

## **Концепция формирования нормативных и расчетных вертикальных временных нагрузок на автодорожные и городские мостовые сооружения Российской Федерации**

Павел Михайлович *Саламахин -д-р.техн.наук., профессор кафедры мостов и транспортных тоннелей МАДИ (ГТУ), академик РАТ*

### **I. Введение.**

В публикациях [1-5] автора было доказано что комбинированная нормативная временная вертикальная нагрузка АК, установленная стандартом ГОСТ Р 52748-2007 с постоянным параметром  $K=14$  вне связи с длиной и формой линий влияния силовых факторов в элементах мостовых сооружений и вне связи с составом реальных колонн транспортных средств на автомобильных дорогах, не имеет очевидной связи с реальными нагрузками на автодорожных и городских мостовых сооружениях. Единственным её достоинством является лишь то, что она удобна для загрузки любых линий и поверхностей влияния силовых факторов в тех же работах автора доказано, что мостовые сооружения в диапазоне пролетов до 40 м, спроектированные на эту условную нагрузку АК, имеют избыточную грузоподъемность по сравнению с реально возможными нагрузками, а в остальном диапазоне больших пролетов недостаточную. Их использование может привести не только к значительным экономическим потерям, но и при определенных условиях (например, при образовании транспортных заторов на мостах) к авариям и гибели людей.

В тех же работах было оказано также, что при ее использовании;

- проектирование мостовых сооружений с различными пролетами производится на различные и неизвестные проектировщикам и эксплуатационникам реальные нагрузки;
- проектирование разных элементов одного и того же мостового сооружения с принятым пролетом выполняется на различные и неизвестные проектировщикам и эксплуатационникам реальные нагрузки
- пролетные строения разных пролетов и их элементы в итоге имеют разную и неизвестную проектировщикам и эксплуатационникам степень обеспеченности их несущей способности на воздействие реально проходящих транспортных средств; возникает вопрос: какие знаки грузоподъемности ставить перед новыми мостами на одной и той же дороге? Ведь на одной и той же дороге построенные новые мосты с использованием нагрузки АК имеют различную грузоподъемность!
- при проектировании мостовых сооружений с разными пролетами создаются ситуации экономических рисков разных знаков, которые никто до настоящего времени не исследовал.

К вышеприведенным недостаткам нагрузки АК следует добавить и следующие недостатки, имеющиеся в стандарте ГОСТ Р 52748-2007 и в предложенном для использования своде правил СП 35.13330.2011 "Мосты и трубы":

1. Класс нагрузки АК принят одинаковым для мостов на дорогах различных категорий и различного назначения, что экономически обременительно. Так, например, мосты на дорогах, предназначенных только для легковых автомобилей, неразумно и даже преступно проектировать на А14.

2. Динамический коэффициент к нагрузке А14 в предлагаемом своде правил СП 35.13330.2011 рекомендуется различным для её элементов и независимым от длины пролетных строений, что противоречит динамике сооружений, а также физике явления: ведь элементы этой нагрузки физически не существуют, выделять их роль в динамическом воздействии на мостовое сооружение поэтому невозможно.

3. Коэффициенты надежности по нагрузке в предлагаемом своде правил СП 35.13330.2011 установлены различными для тележки и равномерно распределенной

нагрузки, что также неприемлемо, так как установить численные значения для элементов этой нагрузки по тем же физическим соображениям невозможно .

4. Нагрузка А14, как не имеющая очевидной связи с реальными нагрузками и полученная на основе результатов загрузки линий влияния, не пригодна для достоверных расчетов при загрузке ею поверхностей влияния силовых факторов в мостовых сооружениях. Поверхности влияния следует загружать реальными нагрузками или эквивалентными их аналогами, получение которых весьма трудно и не имеет смысла.

5. Нагрузка А14, как не имеющая очевидной связи с реальными нагрузками , не пригодна для достоверных расчетов элементов мостовых сооружений на трещиностойкость и выносливость, требующих знания достоверных значений возникающих в них напряжений при эксплуатации мостового сооружения.

6. Коэффициенты полосности для второй и последующих полос, принятые равными 0.6 не имеют необходимого физического обоснования. Они должны зависеть от различного состава движения по его разным полосам.

7. Одиночная колесная нагрузка НК-14 весьма избыточна по местному её действию на элементы проезжей части мостовых сооружений. Нет в мире транспортных средств с нагрузками на оси по 252кН , при расстояниях между ними 1.2 м и двух на них колесах, что создает при рекомендуемом коэффициенте надежности 1.1 для НК14 весьма избыточное и нереальное расчетное усилие на одно колесо.  $252 \times 1.1 / 2 = 138.6$  кН!!!

8. Еще более нереальной и недопустимой по экономическим соображениям по местному действию на элементы мостовых сооружений является расчетная нагрузка 147кН на одно колесо от нагрузки А14 при нагрузке на ось 140 кН, динамическом коэффициенте 1.4 и рекомендуемом для этой ситуации коэффициенте надежности по нагрузке 1.5.

## **II. Постановка задачи**

Необходимо устранение выявленных недостатков действующих нагрузок А14 и НК14 на основе разработки предложений по различному составу нормативных колонн из практически реальных транспортных средств, расположенных на дорогах различного функционального назначения, с одновременным созданием адекватных их аналогов в виде эквивалентных нагрузок с известной для всех их связью с длиной и формой линий влияния.

В первом приближении эта работа уже была выполнена в МАДИ усилиями кафедры мостов и транспортных тоннелей и кафедрой автомобилей по заданию Росавтодора три года назад. Результаты этой работы докладывались на разных международных конференциях.

Подробно результаты этой работы приведены в монографии автора «Временные нагрузки на автодорожные мосты. Недостатки, их последствия, способы их устранения» ISBN 978-3-659-98687-1 ,2013,изданной в Германии издательством PALMARIUM ACADEMIC PUBLISHING Павел Саламахин

Завершение этой работы целесообразно производить на основе согласованной со всеми заинтересованными организациями концепции формирования нормативных и расчетных нагрузок на автодорожные и городские мостовые сооружения с учетом того, что в настоящее время с применением персональных компьютеров представляется возможность загружать легко любые линии влияния силовых факторов любыми колоннами транспортных средств, что исключит все указанные недостатки АК.

### III. Основная часть

Изложенная ниже концепция разработана автором этой статьи с учетом рекомендаций Скворцова Олега Вячеславовича о необходимости учета функционального назначения дорог при назначении нормативных нагрузок на расположенные на них мостовые сооружения.

Концепция основывается на необходимости учета приведенных ниже положений:

1. Разработка нормативных вертикальных временных нагрузок на автодорожные и городские мостовые сооружения на дорогах страны, её региона или мегаполиса должна основываться на использовании достоверной статистической информации о структуре транспортных средств, обращающихся по соответствующим автомобильным и городским магистралям, дорогам или улицам с учетом перспективы её возможного изменения.

2. Учет перспективы развития транспортных средств возможно производить исходя из того, что по условиям несущей способности существующего дорожного покрытия автомобильных и городских дорог общая масса создаваемых в перспективе транспортных средств с перевозимыми грузами будет возрастать по экономическим соображениям во времени только за счет увеличения числа осей в транспортных средствах без увеличения нагрузок на оси, что не изменит во времени интенсивность загрузки мостовых сооружений в состоянии затора транспортных средств.

3. Необходимости обеспечения очевидной для всех связи вводимых нормативных вертикальных временных нагрузок на автодорожные и городские мостовые сооружения с реальными транспортными средствами, обращающимися по соответствующим автомобильным и городским магистралям, дорогам или улицам.

4. Необходимости учета того, что

- по дорогам и мостовым сооружениям на них постоянно движутся бесконечные колонны из разнообразных транспортных средств;
- состав колонн из транспортных средств и интенсивность их движения на дорогах существенно зависит от функционального назначения дороги;
- интенсивность движения транспортных средств на полосах движения по дорогам постоянно изменяется во времени и в пространстве в течении любого часа, суток, времени года.

5. Необходимости выбора из многочисленных возможных вариантов состава реальных колонн наиболее неблагоприятного из них на каждой полосе движения, создающего наибольшую интенсивность загрузки на единице их длины на мостовом сооружении. Длина нормативной колонны транспортных средств должна приниматься не менее максимальной длины разрезных пролетов и не менее максимальной суммарной длины двух загружаемых пролетов неразрезных пролетных строений мостовых сооружений, имеющих на дорогах рассматриваемого функционального назначения

6. При формировании колонн из транспортных средств, предназначенных для проектирования мостов на дорогах, на которых возможно образование заторов, расчетные колонны следует формировать с дистанцией между задними осями предыдущих в колонне транспортных средств и передними осями последующих транспортных средств равной 5 м, а нормативные колонны с соответствующей дистанцией 15 м

7. При формировании колонн из транспортных средств, предназначенных для проектирования мостов на дорогах, на которых не предполагается образование заторов, дистанции между задними осями предыдущих в колонне транспортных средств и передними осями последующих транспортных средств в нормативной колонне следует принимать по условию обеспечения безопасности движения в зависимости от устанавливаемой скорости движения на магистрали или дороге.

8. Количество полос движения на проезжей части мостового сооружения определяется по известным правилам в зависимости от интенсивности движения транспортных средств на дороге рассматриваемого функционального назначения.

9. Класс нагрузки типа Н-Р в виде колонны из реальных транспортных средств с массой каждого из них до Р в т. для каждой из полос движения по мостовому сооружению следует определять с учетом вероятности его появления на дороге рассматриваемого функционального назначения.

10. Для каждой из нормативных колонн из реальных транспортных средств в интересах упрощения расчетов при загрузении простейших форм линий влияния силовых факторов целесообразно рекомендовать соответствующие им эквивалентные нагрузки в удобных единицах измерения.

11. Коэффициент полосности для второй и последующих полос движения следует определять путем деления численного значения принятой для соответствующей полосы эквивалентной нагрузки в кН/м на соответствующее значение эквивалентной нагрузки от нормативной нагрузки, принятый для первой полосы движения [1].

12. Динамические коэффициенты при вычислении расчетных значений нагрузки с учетом возможности образования заторов следует определять по известным отечественным или зарубежным эмпирическим формулам в функции величины и схемы пролетов только для пролетов не более 21 м, при которых их численные значения могут превышать значения коэффициентов надежности по нагрузке по условию образования заторов.

13. Динамические коэффициенты при вычислении расчетных значений нагрузки без учета возможности образования заторов следует определять по известным отечественным или зарубежным эмпирическим формулам в функции величины и схемы пролетов.

14. Схемы тяжеловесных одиночных нормативных транспортных средств типа НК не должны содержать реально несуществующих больших значений нагрузок на их колеса и не должны содержать реально несуществующих малых расстояний между их осями.

#### **IV. Литература:**

1. Саламахин П.М. Нормативные нагрузки АК для автодорожных мостовых сооружений. Наука и техника в дорожной отрасли, №2 -2010, С. 27-31

2. Саламахин П.М. Недостатки действующих нормативных вертикальных временных нагрузок на автодорожные мостовые сооружения Транспортное строительство №11 -2012 С 28- 32

3. Саламахин П.М. Временные нагрузки на автодорожные мосты. Недостатки, их последствия, способы их устранения Palmarium academic publishing . Германия, 2013, - ISBN978-3-659-98687-1 79 стр

4. Саламахин П.М. Польза или вред? О нагрузках А14 и НК 14 на автодорожные мосты. Дорожная Держава № 58-2014, стр 54-57

5. Саламахин П.М. Требования к нормам на вертикальные нагрузки на мостовые сооружения. Наука и техника в дорожной отрасли, №1 -2015, С. 24-36

Автор: Саламахин Павел Михайлович

## **Формирование нормативных и расчетных вертикальных временных нагрузок на автодорожные мостовые сооружения г. Москвы**

*Саламахин П.М. -д-р.техн.наук., профессор кафедры мостов и транспортных тоннелей МАДИ (ГТУ), академик РАТ.*

*Мамутов Р.М. аспирант кафедры мостов и транспортных тоннелей МАДИ (ГТУ)*

### **1. Вводные замечания.**

В этой статье приведено обоснование нормативных и расчетных временных вертикальных нагрузок от автотранспортных средств на мостовые сооружения г. Москвы на основе концепции [1] проф. д-ра техн. наук Саламахина П.М. и статистических данных о составе транспортных средств, обращающихся по дорогам, улицам и магистралям г. Москвы.

В качестве исходных данных для решения этой задачи были использованы две группы статистических данных:

- *Статистические данные департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы о составе транспортных средств в транспортном потоке за май 2014 г по данным фотовидеофиксации по категориям транспортных средств, представленных для Москвы в целом в ниже приведенной таблице А.*

*Таблица А.*

№, п\п	Категория ТС по массам	Доля в %
1	Индивидуальный транспорт	85
2	ТС с массой менее 3.5 т	5.2
2	ТС с массой от 3.5 до 12 т	4.4
4	ТС с массой более 12 т	5.1

При анализе данных этой таблицы о процентом составе транспортных средств с различными массами легко сделать вывод о том, что при любом реальном количестве полос движения на дорогах Москвы необходима только одна полоса для пропуска транспортных средств с массой более 12 т, остальные полосы должны быть заняты только индивидуальным транспортом и легкими грузовиками. Но следует учитывать, что в ситуации затора тяжеловесные транспортные средства могут выходить и на вторую полосу движения.

- Электронная таблица данных о массах и распределении их по осям 136 851 тяжеловесных транспортных средств, на проезд которых по улицам г. Москвы Гормостом были выданы разрешения в период с 1 января 2009 г. по 21 августа 2014 г. (не представлена здесь ввиду её чрезвычайно большого объема).

2. Статистический анализ данных таблицы о массах и распределении их по осям тяжеловесных транспортных средств:

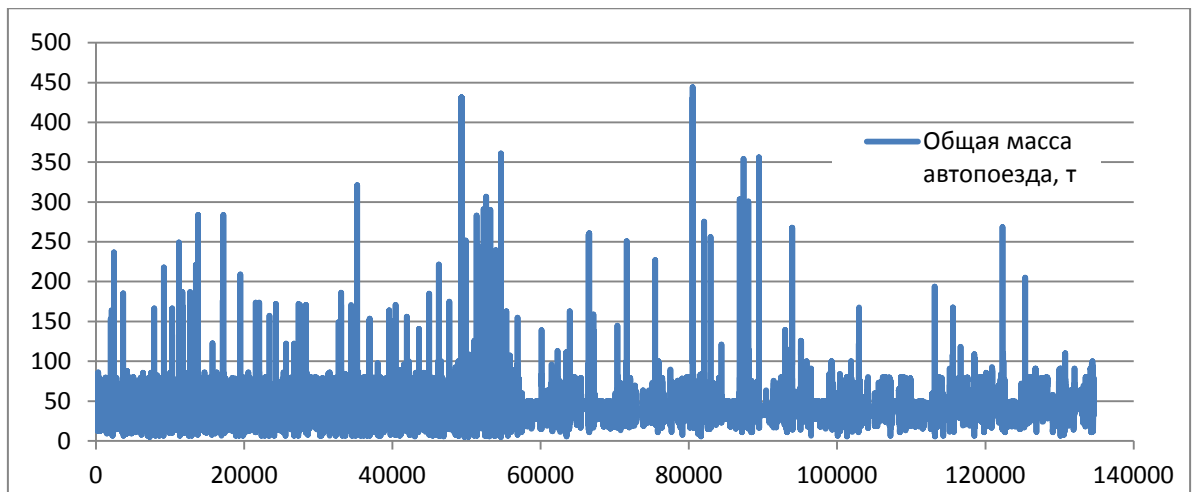


Рис. 1 Спектр распределения масс всех тяжеловесных транспортных средств в порядке их появления в период с 1 января 2009 г. по 21 августа 2014 г.

В начале был получен спектр распределения масс всех тяжеловесных транспортных средств в порядке их появления в период с 1 января 2009 г. по 21 августа 2014 г. (рис 1). Этот спектр позволил получить данные о минимальных (10т), максимальных (440т) и средних (44т) значениях масс транспортных средств, проходивших по г. Москва. Кроме того, детальный анализ этих данных позволил выявить, что в составе бесконечных колонн из реальных транспортных средств выявлены различные микроколонны, состоящие из 3-6 транспортных средств одинакового типа по грузоподъемности.

Для получения сведений о вероятности появления транспортных средств с различными значениями их масс была выполнена сортировка масс транспортных средств по возрастанию их значений от минимального до максимального. Результаты сортировки представлены на рис. 2.

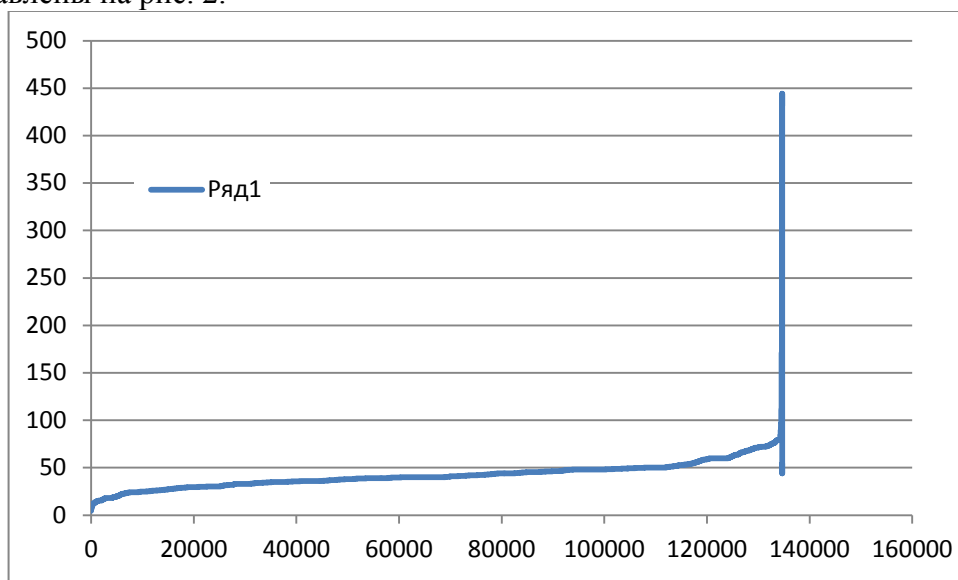


Рис.2. Спектр распределения масс всех тяжеловесных транспортных средств после сортировки по условию возрастания их значений от минимального до максимального. в порядке их появления в период с 1 января 2009 г. по 21 августа 2014 г.

При обработке спектра, представленного на рис.2 , был получен удобный для статистической обработки ряд этих исходных данных о частоте транспортных средств для разных интервалов по их массам, что позволило вычислить вероятности появления транспортных средств с различными массами(см табл.Б) среди только тяжеловесных

транспортных средств, составляющих, как отмечено выше, только 5.1% от всего состава транспортных средств города.

При анализе результатов вычислений представленных в таблице 1 установлено, что наибольшую вероятность 0.35 имеют автопоезда с массой от 40 до 50 т. Автопоезда с массой от 30 до 40 т имеют меньшую вероятность появления 0.31.

Суммарная вероятность 0,66 появления автопоездов и транспортных средств с массой от 30 до 50 т дает основание заключить, что они составляют не более 3.3% от всех транспортных средств города, с учетом того, что все тяжеловесные транспортные средства в городе составляют 5.1% от всех транспортных средств, обращающихся в городе в указанный период времени.

Таблица Б

Интервал масс в т.	Частота	Вероятность	Интервал масс в т.	Частота	Вероятность
5-10	152	0,001136	60-65	5644	0,042166
10 -15	1036	0,00774	65-70	2614	0,019529
15-20	3839	0,028681	70-75	3513	0,026246
20-25	5045	0,037691	75-80	1667	0,012454
25-30	11198	0,08366	80-85	110	0,000822
30-35	13407	0,100164	85-90	67	0,000501
35- 40	26962	0,201433	90-100	65	0,000486
40-45	21928	0,163824	100-110	36	0,000269
45-50	24200	0,180798	110-120	15	0,000112
50-55	8958	0,066925	>120	118	0,000882
55- 60	3277	0,024482		133851	1

Это подтверждает сделанный выше вывод о том, что при любом реальном количестве полос движения на дорогах Москвы необходима только одна полоса для пропуска транспортных средств с массой более 12 т, остальные полосы должны быть заняты только индивидуальным транспортом и легкими грузовиками. Но следует учитывать, что в ситуации затора тяжеловесные транспортные средства могут выходить и на вторую полосу движения.

С учетом этих данных для г. Москвы в целом на основе концепции [1] сформированы для её дорог, магистралей и улиц четыре нормативные колонны транспортных средств Н48М, Н35М, Н15М и Н4М, состоящие из коротких микроколонн транспортных средств разной, но соответствующей классу нагрузки, грузоподъемности.

### 3. Нормативные временные вертикальные нагрузки для расчета автодорожных и городских мостов г. Москвы

1. Нормативная автомобильная нагрузка класса Н48М в виде одной колонны из 22 тяжеловесных автопоездов четырех типов (см.табл.1) с массой до 48 т для главной полосы движения по мостовым сооружениям на дорогах или магистральных, по которым с учетом перспективы их развития предполагается движение автопоездов с массой до 48 т. Схема нормативной колонны 2Г+3В+3Б+6А+3Б+3В+2Г с дистанцией 15 м между транспортными средствами для дорог и магистралей, на которых возможен затор, и 30 м для дорог и магистралей, на которых затор невозможен.

Таблица 1. Данные о распределении нагрузки по осям автопоездов и о расстояниях между их осями для колонны класса Н-48М.

Тип а.п	Общая масса автопоезда, т	Нагр. На ось 1, т	Расстояние между осями 1-2, м	Нагрузка на ось 2, т	Расстояние между осями 2-3, м	Нагрузка на ось 3, т	Расстояние между осями 3-4, м	Нагрузка на ось 4, т
А	48	12	1.65	12	2.05	12	1.4	12
Б	44	11	2.01	11	1.8	11	1.8	11
В	40	8	1.5	8	2.7	12	1.4	12
Г	35	7.5	1.79	7.5	2.51	10	1.4	10

Ширина колес 0.6м, длина касания ската с покрытием проезжей части 0.2 м. Ширина кузова 2.9м, ширина колеи 1.9м

Эквивалентные нагрузки от одной нормативной колонны автомобилей класса Н48М в единицах А1 и в кН/м для треугольных линий влияния

Длина загрузки л.в.в м	Положение вершины линии влияния			
	в середине		в начале	
	в кН/м	в ед.А1	в кН/м	в ед.А1
3	85,333	11,130	122,667	11,152
6	74,000	12,333	93,667	13,707
9	64,296	13,669	77,185	15,212
12	56,167	14,340	63,417	15,374
15	48,747	14,337	53,387	15,109
18	42,741	14,073	45,963	14,686
21	37,932	13,700	40,789	14,379
24	34,042	13,285	38,708	14,805
27	30,848	12,858	38,091	15,609
30	28,187	12,435	37,253	16,197
33	25,983	12,046	36,077	16,515
36	24,611	11,919	34,759	16,647
39	24,047	12,107	33,404	16,653
42	24,082	12,553	32,367	16,724
63	25,403	15,683	29,566	18,168
84	23,986	16,343	28,155	19,128
105	24,401	17,739	27,291	19,801
126	23,943	18,226	26,578	20,203
147	24,014	18,918	26,001	20,462
168	23,728	19,198	25,534	20,641
189	23,673	19,565	25,102	20,732
210	23,460	19,729	24,712	20,770

2. Нормативная автомобильная нагрузка класса Н35М в виде одной колонны из 23 автомобилей четырех типов (см.табл.2) с массой до 35 т для главной полосы движения по мостовым сооружениям на дорогах, магистралях или улицах, по которым с учетом перспективы их развития предполагается движение автомобилей с массой до 35 т. Схема нормативной колонны 2З+3Ж+4Е+5Д+4Е+3Ж+2З с дистанцией 15 м между транспортными средствами 15 м для дорог и магистралей, на которых возможен затор, и 30 м для дорог и магистралей, на которых затор невозможен.

Таблица 2. Данные о распределении нагрузки по осям автомобилей и расстояниях между их осями, в смешанной колонне Н35М:



Тип а.п	Общая масса АП, т	Нагрузка на ось 1, т	Расстояние между осями 1-2, м	Нагрузка на ось 2, т	Расстояние между осями 2-3, м	Нагрузка на ось 3, т	Расстояние между осями 3-4, м	Нагрузка на ось 4, т
Сх. Д	35	7,5	1,79	7,5	2,51	10	1,4	10
Сх. Е	33	9	3,6	12	1,4	12	-	-
Сх. ж	30	7	3,55	11,5	1,32	11,5	-	-
Сх. З	26	6	3,56	10	1,3	10	-	-

Ширина колес 0.6м, длина касания ската с покрытием проезжей части 0.2м.  
Ширина кузова 2.9м, ширина колеи 1.9м

Эквивалентные нагрузки от одной нормативной колонны автомобилей класса Н35М в единицах А1 и в кН/м для треугольных линий влияния

Длина загрузки л.в.в м	Положение вершины линии влияния			
	в середине		в начале	
	в кН/м	в ед.А1	в кН/м	в ед.А1
3	85,867	11,200	122,667	11,152
6	61,333	10,222	75,667	11,073
9	49,037	10,425	67,068	13,218
12	47,750	12,191	59,090	14,325
15	44,693	13,145	51,951	14,703
18	40,852	13,451	45,892	14,664
21	37,224	13,445	40,927	14,428
24	34,021	13,276	36,856	14,096
27	31,243	13,022	34,492	14,134
30	28,840	12,724	33,066	14,377
33	26,755	12,404	31,900	14,603
36	24,935	12,076	30,648	14,678
39	23,337	11,750	29,388	14,651
42	22,380	11,666	28,163	14,552
63	20,572	12,700	24,047	14,776
84	18,394	12,533	22,069	14,993
105	17,913	13,023	20,918	15,177
126	17,137	13,045	20,164	15,327
147	17,081	13,457	19,644	15,459
168	16,894	13,668	19,266	15,575
189	16,942	14,002	18,979	15,675
210	16,846	14,167	18,754	15,763

3. Нормативная автомобильная нагрузка класса Н15М в виде одной колонны из 20 автомобилей четырех типов (см.табл. 3) с массой до 15 т для главной полосы движения по мостовым сооружениям на дорогах или улицах, по которым с учетом перспективы их развития предполагается движение автомобилей с массой до 15 т. Схема нормативной колонны 2М+2Л+3К+6И+3К+2Л+2М с дистанцией 15 м между транспортными средствами для дорог и улиц, на которых возможен затор, и 30 м для дорог и улиц, на которых затор невозможен.

Таблица 3. Данные о распределении нагрузки по осям автомобилей и расстояниях между их осями. в смешанной колонне Н15

№ п/п	Общая масса автопоезда, т	Нагр. на ось 1, т	Расстояние между осями 1-2, м	Нагр. на ось 2, т	Расстояние между осями 2-3, м	Нагр. на ось 3, т
Схема И	15	5,5	4,08	4,75	1,4	4,75
Схема К	14	6	4,85	8	-	-
Схема Л	12	5	4,26	7	-	-
Схема М	11	5,8	4,9	5,2	-	-

Ширина колес 0.4м, длина касания ската с покрытием проезжей части 0.2 м.  
Ширина кузова 2.7м, ширина колеи 1.7м

Эквивалентные нагрузки от одной нормативной колонны автомобилей класса Н15М в единицах А1 и в кН/м для треугольных линий влияния

Длина загрузки л.в.в м	Положение вершины линии влияния			
	в середине		в начале	
	в кН/м	в ед.А1	в кН/м	в ед.А1
3	53,333	6,956	38,667	3,515
6	26,667	4,444	21,700	3,176
9	18,968	4,033	17,427	3,435
12	16,919	4,320	14,386	3,488
15	14,828	4,361	12,140	3,436
18	13,075	4,305	10,468	3,345
21	11,647	4,207	9,441	3,328
24	10,480	4,090	9,155	3,501
27	9,515	3,966	9,227	3,781
30	8,707	3,841	9,157	3,981
33	8,070	3,741	8,959	4,101
36	7,753	3,755	8,697	4,165
39	7,469	3,760	8,407	4,191
42	7,461	3,889	8,329	4,303
63	7,801	4,816	7,981	4,904
84	7,367	5,019	7,811	5,307
105	7,493	5,447	7,690	5,579
126	7,351	5,596	7,606	5,782
147	7,397	5,828	7,536	5,930
168	7,328	5,929	7,454	6,026
189	7,335	6,062	7,389	6,103
210	7,296	6,136	7,347	6,175

4. Нормативная автомобильная нагрузка класса Н4 в виде колонн из 27 автомобилей четырех типов (см.табл. 4) с массой до 4 т и одного автомобиля массой до 15 т для всех полос движения по мостовым сооружениям, не занятых нагрузками классов Н48, Н35 и Н15 на всех дорогах, магистралях или улицах, а также на все полосы для

городских эстакад, по которым с учетом перспективы их развития не предполагается движение транспортных средств с массой более 4 т

Схема нормативной колонны 4Р+4П+5О+Н+5О+4П+4Р с дистанцией 15 м между транспортными средствами для дорог и улиц, на которых возможен затор, и 30 м для дорог и улиц, на которых затор невозможен.

Таблица 4. Данные о распределении нагрузки по осям автомобилей и расстояниях между их осями. в смешанной колонне Н4

№ п/п	Общая масса автопоезда, т	Нагрузка на ось 1, т	Расстояние между осями 1-2, м	Нагрузка на ось 2, т
Схема Н	14	6	4,85	8
Схема О	3.6	1.7	3	1.9
Схема П	3.3	1.6	3	1.7
Схема Р	2.5	1.2	3	1.3

Ширина колес 0.3м, длина касания ската с покрытием проезжей части 0.2 м. Ширина кузова 2.5м, ширина колеи 1.7м

Эквивалентные нагрузки от одной нормативной колонны автомобилей класса Н4М в единицах А1 и в кН/м для треугольных линий влияния

Длина загрузки л.в.в м	Положение вершины линии влияния			
	в середине		в начале	
	в кН/м	в ед.А1	в кН/м	в ед.А1
3	53,333	6,957	40,000	3,636
6	26,667	4,444	22,111	3,236
9	18,198	3,869	16,519	3,255
12	16,194	4,135	13,556	3,286
15	14,720	4,329	11,893	3,366
18	13,517	4,451	11,132	3,557
21	12,584	4,545	10,672	3,762
24	11,801	4,605	10,270	3,928
27	11,209	4,672	9,867	4,043
30	10,691	4,716	9,538	4,147
33	10,247	4,751	9,249	4,234
36	9,846	4,769	8,983	4,302
39	9,539	4,803	8,756	4,365
42	9,249	4,821	8,540	4,413
63	7,969	4,920	7,515	4,618
84	7,293	4,969	6,893	4,683
105	6,853	4,982	6,483	4,704
126	6,539	4,978	6,276	4,770
147	6,296	4,960	6,026	4,742
168	6,077	4,917	5,739	4,639
189	5,883	4,863	5,527	4,565
210	5,682	4,779	5,300	4,455

5. Нормативные колесные одиночные тяжеловесные нагрузки НК 120 принимаются по схемам на рис.1 длиной отпечатка колес 25 см на проезжей части вдоль оси моста.

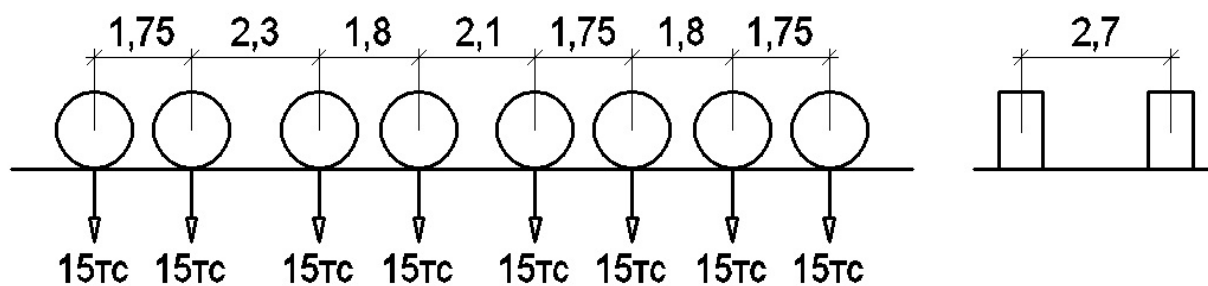


Рис.1. Одиночное тяжеловесное транспортное средство НК 120

Эквивалентные нагрузки от одной тяжеловесной нагрузки НК120 в единицах А1 и в кН/м для треугольных линий влияния

Длина загрузки л.в.в м	Положение вершины линии влияния			
	в середине		в начале	
	в кН/м	в ед.А1	в кН/м	в ед.А1
3	100,000	13,043	141,667	12,879
6	90,833	15,139	111,667	16,341
9	85,556	18,189	100,000	19,708
12	80,833	20,638	94,375	22,879
15	79,200	23,294	90,733	25,679
18	76,389	25,152	85,231	27,234
21	72,449	26,167	78,946	27,830
24	67,969	26,524	72,943	27,898
27	63,580	26,501	67,510	27,664
30	59,500	26,250	62,683	27,254
33	55,785	25,862	58,416	26,740
36	52,431	25,392	54,641	26,170
39	49,408	24,876	51,292	25,570
42	46,684	24,335	48,308	24,960
63	33,447	20,649	34,169	20,996
84	25,957	17,685	26,363	17,910
105	21,184	15,401	21,444	15,559
126	17,885	13,615	18,066	13,732
147	15,473	12,190	15,605	12,281
168	13,632	11,029	13,734	11,102
189	12,182	10,068	12,262	10,127
210	11,010	9,259	11,075	9,308

Примечания: 1. Загрузка любыми из предлагаемых колонн любых линий влияния любых силовых факторов в любых элементах мостовых сооружений легко осуществляется с помощью разработанной авторами статьи специальной программы и персонального компьютера.

2. При наличии в проектных организациях компьютеров и соответствующих программ в современных условиях нет затруднений для вычисления расчетных усилий в любых элементах мостовых сооружений при загрузении реальными колоннами нормативных нагрузок любых линий влияния силовых факторов.

3. Для тех, кто привык использовать условную нагрузку АК представлены таблицы строгих значений параметров эквивалентной комбинированной нагрузки АК в функции длины и формы линий влияния для каждой из предложенных реальных колонн транспортных средств.

4. Более удобными для практических расчетов даже без применения компьютеров могут быть использованы представленные таблицы эквивалентных равномерно распределенных нагрузок для каждой из рекомендуемых нормативных колонн транспортных средств.

5. Значения динамических коэффициентов при вычислении расчетных значений силовых факторов принимаются по имеющимся эмпирическим формулам в зависимости от величины пролета мостовых сооружений в случаях, когда не учитывается состояние заторов.

6. Коэффициенты надежности по нагрузке по условию образования заторов для каждого класса нагрузки определяется путем деления эквивалентной нагрузки, полученной при загрузении линии влияния нормативной колонной, находящейся в состоянии затора, на значение эквивалентной нагрузки, полученной при загрузении линии влияния той же колонной с дистанцией между транспортными средствами 15 м[1].

7. Коэффициент полосности для второй и последующих полос движения следует определять путем деления численного значения принятой для соответствующей полосы эквивалентной нагрузки в кН/м на соответствующее значение эквивалентной нагрузки от нормативной нагрузки, принятый для первой полосы движения[1].

### **Литература:**

1. П. М. Саламахин. Концепция формирования нормативных и расчетных вертикальных временных нагрузок на автодорожные и городские мостовые сооружения Российской Федерации. Вестник МАДИ. 2015