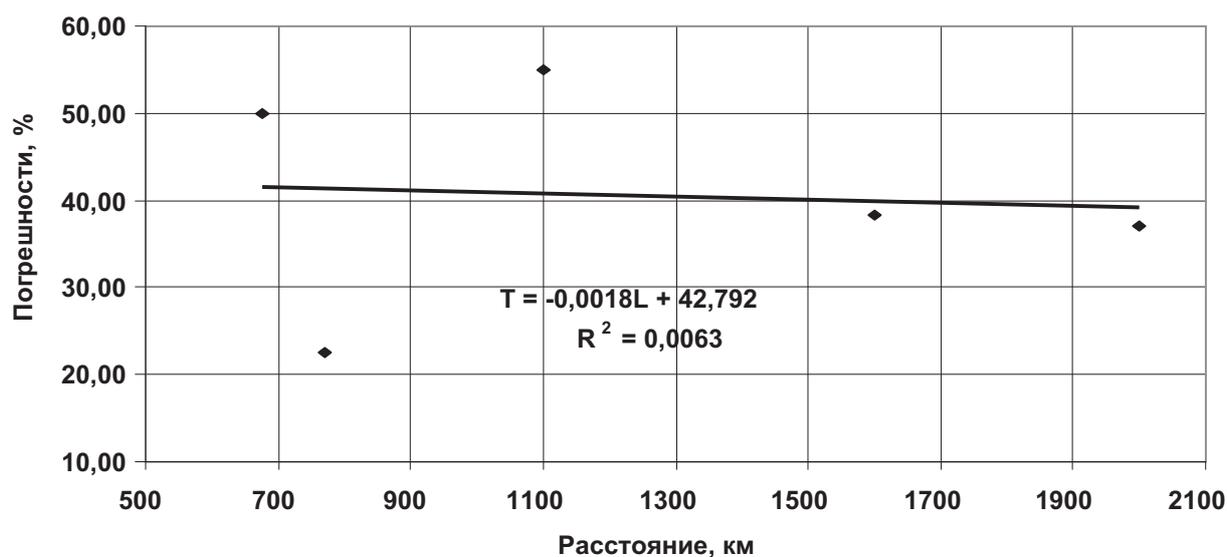


Рис. 6. Функция регрессии зависимости от расстояния относительной погрешности оценки с доверительным интервалом и нормированным временем

На рис. 6 представлена линейная регрессионная зависимость от расстояния относительных погрешностей прогнозирования с помощью нормированных значений сроков доставки груза.

Эта зависимость показывает, что погрешность на большом интервале расстояния доставки груза практически постоянная, но достаточно большая.

Заключение

Исследования показали, что ошибка в прогнозировании срока доставки груза железнодорожным транспортом по нормированным данным в среднем составляет 40% (рис. 6) и максимально может достигать до 55% (табл. 4).

Библиографический список

1. **Правила** исчисления сроков доставки грузов железнодорожным транспортом от 18 июня 2003 г. № 27. – Москва, 2003.
2. **Методика** оценки вероятности своевременной доставки груза железнодорожным транспортом / Г. Б. Титов // Изв. ПГУПС. – 2013. – Вып. 2 (35) – С. 81–86.
3. **Оценивание** рисков необеспечения своевременной доставки груза железнодорожным транспортом / П. В. Герасименко, Г. Б. Титов // Материалы 8-й Междунар. науч.-практич. конф. – Киев : Гос. экономико-технологический ун-т транспорта, 2013. – С. 293–295.
4. **О составе** работ и услуг, входящих в тарифы на перевозки грузов от 7 июля 1998 г. № В-6376. – Москва, 2003.

УДК 004.42

В. Н. Кустов

ООО «УЦ Газинформсервис»

С. А. Кирюшкин, Т. Л. Станкевич

ООО «Газинформсервис»

О ПОДХОДАХ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА АУДИТА ОПЕРАТОРОВ СЕРВИСОВ ДОВЕРИЯ

В настоящее время в РФ соответствие сервисов инфраструктуры открытых ключей требованиям руководящих документов оценивают без применения средств автоматизации. При этом человеческий фактор может стать причиной неточностей, больших временных затрат. Также в РФ отсутствует единая система комплексного аудита, необходимая для оценки правильности функционирования всех элементов инфраструктуры открытых ключей. В статье рассмотрен подход к автоматизации системы оценки сервисов, перечислены основные элементы, которые должны подвергаться аудиту в рамках создания системы комплексного аудита. Подобные разработки позволят значительно сократить время проведения сертификационных испытаний, повысить точность оценки системы, выявить причины ошибок.

комплексный аудит, система оценки соответствия, удостоверяющий центр, аудит по WebTrust, Data Validation and Certification Server (DVCS), валидация пути сертификатов.