

## Автоматизация оценки транспортно-эксплуатационного состояния мостовых сооружений

*К.т.н., доцент, декан дорожно-транспортного факультета В.Г. Еремин;  
аспирант Као Ван Лам\*,*

*ФГБОУ ВПО Воронежский государственный архитектурно-строительный университет*

**Ключевые слова:** автоматизация; износ; частный износ; определение износа; условие движения; мостовое полотно; эксплуатация; транспортно-эксплуатационное состояние

Одной из важнейших характеристик мостового полотна является его транспортно-эксплуатационное состояние, определяющее характер и условия движения по мостовому сооружению. Транспортно-эксплуатационное состояние оценивается в соответствии с износом отдельных элементов мостового полотна. Процесс определения износа и оценки условий движения является трудоемкой задачей, требующей высокой квалификации исследователя и неоднократного обращения к базе данных по оценке износа отдельных элементов.

Наиболее удачной интегральной эксплуатационной характеристикой, увязанной с прогнозируемым остаточным ресурсом, резервом несущей способности и надёжностью сооружения в целом, является показатель физического износа сооружения. Он необходим для оценки изменения технического состояния конструкций во времени, а также для качественной оценки состояния различных строительных конструкций и выбора метода ремонтно-восстановительных работ. Кроме того, показатель физического износа мостового полотна является базой для оценки транспортно-эксплуатационного состояния при эксплуатации мостовых сооружений. Показателями транспортно-эксплуатационного состояния являются безопасная скорость движения  $[V]$  и величина перегрузки элементов мостового сооружения, представленная значениями динамического коэффициента  $(1+\mu)$ . Величины  $[V]$  и динамический коэффициент  $(1+\mu)$  зависят от величины износа элементов мостового полотна.

В жизненном цикле мостового сооружения наиболее продолжительной является стадия эксплуатации. От режима эксплуатации моста, т.е. организации обслуживания и обеспечения своевременного проведения ремонтных работ, в значительной степени зависит срок его службы. В течение эксплуатации должна поддерживаться постоянная работоспособность сооружения независимо от воздействий движения автотранспортных средств, погодных-климатических и техногенных изменений окружающей среды, под влиянием которых происходит физический износ конструкций.

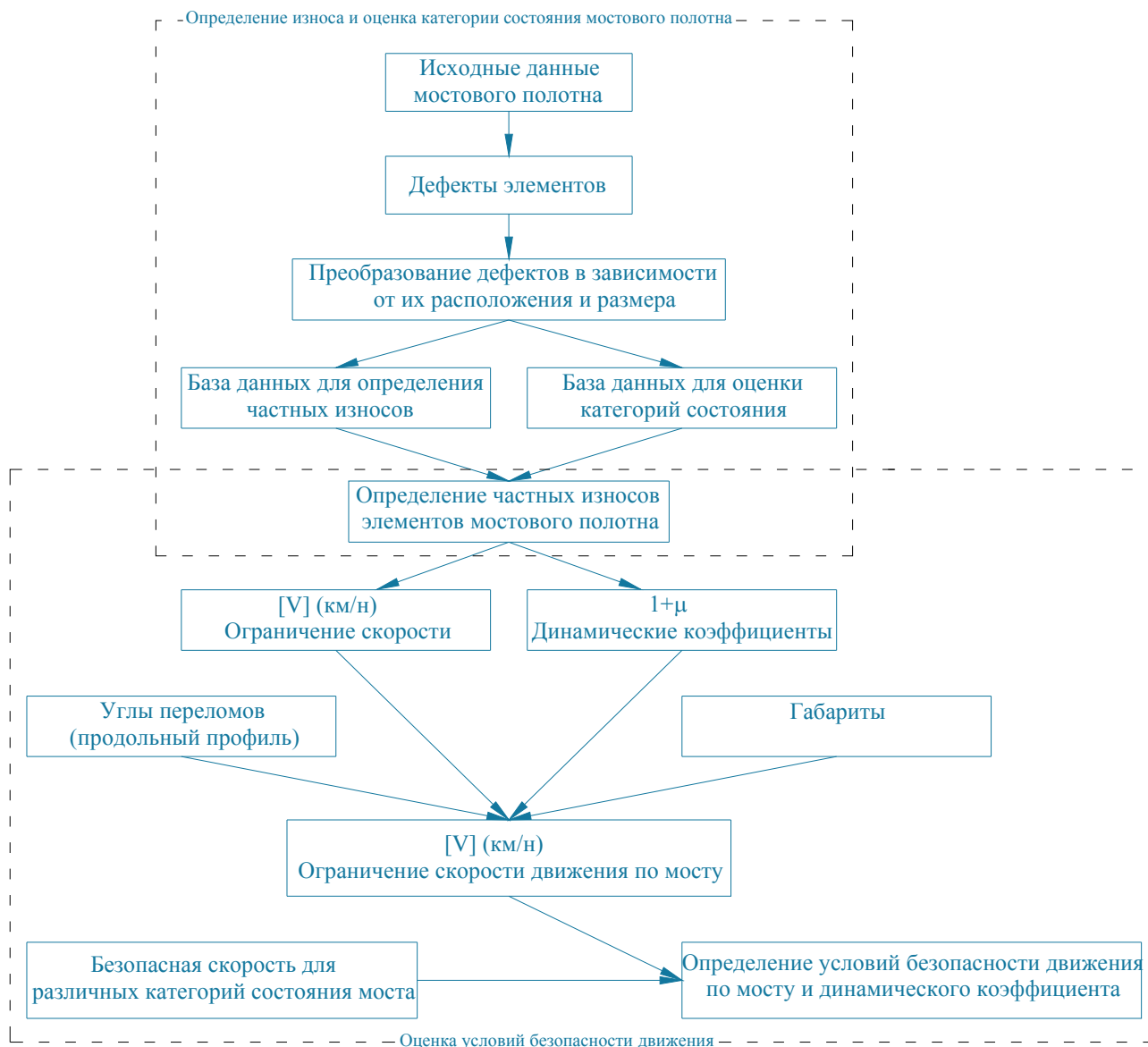
В России и за рубежом проблема содержания и эксплуатации мостовых сооружений на автомобильных дорогах многогранна, ее исследованию посвящено большое количество публикаций. Среди трудов, посвященных непосредственно эксплуатации и управлению техническим состоянием мостовых сооружений и проблемам оценки и прогнозирования их технического состояния, можно выделить работы Е.Ш. Андерсона [1], А.И. Васильева [2], Э.С. Карапетова [3], Г.Л. Ласзло [4], Н. Лукина [5], Р.К. Мамажанова [6], И.Г. Овчинникова [7], Ф.А. Пармелея [8], А.М. Рузова [9], С. Русса [10], А.В. Сыркова [11], Р.Д. Томпсона [12,13], В.И. Шестерикова [14,15] и др.

В данной статье предлагаются методика определения износа разрезных железобетонных балочных пролетных строений [16] и алгоритм программы, позволяющей оценивать степень износа элементов мостового полотна и транспортно-эксплуатационное состояние мостовых сооружений. Данный алгоритм представлен на рисунке 1.

В блоке «*Определение износа и оценка категории состояния мостового полотна*» с помощью табличного процессора Excel износ мостового полотна определен по показателям износа отдельных элементов в соответствии с его классификационным частным износом с использованием коэффициентов значимости, приведенных в [17]. При нагрузках от движения автотранспортных средств, погодных-климатических и техногенных изменений окружающей среды в элементах мостового полотна, а также в конструкциях мостовых сооружений возникают и развиваются повреждения (дефекты), зависящие от качества заводского изготовления, технологии строительства, применяемых материалов и способности их сопротивления старению [18,19]. По величине дефектов рассчитываются частные износы в процентах для 8 элементов мостового полотна (табл. 1): покрытия, гидроизоляции, системы водоотвода, тротуаров, перил, деформационных швов, ограждений безопасности и сопряжений с насыпью. Основой для определения частного износа элемента является база данных, взятая из ОДМ 218.0.018-03 [20] и помещенная в блок-схему программы. При подстановке величины дефектов в таблицу дефектов автоматически заполняются столбцы 3,4,5 таблицы 1, характеризующие износ элемента.

Еремин В.Г., Као Ван Лам. Автоматизация оценки транспортно-эксплуатационного состояния мостовых сооружений

Алгоритм автоматизации оценки транспортно-эксплуатационного состояния состоит из двух блоков: определение износа и оценка категории состояния мостового полотна; оценка условий безопасности движения.



**Рисунок 1. Алгоритм автоматизированной программы определения износа элементов мостового полотна и оценки транспортно-эксплуатационного состояния мостовых сооружений**

При назначении работ по оценке износа следует ориентироваться на следующие пороговые значения износа мостового полотна и категории его состояния в соответствии методикой [17], которые помещены в отдельную базу:

- категория состояния 0 –  $I_1 \leq 2\%$  (требуются затраты только на нормативное содержание);
- категория состояния А –  $I_2 \leq 10\%$  (требуются сверхнормативные затраты на проведение профилактических работ);
- категория состояния Б –  $I_3 \leq 40\%$  (ликвидация износа осуществляется при проведении плано-предупредительных работ по восстановлению отдельных элементов);
- категория состояния В –  $I_4 \leq 70\%$  (ликвидация износа осуществляется за счет восстановления и замены большего числа элементов; работы выполняют за счет средств на ремонт мостовых сооружений);
- категория состояния Г –  $I_5 > 60-80\%$  (требуется реконструкция сооружения, так как полная замена элементов пролётного строения более выгодна, чем их восстановление).

Еремин В.Г., Као Ван Лам. Автоматизация оценки транспортно-эксплуатационного состояния мостовых сооружений

Данные категории определяются для каждого элемента и подставляются в столбец 6 табл. 1. Общая категория мостового полотна оценивается по максимально изношенному элементу.

В рассмотренном примере категория состояния мостового полотна принята «В», что свидетельствует о необходимости восстановления и замены большего числа элементов, причем работы выполняются за счет средств на ремонт мостовых сооружений. Показатели износа мостового полотна используются для оценки общего износа мостового сооружения и его категории технического состояния.

**Таблица 1. Результат расчёта износа и категории состояния мостового полотна**

Износ мостового полотна					
№	Элемент мостового полотна	Частный износ $I_i$ , %	коэфф. значимости $\gamma_i$	Слагаемые для определения износа мостового полотна	Категория состояния по критерию
					И
1	2	3	4	5	6
1	Покрытие	20.00	0.12	2.40	Б
2	Гидроизоляция	40.00	0.35	14.00	Б
3	Система водоотвода	30.00	0.10	3.00	Б
4	Тротуары	40.00	0.19	7.60	Б
5	Перила	60.00	0.07	4.20	В
6	Деформационные швы	40.00	0.05	2.00	Б
7	Ограждения безопасности	34.00	0.04	1.36	Б
8	Сопряжения с насыпью	40.00	0.08	3.20	Б
Итого $\sum I_i \cdot \gamma_i$			1.00	37.76	В
Принята категория состояния					В

Для блока «оценка условий безопасности движения» исходными данными являются результаты вычислений блока 1 по расчету износа отдельных элементов.

Транспортно-эксплуатационными показателями являются безопасная скорость движения  $[V]$ , величина перегрузки элементов мостовых сооружений, представленная значениями динамического коэффициента  $(1+\mu)$ . Величины  $[V]$  и  $(1+\mu)$  зависят от дефектов, т.е. износа элементов, являющегося одной из многих причин, влияющих на условия безопасности движения. К таким дефектам относятся выбоины, наплывы, колеиности, просадки, сдвиги, гребенки, волны, сколы, раковины, шелушение, разрушение бетона, отсутствие защитных решеток [21,22], нарушение и повреждение деформационных швов (ДШ), коррозия, трещины (продольные и поперечные). Опираясь на оценку износа элементов мостового полотна в автоматизированном режиме, можно предложить определенную методику определения безопасной скорости движения, динамического коэффициента и категории транспортно-эксплуатационного состояния. Результаты данных определений трансформируются в числовые значения в столбцах 5,6,7 таблицы 3.

Влияние продольного профиля на условия движения выражается в появлении вертикальных ускорений автомобилей и, как следствие, в дополнительных нагрузках на несущие конструкции. Перегрузки от нарушения плавности движения при наличии углов перелома над опорами воспринимаются плитой проезжей части и несущими конструкциями. При этом с увеличением углов перелома возрастает динамический коэффициент при неизменной скорости или снижается допустимая скорость, при которой неизменной остается величина перегрузки. Исходя из результата определения динамического коэффициента в столбце 7 таблицы 3 и из требований к оценке безопасности движения, приведенной в ОДМ 218.017-2003 [17], получаем определения значений безопасных скоростей движения при различных углах перелома в столбце 3 таблицы 3.

Проблема оценки влияния габарита мостов на скорость движения автомобилей – это часть общей проблемы обеспечения единообразных условий движения на дороге. Причем для выравнивания скоростей на дороге и на мосту требуется учитывать габариты полос безопасности, ширина которых, как и размер полосы движения, зависит от расчетной интенсивности, представленной в ОДМ 218.017-2003.

По этим данным можно определить значения безопасных скоростей для различных фактических габаритов и часовой интенсивности движения автомобилей и оценивать условия движения на дороге. При этом значения  $[V]$  даны для трех случаев, отличающихся длиной мостового сооружения, а именно:  $150 \geq L \geq 50$  м,  $L > 150$  м и  $L < 50$  м. Значения безопасных скоростей движения по «узким» мостам используют для оценки состояния по критерию "безопасность"; для ограничения скоростей движения на мостовых сооружениях. Ограничение скорости при различных фактических габаритах и часовой интенсивности движения автомобилей помещается столбец 8 таблицы 3.

Из результатов определения безопасных скоростей и динамического коэффициента в соответствующем общем подходе к оценке состояния сооружений и планированию работ по содержанию и ремонту [23] транспортно-эксплуатационное состояние может быть отнесено к одной из пяти категорий состояния (табл.2). Его оценка дается с целью определения, к какой нормируемой группе транспортно-эксплуатационного состояния относится сооружение, исходя из условий безопасности движения, и решения по принятию мер для его улучшения.

**Таблица 2. Безопасная скорость для различных категорий состояния моста**

Категория дороги	Расчетные скорости, км/ч	Безопасные скорости $[V]$ , км/ч, при категориях состояния				
		О	А	Б	В	Г
Ia	150	>150	150-130	$130 > [V] \geq 110$	$110 > [V] \geq 40$	<40
Iб, II	120	>120	120-100	$100 > [V] \geq 80$	$80 > [V] \geq 30$	<30
III	100	>100	100-90	$90 > [V] \geq 70$	$70 > [V] \geq 25$	<25
IV	80	>80	80-70	$70 > [V] \geq 50$	$50 > [V] \geq 20$	<20
V	60	>60	60-55	$55 > [V] \geq 40$	$40 > [V] \geq 10$	<10
Оценка (по пятибалльной системе)		5	4	3	2	1

Значение категории состояния:

О – обеспечен комфортный проезд.

А – обеспечена плавность движения, при которой не требуется снижения скорости движения.

Б – не обеспечена плавность движения, из-за чего требуется снижение скорости движения до уровня, установленного экономическими соображениями (оценка «посредственно»). При состоянии, относящемся к категории Б, незначительно ограничивают скорости движения до величин, указанных в табл. 2. На мосту выполняются профилактические работы, предусмотренные в документах [24] и [25].

В – не обеспечена плавность движения и не обеспечены скорости, установленные экономическими соображениями, в связи с чем условия движения характеризуются как «повышенная опасность» (оценка «неудовлетворительно» по пятибалльной системе). При состоянии, относящемся к категории В, существенно ограничивают скорость движения. На мосту выполняются восстановительные работы в соответствии с [24] и [25] – ремонт элементов мостового полотна, что относится к содержанию мостового сооружения (планово-предупредительные работы).

Г – «аварийное» транспортно-эксплуатационное состояние. При состоянии, относящемся к категории Г, пересматривают организацию движения или закрывают движение по мостовому сооружению. Требуется выполнение работ по замене элементов мостового полотна (их переустройству) либо по ремонту пролетных строений.

При состоянии, относящемся к категориям О и А, скорости движения не снижаются. На мосту выполняются нормативные работы по уходу за сооружением.

В процессе эксплуатации должно поддерживаться состояние элементов мостового сооружения, обеспечивающее плавный проезд автомобилей. Предельный износ элементов, соответствующий аварийному транспортно-эксплуатационному состоянию, составляет:

- покрытия –  $I > 80\%$ ; на период до закрытия  $V = 10$  км/ч;
- сопряжения –  $I > 80\%$ ; на период до закрытия  $V \leq 10$  км/ч;
- системы водоотвода –  $I > 80\%$ ; на период до закрытия  $V = 10$  км/ч.

Как видно из проведенного исследования, предложенная программа по автоматизированной оценке степени износа мостового полотна позволяет значительно снизить трудозатраты и влияние субъективного фактора (мнения специалиста) на конечный результат. На основе износа отдельных элементов мостового полотна можно определить основные транспортно-эксплуатационные показатели мостового сооружения: безопасную скорость движения, динамический коэффициент и категорию условий движения. Кроме того, данная программа позволяет по оценке транспортно-эксплуатационного состояния установить уровень содержания и виды ремонтных работ, необходимых в ближайший период эксплуатации.

**Таблица 3. Результат определения условия движения и динамического коэффициента при использовании результатов диагностического мониторинга мостовых сооружений**

Транспортно-эксплуатационное состояние									
Наименование сооружения				Путепровод через железную дорогу «Москва – Астрахань» км 192+320					
Категория интенсивности				III; 1100( авт/ч)					
Габарит, м				Г-9,5+0,8+0,75					
Ограждение безопасности									
Тип, высота, м				Барьерное; 0,5					
№	Элемент мостового полотна	Ограничение скорости при различных углах переломов в профиле проезжей части [V] км/ч	Частный износ I <sub>i</sub> , %	Безопасная скорость движения с учетом износа различных элементов мостового полотна	Характеристика условий движения с учетом износа различных элементов мостового полотна	Динамический коэффициент (1+ μ)	Ограничение скорости при различных фактических габаритах и часовой интенсивности движения автомобилей [V] км/ч	Безопасная скорость движения с учетом дефектов [V] км/ч	Динамический коэффициент (1+ μ)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Покрытие	150.00	20.00	150.00	О	1.10	145.26	86.00	1.25
3	Система водоотвода	-	30.00	100.00	А	-			
4	Деформационные швы	150.00	40.00	100.00	А	1.25			
5	Ограждения	-	34.00	86.00	Б	-			
6	Сопряжения с насыпью	150.00	40.00	100.00	А	1.20			
Принятые значения		150.00		150.00	Б	1.25	145.26		
Условия движения								Б	1.25

### Выводы

1. Предложена программа по автоматизированной оценке степени износа мостового полотна, позволяющая значительно снизить трудозатраты и влияние мнения специалиста на конечный результат.
2. На основе износа отдельных элементов мостового полотна определяются основные транспортно-эксплуатационные показатели мостового сооружения: безопасная скорость движения, динамический коэффициент и категория условий движения.
3. Программа по оценке транспортно-эксплуатационного состояния позволяет установить уровень содержания и виды ремонтных работ, необходимых в ближайший период эксплуатации.



## Литература

1. Andersen E. I. Monitoring for Structural Health // *Infrastructure Development*. 1991. No. 2. Pp. 25-30.
2. Васильев А. И. Системный подход к натурным исследованиям эксплуатируемых мостов // Сборник «Вопросы нормирования потребительских свойств мостов». М.: ЦНИИС, 2002. С. 70-84.
3. Карапетов Э. С., Белый А. А. Эксплуатационное состояние железобетонных мостовых сооружений Санкт-Петербурга // Сборник трудов «125 лет в мостостроении». СПб.: ИПГУПС, 2008. С. 62-68.
4. Laszlo G. L. Adaptation of Pontis Prediction Model to Hungarian Conditions // *International Conference on Management of bridges (IBMS 99 – 004)*. 1999. No. 004. Pp. 96-101.
5. Lukin N. Serviceable condition of Highway Bridges. *Transportation infrastructure (NATO ASI Series – USA)*. 1996. 182 p.
6. Мамажанов Р. К. Результаты обследования и, испытания железобетонных мостов в условиях Средней Азии // *Эксплуатационная надежность искусственных сооружений*. 1989. №2. С. 73-76.
7. Овчинников И. Г. Оценка работоспособности мостовых сооружений по результатам диагностики // Сборник «Материалы международной научно-практической конференции» (Проблемы развития автомобильного комплекса России). Часть 1. СПб.: ИПГУПС, 1997. С. 63-65.
8. Parmelee F. A., Sandberg H. R. It's redundant, prove it // *Civil Engineering*. 1987. No. 57. Pp. 40-45.
9. Рузов А. М. Эксплуатация мостового парка. М.: Академия, 2007. 176 с.
10. Russ S. Structural Monitoring from Space // *Bridge & Engineering*. 2001. No. 4. Pp. 142-146.
11. Сырков А. В. Развитие методов оценки состояния искусственных сооружений // Сборник «труды СПбГАСУ». СПб.: СПбГАСУ, 2009. С. 27-32.
12. Thompson. P. D. The new Ontario Bridge Management System // *Transport Research Circular*. 1999. No. 498. Pp. 62-66.
13. Thompson P. D. Development of Pontis User Cost Models // *International Conference on Management of bridges (IBMS 99 – 009)*. 1999. No. 009. Pp. 90-105.
14. Шестериков В. И. Оценка состояния автодорожных мостов и прогнозирование его изменения с помощью показателя физического износа // Сборник «Автомобильные дороги». 1991. №2. С. 1-48.
15. Шестериков В. И. Влияние элементов мостового полотна на безопасность движения // Сборник «труды НПО Росдорнии» (Повышение безопасности движения на автомобильных дорогах). 1991. №4. С. 52-63.
16. Еремин В. Г., Ладыженский И. В., Еремин А. В, Као Ван Лам. Использование результатов мониторинга при управлении содержанием мостовых сооружений и оценке развития дефектов конструкций // Сборник «Дороги и мосты». 2011. №26/2. С. 212-230.
17. ОДН 218.017-2003. Руководство оценки транспортно-эксплуатационного состояния мостовых сооружений / Росавтодор. М.: Транспорт, 2003. 24с.
18. Улыбин А. В., Ватин Н. И. Принципиальные отличия ГОСТ р 53778-2010 от старых нормативов по обследованию зданий и сооружений // *ГИДРОТЕХНИКА*. 2011. № 2 (23). С. 54-56.
19. Соколов В. А. Диагностика технического состояния конструкций зданий и сооружений с использованием методов теории нечетких множеств // *Инженерно-строительный журнал*. 2010. №5(15). С. 31-37.
20. ОДМ 218.0.018-03. Методика определения износа конструкций и элементов мостовых сооружений на автомобильных дорогах / Росавтодор. М.: Транспорт, 2003. 104с.
21. Брайла Н. В. Расчет математических ожиданий параметров трещин от степени износа элемента на основе обработки статистических данных по аналогичным объектам // *Инженерно-строительный журнал*. 2012. №1(27). С. 106-112.
22. Солдатенко Т. Н. Модель идентификации и прогноза дефектов строительной конструкции на основе результатов ее обследования // *Инженерно-строительный журнал*. 2011. №7(25). С. 52-61.
23. Концепция улучшения состояния мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог России (на период 2002-2010 гг.) М.: ГСДХ России (Росавтодор), 2002. 45 с.
24. Методические рекомендации по содержанию мостовых сооружений на автомобильных дорогах / Росавтодор Минтранса России. М.: Транспорт, 1999. 110 с.
25. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования / Росавтодор Минтранса РФ. М.: Информавтодор, 2002. 28 с.

\* Као Ван Лам, г. Воронеж, Россия

Тел. моб.: +7(952)544-80-47; эл.почта: caolatx3@gmail.ru

doi: 10.5862/MCE.29.11

## Automating the evaluation of riding quality of bridges

**V.G. Eremin,***Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Voronezh, Russia***Cao Van Lam***Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Voronezh, Russia*

+79525448047, e-mail: caolamx3@gmail.ru

### Key words

automation; tear and wear; evaluation of wear; condition of motion: bridge floor: maintenance; riding quality

### Abstract

One of the main bridgework characteristics is the riding quality of bridge floor, determining traffic mode and conditions. The riding quality is estimated according to part wear of particular floor.

The article describes the results of optimization work on wear determination and traffic condition estimation process. For this purpose the automated program was created which was aimed at labor coefficient reduction and lessening the qualification and subjective opinion impact of the expert, involved in the bridgework examination. On the basis of particular floor part wear one can also determine the main transport service bridgework indices: safe traffic speed, dynamic coefficient and traffic condition category.

The riding quality estimation program enables to establish the kinds of maintenance required in the nearest future.

### References

1. Andersen E. I. Monitoring for Structural Health. *Infrastructure Development*. 1991. No. 2. Pp. 25-30.
2. Vasilyev A. I. *Sbornik «Voprosy normirovaniya potrebitelskikh svoystv mostov»* [Collection of questions rationing of consumer properties of bridges]. Moscow: TsNIIS, 2002. Pp. 70-84. (rus)
3. Karapetov E. S., Belyy A. A. *Sbornik trudov «125 let v mostostroyenii»* [Collection «125 years of bridge-building»]. SPb.: IPGUPS, 2008. Pp. 62-68. (rus)
4. Laszlo G. L. Adaptation of Pontis Prediction Model to Hungarian Conditions. *International Conference on Management of bridges (IBMS 99 - 004)*. 1999. No. 004. Pp. 96-101.
5. Lukin N. *Serviceable condition of Highway Bridges. Transportation infrastructure (NATO ASI Series – USA)*. 1996. 182 p.
6. Mamazhanov R. K. *Ekspluatatsionnaya nadezhnost iskusstvennykh sooruzheniy* [Maintainability engineering structures]. 1989. No. 2. Pp. 73-76. (rus)
7. Ovchinnikov I. G. *Sbornik «Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii» (Problemy razvitiya avtomobilnogo kompleksa Rossii)* [Collection of proceedings of the international scientific-practical conference (Problems of development of automobile industry of Russia)]. Vol. 1. Saint-Petersburg: IPGUPS, 1997. Pp. 63-65. (rus)
8. Parmelee F. A., Sandberg H. R. It's redundant, prove it. *Civil Engineering*. 1987. No. 57. Pp. 40-45.
9. Ruzov A. M. *Ekspluatatsiya mostovogo parka* [Maintenance of bridges]. Moscow: Akademiya, 2007. 176 p. (rus)
10. Russ S. Structural Monitoring from Space. *Bridge & Engineering*. 2001. No. 4. Pp. 142-146.
11. Syrkov A. B. *Sbornik «trudy SPbGASU»* [Collection of SPbGASU works]. Saint-Petersburg SPbGASU, 2009. Pp. 27-32. (rus)
12. Thompson. P. D. The new Ontario Bridge Management System. *Transport Research Circular*. 1999. No. 498. Pp. 62-66.
13. Thompson P. D. Development of Pontis User Cost Models. *International Conference on Management of bridges (IBMS 99 - 009)*. 1999. No. 009. Pp. 90-105.
14. Shesterikov V. I. *Sbornik «Avtomobilnyye dorogi»* [Collection «Highways»]. 1991. No. 2. Pp. 1-48. (rus)
15. Shesterikov V. I. *Sbornik «trudy NPO Rosdornii» (Povysheniye bezopasnosti dvizheniya na avtomobilnykh dorogakh)* [Collection of works NGO ROSDORNII (Improving traffic safety on the roads)]. 1991. No. 4. Pp. 52-63. (rus)

16. Eremin V. G., Ladyzhenskiy I. V., Yeremin A. V, Kao Van Lam. *Sbornik «Dorogi i mosty»* [Collection of Roads and Bridges]. 2011. No. 26/2. Pp. 212-230. (rus)
17. ODN 218.017-2003. *Rukovodstvo otsenki transportno-ekspluatatsionnogo sostoyaniya mostovykh sooruzheniy* [Manual evaluation of transport usage conditions of bridges]. Rosavtodor. Moscow: Transport, 2003. 24 p. (rus)
18. Ulybin A. V., Vatin N. I. *GIDROTEKHNKA* [Hydraulic engineering]. 2011. No. 2 (23). Pp. 54-56. (rus)
19. Sokolov V. A. *Magazine of civil engineering*. 2010. No. 5(15). Pp. 31-37. (rus)
20. ODM 218.0.018-03. *Metodika opredeleniya iznosa konstruksiy i elementov mostovykh sooruzheniy na avtomobilnykh dorogakh* [Methods of determining wear in construction and elements of bridge construction on automotive roads]. Rosavtodor. Moscow: Transport, 2003. 104 p. (rus)
21. Brayla N. V. *Magazine of civil engineering*. 2012. No. 1(27). Pp. 106-112. (rus)
22. Soldatenko T. N. *Magazine of civil engineering*. 2011. No. 7(25). Pp. 52-61. (rus)
23. *Kontseptsiya uluchsheniya sostoyaniya mostovykh sooruzheniy na federalnoy seti avtomobilnykh dorog Rossii (na period 2002-2010 gg.)* [The concept of improving the condition of bridges in the federal automotive network of roads in Russia (2002-2010)]. Moscow: GSDKh Rossii (Rosavtodor), 2002. 45p. (rus)
24. *Metodicheskiye rekomendatsii po sodержaniyu mostovykh sooruzheniy na avtomobilnykh dorogakh* [Guidelines on the content of bridges on the roads]. Rosavtodor Mintransa Rossii. Moscow: Transport, 1999. 110p. (rus)
25. *Klassifikatsiya rabot po remontu i sodержaniyu avtomobilnykh dorog obshchego polzovaniya* [Classification of repairs and maintenance of public roads]. Rosavtodor Mintransa RF. Moscow: Informavtodor, 2002. 28 p. (rus)

**Full text of this article in Russian: pp. 83-88.**