

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_24-29  
УДК 656.09

## ОБЗОР МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ, ОСНОВАННЫХ НА ГЛУБОКОМ ОБУЧЕНИИ

Новикова Т.П., Сун Чжили, Новиков А.И.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

Аннотация. Благодаря большому количеству камер, установленных в общественных местах, и быстрому развитию искусственного интеллекта системы обнаружения пешеходов широко используются в жизни. Как обнаружение объектов, так и повторная идентификация были острыми темами в исследованиях компьютерного зрения в последние годы. В свою очередь это стимулирует развитие интеллектуальной безопасности, интеллектуального видеонаблюдения и интеллектуального поиска.

**Ключевые слова:** модели обнаружения пешеходов, повторной идентификацией, сверточные сети.

## OVERVIEW OF PEDESTRIAN DETECTION METHODS BASED ON DEEP LEARNING

Novikova T.P., Song Zhili, Novikov A.I.

Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. With a large number of cameras being deployed in public places and the rapid development of artificial intelligence, pedestrian detection systems are widely used in life. Both object detection and re-identification have been hot topics in computer vision research in recent years. It drives the development of smart security, smart video surveillance, and smart retrieval.

**Keywords:** pedestrian detection models, re-identification, convolutional networks.

Распространенные модели обнаружения пешеходов в основном подразделяются на двухступенчатую модель R-CNN[1], одноступенчатую

модель YOLO[2]. Модель R-CNN сначала генерирует кадры-кандидаты, затем извлекает объекты из кадров, затем вводит объекты в селектор для классификации и, наконец, вводит полностью подключенный слой для регрессии, чтобы получить информацию о местоположении цели. Однако данные, сгенерированные моделью R-CNN, хранятся независимо, что замедляет вычисления, а также потребляет много ресурсов. Чтобы устранить недостатки предопределенных фреймов-кандидатов была разработана [3] более быстрая модель R-CNN, которая заменяет предопределенные фреймы-кандидаты опорными точками. Более быстрая модель R-CNN уменьшает объем вычислений во всей модельной сети.

Одноступенчатый метод YOLO помещает выделение объектов и кадры-кандидаты в одну и ту же сетевую модель и напрямую получает достоверность категории цели для получения информации о местоположении. По сравнению с первой моделью модель R-CNN обладает более высокой точностью, но YOLO обладает более высокой скоростью. На основе этих моделей предлагаются более совершенные модели. В работе [4] Дуан и др. авторы предложили центральную сеть, которая использует центроиды для идентификации объектов. В работе [5] Сан и др. предложили разреженный R-CNN без якорной коробки, контрольной точки и RPN.

Полная система обнаружения пешеходов включает в себя обнаружение пешеходов и повторную идентификацию пешеходов. Системы обнаружения пешеходов часто сталкиваются с проблемами, связанными с изменением освещения, сложностью фона, тенями, перекрытиями, изменениями внешнего вида пешеходов, изменениями нежесткого тела и движением камеры. Идентификация одной и той же цели между двумя камерами находится в центре внимания исследований по повторной идентификации пешеходов. Большинство фреймворков повторной идентификации пешеходов сначала выполняют извлечение признаков с помощью сверточных нейронных

сетей, а затем используют методы метрического обучения для определения категории.

Обучение представлению используется для извлечения объектов изображения. На ранних стадиях исследования использовался подход классификации изображений. Изображения подавались непосредственно в сверточную нейронную сеть для извлечения объектов. В последующих исследованиях повторная идентификация была основана на сиамском CNN [6], где карты объектов были получены с помощью сверточных сетей, а затем метрическое обучение использовалось для определения того, являются ли они одной и той же целью. В последние годы была предложена система [7] повторной идентификации пешеходов на основе трансформатора (ViT), которая продемонстрировала отличную производительность. Ученые Ян и др. [8] предложили одноступенчатую модель AlignPSmodel. Это решает проблемы с несоосностью и обеспечивает более высокую скорость.

Обучение метрикам используется для определения сходства между двумя изображениями, используя функцию потерь для обновления параметров сети, чтобы можно было извлечь более значимые объекты. В основном наблюдается контрастная потеря, тройная потеря и четверная потеря. Контрастные потери определяют, является ли это одной и той же целью, вычисляя расстояние между векторами объектов. Его выражением является:

$$L = \frac{1}{2N} \sum_{n=1}^N yd^2 + (1 - y)\max(\text{margin} - d, 0)^2$$

где  $d$  равно  $\|a_n - b_n\|$ , представляющее евклидово расстояние между двумя образцами;

$y$  – метка того, совпадают ли две выборки;

$0$  – означает отсутствие совпадения;

$1$  – означает совпадение;

$\text{margin}$  – заданное пороговое значение.

Триплетные потери вводят якорные, положительные и отрицательные выборки. Путем увеличения расстояния между якорем и положительным образцом, одновременно оттягивая якорь от отрицательного образца. Наконец, изображения с одинаковым идентификатором группируются в пространстве объектов. Его выражением является:

$$L = \max\{d(a, p) - d(a, n) + margin, 0\}$$

Данные, выбранные с помощью триплетной потери, могут не распределяться, модель нестабильна в процессе обучения, а процесс конвергенции происходит медленно. Ченг и др. [9] предложили улучшенную потерю триплета, которая ограничивает максимальное расстояние внутри изображения путем добавления нового порога. Четырехкратная потеря требует ввода четырех изображений с еще одним отрицательным образцом изображения. Его выражением является:

$$L = \max(d_{a,p} - d_{a,n1} + margin_1, 0) + \max(d_{a,p} - d_{a,n2} + margin_2, 0)$$

Пороговое значение - это заданное вручную нормальное число, обычно устанавливаемое бета меньше альфа, первый термин называется сильным толчком, а последний термин называется слабым толчком.

В данной статье основное внимание уделяется методам обнаружения пешеходов, основанным на глубоком обучении. Кратко представлены широко используемые модели обнаружения пешеходов и исследования, связанные с повторной идентификацией.

#### Список литературы

1. Гиршик Р., Донахью Дж., Даррелл Т. и Малик. Богатые иерархии объектов для точного обнаружения объектов и семантической сегментации: Материалы конференции IEEE 2014 года по компьютерному зрению и распознаванию образов. Колумбус, Огайо, США: IEEE, 2014. С.580-587
2. Редмон Дж., Диввала С., Гиршик Р. и др. Вы только посмотрите один раз: Унифицированное обнаружение объектов в реальном времени: Протокол

конференции IEEE по компьютерному видению и распознаванию образов. Вашингтон, округ Колумбия: IEEEComputersociety, 2016. С. 779-788.

3. Рен С, Он К, Гиршикр и др. Более быстрый R-CNN: К обнаружению объектов в реальном времени с помощью сетей региональных предложений: Транзакции IEEE по анализу шаблонов и машинному интеллекту, 2017. Стр. 1137-1149.

4. Кайвэнь Дуань, Сон Бай, Линсиси, Хунган Ци, Цинмин Хуан, Ци Тянь, Интернет: Ключевые точки для определения объекта: Университет Китайской академии наук, Оксфордский университет, Лаборатория Huawei Ноев ковчег, 2019 год.

5. Пейзе Сун, Руфэн Чжан, И Цзян, Тао Конг, Чэньфэн Сюй, Вэй Чжань, Масаеси Томизука, Лэй Ли, Цзехуань Юань, Чанху Ван, Пин Ло, Редкий R-CNN: Сквозное обнаружение объектов с обучаемыми предложениями: CVPR 2021.

6. Филкович И., Калафатич З., Хркач, Глубокое метрическое обучение для повторной идентификации и деидентификации личности: 39-я Международная конвенция по информационно-коммуникационным технологиям, электронике и микроэлектронике. Опатия, 2016. С. 1360.

7. ХЕ С, ЛО Х, ВАН П и др. TransReID: Повторная идентификация объекта на основе трансформатора: Alibaba Group, Университет Чжэцзяна, 2021 год.

8. Ичао Янь, Цзиньпэн Ли, Цзе Цинь, Сон Бай, Шэнцай Ляо, Ли Лю, Фань Чжу, Лин Шао, Поиск людей без привязки: CVPR 2021.

9. Ченг Д., Гонг Ю. Х., Чжоу С. П. и др., Повторная идентификация человека с помощью многоканального CNN на основе деталей с улучшенной функцией потери триплетов: Конференция IEEE 2016 года по компьютерному зрению и распознаванию образов (CVPR). Лас-Вегас, 2016. С.1335

## References

1. Girshick R, Donahue J, Darrell T and Malik, Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation: Proceedings of 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Columbus, OH, USA: IEEE, 2014. P.580-587

2. Redmon J, Divvala S, Girshick R, et al, You only look once: Unified, real-time object detection: Proc of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Washington DC: IEEE Computer Society, 2016. P. 779-788.

3. Ren S, He K, Girshick R, et al, Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks: IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2017. P. 1137-1149.

4. Kaiwen Duan, Song Bai, Lingxi Xie, Honggang Qi, Qingming Huang, Qi Tian, CenterNet: Keypoint Triplets for Object Detection: University of Chinese

Academy of Sciences, University of Oxford, Huawei Noah's Ark Lab, 2019.

5. Peize Sun, Rufeng Zhang, Yi Jiang, Tao Kong, Chenfeng Xu, Wei Zhan, Masayoshi Tomizuka, Lei Li, Zehuan Yuan, Changhu Wang, Ping Luo, Sparse R-CNN: End-to-End Object Detection with Learnable Proposals: CVPR 2021.

6. Filković I, Kalafatić Z, Hrkać, Deep metric learning for person re-identification and de-identification: 39th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics. Opatija, 2016. P. 1360.

7. HE S, LUO H, WANG P, et al. TransReID: Transformer-based object re-identification: Alibaba Group, Zhejiang University, 2021.

8. Yichao Yan, Jinpeng Li, Jie Qin, Song Bai, Shengcai Liao, Li Liu, Fan Zhu, Ling Shao, Anchor-Free Person Search: CVPR 2021.

9. Cheng D, Gong Y H, Zhou S P, et al, Person re-identification by multi-channel parts-based CNN with improved triplet loss function: 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Las Vegas, 2016.P.1335

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_30-39  
УДК 656.11

## **ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЗАЕЗДНОГО КАРМАНА НА ОСТАНОВКЕ ПАССАЖИРСКОГО ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА**

Зеликов В.А., Денисов Г.А., Климова Г.Н., Струков Ю.В., Злобина Н.И.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы проектирования маршрутной сети городского пассажирского транспорта и необходимость устройства заездных карманов для него. Предложено использовать формулы математической статистики для расчета вероятности количества одновременного появления на остановке единиц общественного транспорта. Приведен порядок расчета длины заездного кармана на остановке с использованием результатов визуального наблюдения за подъездом к остановке единиц пассажирского транспорта. Рассчитана длина заездного кармана для одновременного появления на остановке двух автобусов большой и одного автобуса малой вместимости, которая составила 68 м.

**Ключевые слова:** улично-дорожная сеть, маршрутная сеть, автобус большой средней, малой вместимости, статистика, заездной карман, расчет.

## **ENGINEERING CALCULATION OF THE PARAMETERS OF THE TRAVEL POCKET ON TO A STOP OF PASSENGER URBAN TRANSPORT**

Zelikov V.A., Denisov G.A., Klimova G.N., Strukov Yu.V., Zlobina N.I.

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

**Annotation.** The issues of designing the route network of urban passenger transport and the need for the device of travel pockets for it are considered. It is proposed to use mathematical statistics formulas to calculate the probability of the number of simultaneous appearance of public transport units at a stop. The procedure for calculating the length of the entrance pocket at the stop using the results of visual observation of the entrance to the stop of passenger transport units is given. The length of the entry pocket is calculated for the simultaneous appearance at the stop of two buses of large and one bus of small capacity, which was 68 m.

**Keywords:** street and road network, route network, bus of large medium, small capacity, statistics, travel pocket, calculation.

В городах и населенных пунктах невозможно создать качественные условия для жизни и передвижения людей без эффективной организации транспортного перевозочного процесса. Маршрутную сеть городского пассажирского транспорта (ПГТ) проектируют с комфортными остановочными пунктами для посадки и высадки пассажиров. Остановочные пункты, сделанные с заездными карманами для ПГТ, должны обеспечивать проектную пропускную способность улично-дорожной сети города и населенного пункта, предотвращать возникновение опасных и аварийных дорожных ситуаций, исключать заторы транспортных средств (ТС) на проезжей части [1, 2, 3, 4, 5, 6]. На участках УДС крупных городов, где интенсивность движения ТС высока и высоки пассажиропотоки, выделяют полосы на проезжей части для движения только ПГТ и наличие заездных карманов на них необходимо. Состав ПГТ разнообразен по пассажироместимости и габаритным размерам. В этой связи длина заездного кармана остановочного пункта должна обеспечивать прибытие и размещение фактического числа ПГТ в заездном кармане.

Для конкретной маршрутной сети размер заездного кармана определить несложно. Первоначально рассчитаем вероятность прибытия единиц ПГТ на остановку общественного транспорта. Для этого введем обозначения [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Пусть:

$n$  – отражает количество маршрутов, которые проходят через остановку;

$T$  – есть время, затрачиваемое единицей ПГТ для посадки и высадки пассажиров, с;

$T_1, T_2, \dots, T_n$  – интервалы движения единиц ПГТ на маршрутах, которые проходят через рассматриваемую остановку;

Для расчета вероятности появления  $i$ -го маршрута на остановке в интервале времени  $T$  используем следующую формулу:



$$p_i = \frac{T}{T_i}. \quad (1)$$

Теорему сложения вероятностей несовместных событий используем для нахождения одновременно останавливающегося количества ПГТ на остановке. При количестве маршрутов равно  $n$ , вероятность появления одной единицы ПГТ в интервале  $T$ , будет равно

$$P_1 = \sum_{i=1}^n p_i. \quad (2)$$

Вероятность появления на остановке в интервале  $T$  одновременно двух единиц ПГТ определим как произведение вероятности появления одной единицы ПГТ на условную вероятность появления второй единицы ПГТ, вычисленную при учете того, что первая единица ПГТ уже находится на остановке. Воспользуемся Теоремой умножения вероятностей независимых событий и Теоремой сложения вероятностей несовместных событий []. Тогда

$$P_2 = \sum_{i=1}^n (p_i \sum_{j=i+1}^n p_j). \quad (3)$$

Вероятность появления на остановке одновременно трех единиц ПГТ определим следующим соотношением

$$P_3 = \sum_{i=1}^n (p_i \sum_{j=i+1}^n (p_j \sum_{k=j+1}^n p_k)) \quad (4)$$

По данной методике рассчитали вероятность появления нескольких транспортных средств на остановке «Дом архитектора» по ул. Плехановской в г. Воронеже. При натурном наблюдении было выявлено, что максимальное количество транспортных средств ПГТ на остановке равно трем. Варианты нахождения на остановке единиц ПГТ представлено в табл. 1.

Таблица 1 – Нахождение единиц ПГТ на остановке

	Автобус большой вместимости			Автобус средней вместимости	Автобус малой вместимости
1	+	+	+		
2	+		+		+
3	+			+	+
4	+		+		+
5	+		+		

6	+	+		
7	+			+
8	+			+
9	+	+		
10	+			+
11	+			+
12			+	+

Из данных таблицы выделили четыре варианта развития событий: на остановке ни одного ТС, на остановке одно ТС, на остановке два ТС и на остановке три ТС. Прибытие пассажирского транспорта на остановку – это случайное событие, при этом на остановке не могут одновременно находиться единицы ПГТ одинаковых маршрутов.

За час на выбранном остановочном пункте остановилось 14 разных единиц ПГТ с разным интервалом движения, т.е.  $n=14$ . Из тяжелых автобусов были маршруты:

- «5а» с интервалом движения 6 минут;
- «9кс» с интервалом движения 7 минут;
- «27» с интервалом движения 7 минут,
- «49» с интервалом движения 10 минут;
- «64» с интервалом движения 7 минут;
- «90» с интервалом движения 7 минут;
- «120а» с интервалом движения 7 минут.

Из автобусов средней вместимости останавливались для посадки и высадки пассажиров следующие единицы ПГТ маршрутов:

- «105» с интервалом движения 7 минут;
- «115» с интервалом движения 15 минут.

Из автобусов малой вместимости:

- «366а» с интервалом движения 15 минут;
- «37» с интервалом движения 6 минут;

- «37а» с интервалом движения 7 минут;
- «49б» с интервалом движения 11 минут;
- «125» с интервалом движения 5 минут.

На представленных маршрутах уходило разное время на посадку-высадку пассажиров. Так, в среднем, у маршрута 5а уходило 13,3 с; у 9кс – 12,6 с; у 27 – 14,3 с; у 49 – 17,6 с; у 64 – 13,3 с; у 90 – 13,3 с; у 120а – 8,7 с; у 105 – 10,5 с; у 115 – 7,3 с; у 366а – 11,5 с; у 37 – 8,3 с; у 37 – 16,6 с; у 49б – 7,5 с; у 125 – 15,5 с.

Для расчета все единицы измерения были приведены к одной размерности.

Сначала рассчитали вероятность появления автобуса большой вместимости по формуле (1).

$$p(5a) = \frac{T}{T_1} = \frac{0,0037}{0,1} = 0,037;$$

$$p(9кс) = \frac{T}{T_2} = \frac{0,0035}{0,12} = 0,029;$$

$$p(27) = \frac{T}{T_3} = \frac{0,0040}{0,12} = 0,033;$$

$$p(49) = \frac{T}{T_4} = \frac{0,0049}{0,17} = 0,029;$$

$$p(64) = \frac{T}{T_5} = \frac{0,0037}{0,12} = 0,031;$$

$$p(90) = \frac{T}{T_6} = \frac{0,0037}{0,12} = 0,031;$$

$$p(120a) = \frac{T}{T_7} = \frac{0,0024}{0,12} = 0,02.$$

Вероятность, что на остановке будет один автобус равна:

$$p_1 = 0,037 + 0,029 + 0,033 + 0,029 + 0,031 + 0,031 + 0,02 = 0,21.$$

Аналогично, рассчитали вероятность появления на остановке автобуса средней вместимости:

$$p(105) = \frac{T}{T_8} = \frac{0,0029}{0,12} = 0,024;$$

$$p(115) = \frac{T}{T_9} = \frac{0,002}{0,25} = 0,008.$$

Вероятность, что на остановке будет один автобус:

$$p_2 = 0,024 + 0,008 = 0,032.$$

Вероятность появления на остановке автобуса малой вместимости в интервал времени:

$$p(366a) = \frac{T}{T_{10}} = \frac{0,0032}{0,25} = 0,013;$$

$$p(37) = \frac{T}{T_{11}} = \frac{0,0023}{0,1} = 0,023;$$

$$p(37a) = \frac{T}{T_{12}} = \frac{0,0046}{0,12} = 0,038;$$

$$p(49б) = \frac{T}{T_{13}} = \frac{0,0021}{0,18} = 0,012;$$

$$p(125) = \frac{T}{T_{14}} = \frac{0,0043}{0,08} = 0,054.$$

Вероятность, что на остановке будет один автобус:

$$p_3 = 0,013 + 0,023 + 0,038 + 0,012 + 0,054 = 0,14.$$

Таким образом, вероятность, что на остановке будет один автобус большой вместимости ( $p_1$ ) равна 0,21, один автобус малой вместимости ( $p_2$ ) 0,032, один автобус малой вместимости ( $p_3$ ) 0,14. Для расчета вероятности, что для посадки-высадки пассажиров на остановочный пункт прибудет одно транспортное средство, используем теорему сложения вероятностей:

$$P_I = 0,21 + 0,032 + 0,14 = 0,382.$$

Далее рассчитаем вероятность наличия на остановке двух транспортных средств по формуле (3). В таком случае может быть шесть вариантов развития событий, на остановке одновременно находятся:

Два автобуса большой вместимости ( $P_{бб}$ );

Один автобус большой вместимости и один средней вместимости ( $P_{бс}$ );

Один автобуса большой вместимости и один малой вместимости ( $P_{бм}$ );

Два автобуса средней вместимости ( $P_{сс}$ );

Один автобус средней вместимости и один малой вместимости ( $P_{см}$ );

Два малой вместимости ( $P_{мм}$ ).

$$P_{бб} = p_1 \cdot p_1 = 0,21 \cdot 0,21 = 0,04410;$$

$$P_{бс} = p_1 \cdot p_2 = 0,21 \cdot 0,032 = 0,00672;$$

$$P_{бм} = p_1 \cdot p_3 = 0,21 \cdot 0,14 = 0,02940;$$

$$P_{cc} = p_2 \cdot p_2 = 0,032 \cdot 0,032 = 0,00102;$$

$$P_{cm} = p_2 \cdot p_3 = 0,032 \cdot 0,14 = 0,00448;$$

$$P_{mm} = p_3 \cdot p_3 = 0,14 \cdot 0,14 = 0,0196.$$

В случае, когда на остановке присутствуют одновременно три транспортных средства вариантов развития событий десять:

- Три автобуса большой вместимости ( $P_{ббб}$ );
- Два большой вместимости и один средней вместимости ( $P_{ббс}$ );
- Два большой вместимости и один малой ( $P_{ббм}$ );
- Три автобуса малой вместимости ( $P_{ccc}$ );
- Два средней вместимости и один малой ( $P_{ccm}$ );
- Один средней и два малой вместимости ( $P_{cmm}$ );
- Один большой и два средней вместимости ( $P_{бсс}$ );
- Один большой и два малой вместимости ( $P_{бмм}$ );
- Один большой, один средней вместимости и один автобус малой вместимости ( $P_{бсм}$ );
- Три малой вместимости ( $P_{mmm}$ ).

Рассчитаем значение вероятности появления на остановочном пункте в течение времени  $T$  одновременно трех единиц ПГТ по формуле (4)

$$P_{ббб} = p_1 \cdot p_1 \cdot p_1 = 0,21 \cdot 0,21 \cdot 0,21 = 0,001411;$$

$$P_{ббс} = p_1 \cdot p_1 \cdot p_2 = 0,21 \cdot 0,21 \cdot 0,032 = 0,001411;$$

$$P_{ббм} = p_1 \cdot p_1 \cdot p_3 = 0,21 \cdot 0,21 \cdot 0,14 = 0,00617;$$

$$P_{ccc} = p_2 \cdot p_2 \cdot p_2 = 0,032 \cdot 0,032 \cdot 0,032 = 0,00003;$$

$$P_{ccm} = p_2 \cdot p_2 \cdot p_3 = 0,032 \cdot 0,032 \cdot 0,14 = 0,00014;$$

$$P_{cmm} = p_2 \cdot p_3 \cdot p_3 = 0,032 \cdot 0,14 \cdot 0,14 = 0,00063;$$

$$P_{бсс} = p_1 \cdot p_2 \cdot p_2 = 0,21 \cdot 0,032 \cdot 0,032 = 0,00022;$$

$$P_{бмм} = p_1 \cdot p_3 \cdot p_3 = 0,21 \cdot 0,14 \cdot 0,14 = 0,00412;$$

$$P_{бсм} = p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 = 0,21 \cdot 0,032 \cdot 0,14 = 0,00094;$$

$$P_{\text{мм}} = p_3 \cdot p_3 \cdot p_3 = 0,14 \cdot 0,14 \cdot 0,14 = 0,00274.$$

Остановка «Дом архитектора» в г. Воронеже относится к линейной, что является неудобным как для пассажирского транспорта, так и для других участников движения.

Для обустройства остановки оценим значение вероятности появления на ней одновременно единиц ПГТ.

Рассчитаем заездной карман для выбранного остановочного пункта. На остановке «Дом архитектора» останавливаются максимум три единицы ПГТ. Из табл. 1 видно, что это три автобуса большой вместимости. Их длина в среднем 12 м. Таким образом,

$$12 \cdot 3 = 36 \text{ м.}$$

Для автобусов большой вместимости необходимо 36 м. Безопасное расстояние между автобусами (дистанция) возьмем 1 м. Так как автобусов три то:

$$36 + 1 \cdot 2 = 38 \text{ м.}$$

К этой величине прибавим длину участков торможения и разгона (выезда), которые возьмем по 15 м:

$$38 + 15 \cdot 2 = 68 \text{ м.}$$

Ширину заездного кармана принимаем равной 3,0 м.

Таким образом, длина заездного кармана на остановке «Дом архитектора» в г. Воронеже составит 68 м, ширину заездного кармана примем равной ширине полосы движения перед остановкой равную 3,0 м.

#### Список литературы

1. Новиков, А.Н. Оценка уровня безопасности дорожного движения на региональном уровне / А.Н. Новиков, С.В. Еремин, Д.О. Ломакин // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 3 (70). – С. 72-79.
2. Гукетлев, Ю.Х. Совершенствование методов обследования пассажиропотоков городского общественного транспорта (на примере г. Майкопа) / Ю.Х. Гукетлев, Э.Ю. Гукетлев, Я.С. Ткачева // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 2 (69). – С. 85-93.

3. Гукетлев, Ю.Х. Исследование транспортных передвижений населения г. Майкопа / Ю.Х. Гукетлев, Я.С. Ткачева, С.С. Хажокова, Н.Н. Шаповалова // Мир транспорта и технологических машин. – 2019. – № 3 (66). – С. 51-57.
4. Аркатова А.Н. Исследование остановочных комплексов г. Белгорода с целью оценки безопасности / А.Н. Аркатова, Шевцова А.Г., Добрыднева В.С., Синица Е.В. // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2020. – № 3 (42). – С. 123-126.
5. Крегель, Д.А. Инновационная деятельность в транспортной отрасли: специфика и перспективы / Д.А. Крегель // В сборнике: Материалы конференций ГНИИ "Нцразвитие". – Январь 2018.– 2018. – С. 153-157.
6. Денисов, Г.А. О начале формирования очереди на регулируемом пересечении с левоповоротным движением / Г.А. Денисов, С.В. Писарева, Д.В. Лихачев / В сборнике: Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016). Сборник статей VIII Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Е.В. Агеев. – 2016. –С. 76-80.
7. Алибеков, И. Ю. Теория вероятностей и математическая статистика в среде MATLAB. Учебное пособие. М.: Лань. – 2019. – 184 с.
8. 13. Балдин, К.В. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рукосуев. - М.: Дашков и К, 2016. - 472 с.
9. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / Учебник. М.: Юрайт, 2018. – 480 с.
10. Ивченко, Г. И., Медведев Ю. И. Математическая статистика. Учебник. М.: Либроком, 2020. 352 с.
11. Мойзес Б. Б., Плотникова И. В., Редько Л. А. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных. М.: Юрайт, 2019. 118 с.
12. Хамидуллин, Р. Я. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Издательский дом Университета "Синергия". – 2020. – 276 с.
13. Швалева, А. В. Методы математической статистики в технических исследованиях / А. В. Швалева // Молодой ученый. — 2012. — № 3 (38). — С. 427-430.

## References

1. Novikov, A.N. Assessment of the level of road safety at the regional level / A.N. Novikov, S.V. Eremin, D.O. Lomakin // The world of transport and technological machines. – 2020. – № 3 (70). – Pp. 72-79.
2. Guketlev, Yu.Kh. Improvement of methods of passenger traffic survey of urban public transport (on the example of Maykop) / Yu.Kh. Guketlev, E.Yu. Guketlev, Ya.S. Tkacheva // The world of transport and technological machines. - 2020.– № 2 (69). – Pp. 85-93.

3. Guketlev, Yu.Kh. Research of transport movements of the population of Maykop / Yu.Kh. Guketlev, Ya.S. Tkacheva, S.S. Khazhokova, N.N. Shapovalova // The world of transport and technological machines. – 2019. – № 3 (66). – Pp. 51-57.
4. Arkatova A.N. Investigation of the Belgorod bus shelters for the purpose of safety assessment / A.N. Arkatova, Shevtsova A.G., Dobryneva V.S., Sinitsa E.V. // Technical regulation in transport construction. – 2020. – № 3 (42). – Pp. 123-126.
5. Kregel, D.A. Innovative activity in the transport industry: specifics and prospects / D.A. Kregel // In the collection: Materials of conferences of the GNII "Ncravzitie". - January 2018.- 2018. - pp. 153-157.
6. Denisov, G.A. On the beginning of the formation of a queue at a regulated intersection with left-turn traffic / G.A. Denisov, S.V. Pisareva, D.V. Likhachev / In the collection: Modern automotive materials and technologies (SAMIT-2016). Collection of articles of the VIII International Scientific and Technical Conference. Responsible editor E.V. Ageev. - 2016. -pp. 76-80.
7. Alibekov, I. Y. Probability theory and mathematical statistics in the MATLAB environment. Textbook. M.: Lan. - 2019– - 184 p.
8. 13. Baldin, K.V. Probability theory and mathematical statistics: Textbook / K.V. Baldin, V.N. Bashlykov, A.V. Rukosuev. - M.: Dashkov and K, 2016. - 472 p.
8. 13. Baldin, K.V. Probability theory and mathematical statistics: Textbook / K.V. Baldin, V.N. Bashlykov, A.V. Rukosuev. - M.: Dashkov and K, 2016. - 472 p.
9. Gmurman, V. E. Probability theory and mathematical statistics / Textbook. M.: Yurayt, 2018– - 480 p.
10. Ivchenko, G. I., Medvedev Yu. I. Mathematical statistics. Textbook. Moscow: Librocom, 2020. 352 p.
11. Moises B. B., Plotnikova I. V., Redko L. A. Statistical methods of quality control and processing of experimental data. Moscow: Yurayt, 2019. 118 p.
12. Khamidullin, R. Ya. Probability theory and mathematical statistics. Moscow: Synergy University Publishing House. - 2020– - 276 p.
13. Shvaleva, A.V. Methods of mathematical statistics in technical research / A.V. Shvaleva // Young scientist. — 2012. — № 3 (38). — Pp. 427-430.



DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_40-46

УДК 656.11

## АНАЛИЗ КОНФЛИКТОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНО-ПЕШЕХОДНОГО ПОТОКА

Бусарин Э.Н., Дорохин С.В., Белокуров В.П., Бусарина А.Э.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Описывается методика исследования взаимодействия транспортного и пешеходного потока на регулируемых перекрестках и его влияние на безопасность движения пешеходов. Проведен анализ конфликтных ситуаций при взаимодействии транспортного средства и пешехода, а также даны рекомендации по применению дополнительных мер направленных на повышение эффективности организации дорожного движения.

**Ключевые слова:** транспортное средство, транспортный поток, пешеходный поток, конфликтная точка, городская дорожная сеть, организация дорожного движения.

## ANALYSIS OF CONFLICTS IN THE INTERACTION OF THE VEHICLE AND PEDESTRIAN STREAM

Busarin E.N., Dorokhin S.V., Belokurov V.P., Busarina A.E.

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

**Abstract.** A technique for studying the interaction between traffic and pedestrian traffic at controlled intersections and its impact on pedestrian safety is described. The analysis of conflict situations in the interaction of a vehicle and a pedestrian is carried out, as well as recommendations are given for the application of additional measures aimed at improving the efficiency of traffic organization.

**Keywords:** vehicle, traffic flow, pedestrian flow, conflict point, urban road network, traffic organization.

В решении задачи повышения безопасности дорожного движения на регулируемых перекрестках следует рассмотреть взаимодействие транспортного и пешеходного потока на регулируемых перекрестках городских дорожных сетей. По статистике перекрестки являются «очагами» аварийности с участием пешеходов, и для них характерны наиболее тяжелые последствия, такие как травмы и гибель людей. В связи с этим целью работы является поиск методов, позволяющих повысить эффективность функционирования перекрестка, сократить задержки и количество остановок транспортных средств (ТС) [1].

Исследования статистики дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на перекрестках города Воронежа показывают, что доля ДТП с участием пешеходов достигает 7% от общего количества ДТП на регулируемых перекрестках. Учитывая основной принцип введения управления на регулируемом перекрестке – это уменьшение количества конфликтных ситуаций на перекрестке, за счет временного разделения движения конфликтующих транспортных и пешеходных потоков. Данная задача не всегда позволяет достичь желаемого результата по полной ликвидации конфликтных точек или существенного снижения их потенциальной опасности. Это приводит к применению сложных схем управления, увеличению времени задержки транспортных средств на перекрестке и резкому снижению объема транспорта.

Наиболее распространенными и опасными являются конфликтные точки, возникающие между правоповоротными транспортными потоками и пешеходами. Согласно Правил дорожного движения (ПДД), преимущество движения в такой ситуации имеет пешеход. Однако на практике возникает множество опасных дорожно-транспортных ситуаций, в этих потенциально опасных местах на улично-дорожной сети. Это происходит по вине нарушения ПДД водителями ТС, которые не всегда выполняют требования правил дорожного движения по предоставлению права преимущественного перехода пешеходу. Исключить данный метод управления транспортными и

пешеходными потоками не всегда представляется возможным, из-за большого количества конфликтующих направлений и высокой интенсивности движения ТС и пешеходов.

В связи с этим целью исследования является изучение конфликтных ситуаций на регулируемых перекрестках и определение условий безопасного взаимодействия ТС и пешеходов. Согласно статистики 5-7% ДТП происходит с транспортными средствами осуществляющими маневрирование и пешеходами. Таким образом конфликт между ТС и пешеходами требует проведения исследований безопасного взаимодействия и снижения степени опасности конфликтных ситуаций. Для этого используется метод конфликтных ситуаций, который опирается на зависимость между количеством конфликтных ситуаций и ДТП. То есть, уменьшение опасных ситуаций «конфликт ТС – пешеход» при которых требуется принятие экстренных мер для избежания ДТП.

Применительно к опасной ситуации между ТС и пешеходом можно выделить несколько моментов:

- водитель ТС не уступил дорогу пешеходу, (пешеход или водитель ТС предприняли меры для избежания столкновения в последний момент (менее 1 секунды));

- водитель ТС не уступил дорогу пешеходу, (произошло столкновение ТС с пешеходом, без причинения вреда здоровью пешеходу).

Для проведения исследования был выбран центральный район городского округа города Воронежа. В качестве объекта исследования было выбрано 5 регулируемых пешеходных переходов города. В результате проведенных натурных и статистических исследований было зафиксировано 91 конфликтная ситуация при выполнении маневрирования ТС. Из них, 1 конфликтная ситуация отнесена к тяжелой, 5 конфликтных ситуаций к средней, 20 ситуаций были определены как потенциально опасные и 65 отнесено к легким конфликтным ситуациям.

Для определения характеристик взаимодействия введены коэффициенты нарушений  $K_n$  и коэффициенты конфликтности  $K_k$ .

Коэффициент нарушений  $K_n$ , отношение количества ТС создавших конфликтную ситуацию к количеству конфликтующих ТС:

$$K_n = \frac{n_n}{n_k} \leq 1 \quad (1)$$

где  $n_n$ -количество ТС не уступивших дорогу пешеходам.

Коэффициент  $K_n$ , отражает вероятность появления конфликтной ситуации «ТС– пешеход». Чем меньше коэффициент  $K_n$ , тем безопаснее конфликтная ситуация. При полном соблюдении требований Правил дорожного движения  $K_n=0$ .

Коэффициент конфликтности  $K_k$ , отношение количества ТС осуществляющих маневрирование к количеству ТС конфликтующих с пешеходами:

$$K_k = \frac{n_k}{n} \leq 1, \quad (2)$$

где  $n_k$ – количество ТС конфликтующих с пешеходами;  $n$  - общее количество ТС осуществляющих маневрирование.

Коэффициент конфликтности  $K_k$  оценивает особенность схемы пофазного разъезда в светофорном регулировании с точки зрения безопасности движения. Чем меньше  $K_k$ , тем "безопаснее" схема регулирования, а при  $K_k=0$  конфликтные ситуации полностью отсутствуют.

При проведении исследования, была установлена зависимость коэффициента конфликтности  $K_k$  и коэффициента нарушений  $K_n$  от отдельных параметров трафика.

Значение коэффициента  $K_k=0,3$  определяется при движении ТС осуществляющих непрямолинейное движение одновременно с пешеходами. Если непрямолинейное движение осуществляется в несколько этапов светофорного цикла с разным приоритетом (первый этап в бесконфликтном режиме, второй этап в конфликте с пешеходами), значение коэффициента  $K_k$  снижается до 0,17, так как автомобиль поворачивает во время светофорного

цикла, когда движение пешеходов запрещено. Коэффициент конфликтности  $K_n$  в основном определяется схемой управления светофором и зависит от интенсивности пешеходного потока.

В свою очередь снижение интенсивности движения пешеходов на пешеходном переходе может привести к снижению коэффициента  $K_k=0$  и зависит от направления движения ТС, состава транспортного потока, количества человек в группе пешеходов, вида сигнала светофора, расположения пешеходного перехода. Значения коэффициента  $K_n$  для различных по численности групп пешеходов приведены в таблице 1. Из полученных значений видно, что наиболее опасным является переход проезжей части в одиночку. При движении пешеходов в группе уменьшается количество конфликтные ситуации. Это объясняется более уверенным поведением пешеходов, а также снижением возможности объезда группы ТС.

Таблица 1 - Влияние количества пешеходов на коэффициент нарушений правоповоротного транспортного потока

Количество пешеходов в группе	Количество конфликтных ситуаций	Коэффициент нарушений $K_n$
1-2	23	0,3
2-3	15	0,2
4-5	12	0,2
6-7	8	0,1
8-9	2	0,05

Существенное влияние на водителей ТС оказывает действующий сигнал светофора, при этом коэффициент нарушений снижается до  $K_n=0,2$ . При выполнении правоповоротного маневра назеленый сигнал дополнительной секции светофора, коэффициент нарушений возрастает более чем на 10 % и достигает значений 0,3. Полученные зависимости могут использоваться как для оценки условий взаимодействия ТС и пешеходов на существующем перекрестке, но и при оценке проектируемой схемы организации дорожного движения:

$$P_a = N_{kf} \cdot K_{kf} = Q_{пов} \cdot \Phi_z \cdot K_k \cdot K_n \cdot K_{kf}, \text{ авт./год,} \quad (3)$$

где  $N_{kf}$ —количество конфликтных ситуаций;  $K_{kf}$  - коэффициент перехода от конфликтной ситуации к ДТП;  $Q_{пов}$ — количество поворотных ТС, авт./ч;  $\Phi_c$ — годовой фонд времени работы перекрестка в регулируемом режиме, ч/год.

Значения коэффициентов  $K_k, K_n$  выбираются в зависимости от: интенсивности движения пешеходного потока и условий движения пешеходов (одиночные или групповые перемещения); направления движения поворотного транспортного потока (правый или левый поворот); проектируемой схемы светофорного регулирования (конфликтная, бесконфликтная, смешанная); технических средств, обеспечивающих организацию движения поворотного потока. Значения коэффициентов  $K_{kf}$  определены в результате комплексного исследования ДТП и конфликтных ситуаций с учетом приведения ДТП по степени тяжести и конфликтных ситуаций по степени опасности. Для правоповоротного потока  $K_{kf} \approx 0,2 \cdot 10^{-5}$ .

Рассмотрение взаимодействия ТС и пешеходов на регулируемых перекрестках с разными режимами работы светофорного регулирования должны быть предприняты меры по дополнительному обеспечению видимости водителями пешеходов (подсветка опасного участка), применение световых устройств (расположенных над пешеходным переходом и обеспечивающим сопровождение объекта) привлекающих внимание водителей ТС, когда человек находится в зоне пешеходного перехода. В соответствии с приведенными исследованиями конфликтности транспортного и пешеходного потока следует провести анализ статистических данных применительно ко всей транспортной сети городского округа города Воронежа и определить влияние дополнительных средств информации о нахождении пешеходов в зоне конфликтных точек и его влияние на повышение безопасности в области конфликта ТС и пешеходов.

#### Список литературы

1. Обеспечение безопасности участников движения на магистральных улицах городов / Денисов Г.А., Зеликова Н.В., Бусарин Э.Н., Злобина Н.И.,

Струков Ю.В., Зеликов В.А. // Новые материалы и технологии в машиностроении. 2020. № 31. С. 72-76.

2. Системный анализ проблем обеспечения безопасности дорожного движения автотранспорта / Белокуров В.П., Черкасов О.Н., Бусарин Э.Н., Струков Ю.В., Кораблев Р.А. // Воронеж, 2018.

## References

1. Ensuring the safety of traffic participants on the main streets of cities / Denisov G.A., Zelikova N.V., Busarin E.N., Zlobina N.I., Strukov Yu.V., Zelikov V.A. // New materials and technologies in mechanical engineering. 2020. No. 31. S. 72-76.

2. Belokurov V.P., Cherkasov O.N., Busarin E.N., Strukov Yu.V., Korablev R.A. Systematic analysis of the problems of ensuring road traffic safety. // Voronezh, 2018.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_47-52  
УДК 656.09

## **ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА В МЕГАПОЛИСАХ С УЧЕТОМ ТОПОЛОГИИ ГОРОДОВ**

**Сподарев Р.А., Сидоров Б.А., Кубряков Е.А., Карандеев А.М.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,  
г. Воронеж., Россия  
ФГБОУ ВО «Уральский государственный  
лесотехнический университет»  
г. Екатеринбург, Россия*

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы, которые присущи крупным городам и мегаполисам связанные с парковочным пространством. Исследования, проводимые по оптимизации парковочного пространства, не учитывают развитие и организацию мест паркования на прилежащих, зачастую жилых территориях. При этом на опыте реализации создания платных парковочных мест в крупных городах, зачастую происходит перетекание автомобилей именно во дворы жилых домов, что приводит не только к росту недовольства жителей, но и повышает количество мелких ДТП, а также увеличивает случаи наезда на пешеходов. Разработка методики, которая позволит учитывать и перераспределение части транспорта на перехватывающие парковки, рациональное размещение платных парковочных мест, учет направлений движения пешеходов, удобства для пассажиров с учетом сложившейся топологии города позволит разработать рекомендации по обустройству парковочного пространства в мегаполисах, и при этом сделать город более приспособленным для большого количества транспортных средств.

**Ключевые слова:** парковочное пространство, крупные города, мегаполис, заторы, улично-дорожная сеть, платные парковки

## **DESIGN OF PARKING SPACE IN MEGACITIES TAKING INTO ACCOUNT THE TOPOLOGY OF CITIES**

**Spodarev R.A., Sidorov B.A., Kubryakov E.A., Karandeev A.M.**

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

Annotation. The article deals with the problems inherent in large cities and megacities associated with Parking space. Research on optimization of Parking space



does not take into account the development and organization of Parking spaces in adjacent, often residential areas. Thus on experience of realization of creation of paid Parking spaces in the large cities, often there is an overflow of cars in the yards of houses that leads not only to growth of discontent of inhabitants, but also increases number of small road accidents, and also increases cases of arrival on pedestrians. Development of methods which allow to take into account the redistribution of the transport Park and ride facilities, rational layout of paid Parking spaces, accounting for traffic pedestrians, facilities for passengers with established topology of the city will allow to develop recommendations on arrangement of Parking spaces in Metropolitan areas, and thus make the city more adapted for large number of vehicles.

**Keywords:** Parking space, large cities, metropolis, congestion, road network, paid Parking.

Существующая ситуация, сложившаяся с парковочным пространством в мегаполисах, связанная с резким ростом уровня автомобилизации привела к значительному увеличению нагрузки на улично-дорожную сеть мегаполисов. Отсутствие достаточного количества парковочных мест, особенно в центральных частях, вызвало резкое возрастание нагрузки на проезжую часть и прилегающие территории. Такая ситуация приводит к возрастанию количества дорожно-транспортных происшествий, увеличению количества заторов, транспортной напряженности в мегаполисах. Так же осложняет ситуацию сложившаяся застройка исторического центра, когда проектирование улично-дорожной сети было рассчитано на меньшее количество автотранспорта. Застройка центральной части торговыми и офисными зданиями и отсутствием достаточного количества парковочных мест приводит к тому, что автомобилисты начинают парковать свой транспорт на дворовой территории.

Основными направлениями для снижения нагрузки на улично-дорожную сеть крупных городов является развитие парковочного пространства мегаполисов с учетом сложившейся топологии городов. При этом необходимо уделять внимание не только улично-дорожной сети, анализу возможных вариантов развития транспортной сети, но и дворовым территориям, то есть рассматривает мегаполис в полном объеме, а не только наиболее напряженные участки.

Анализ исследований направленных на анализ и разработку возможных вариантов обустройства улично-дорожной сети, участков перспективного развития, дворовых территорий с точки зрения увеличения количества парковочных мест показал, что в основном рассматриваются методы позволяющие произвести обустройство исследуемых территорий направленные на повышения уровня удобств участников дорожного движения, но при этом не учитываются пешеходы и пассажиры. При рассмотрении дворовых территорий основной упор направлен на, не уменьшая территории дворов, а в некоторых случаях даже увеличивая ее, за счет рационального использования сложившейся застройки.

Используя анализ топологии мегаполиса можно определить места для введения повременной оплаты, мест расположения перехватывающих парковок, а также разработать предложения по изменению организации дорожного движения. При планировании парковочных мест на улично-дорожной сети необходимо уделить больше внимания рассмотрению вариантов использования участков с повременной оплатой, а также обеспечения достаточного количества бесплатных парковочных мест, особенно у социально-значимых объектов и мест досугового притяжения. При этом введение информационных систем позволит повысить информативность как водителей, так и других участников дорожного движения, что приведет к более равномерному заполнению парковочных мест, и снизит хаотичность движения при поиске мест парковки, а также снизит количество дорожно-транспортных происшествий.

При реализации предложенных мероприятий будет оптимизировано парковочное пространство мегаполиса, разработана имитационная модель, предложены мероприятия по введению платных парковочных мест и разработаны предложения по обустройству стоянок как на улично-дорожной сети, так и внутри домовых территорий. Это позволит увеличить количество парковочных мест, оптимизировать существующие парковки и снизить

транспортную напряженность в центральных частях мегаполисов. Полученные результаты позволят создать модель которая будет учитывать основных параметры функционирования парковочного пространства мегаполисов, интенсивность движения на улично-дорожной сети, сложившуюся топологию мегаполиса, транспортную подвижность населения, уровень загруженности центральной части города, а так же места притяжения как автотранспорта так и пешеходов.

Разработка методики которая позволит учитывать и перераспределение части транспорта на перехватывающие парковки, рациональное размещение платных парковочных мест, учет направлений движения пешеходов, удобства для пассажиров с учетом сложившейся топологии города позволит разработать рекомендации по обустройству парковочного пространства в мегаполисах, и при этом сделать город более приспособленным для большого количества транспортных средств.

### Список литературы

1. О целесообразности строительства в городах стоянок автотранспорта «PARK-AND-RIDE» / В. П. Белокуров, Э. Ю. Гукетлев, С. В. Пустовалов, Р. А. Сподарев // Бюллетень транспортной информации. - 2017. - № 7. - С. 28-30. - Библиогр.: с. 28.
2. Метод повышения безопасности движения городского пассажирского транспорта / Э. Н. Бусарин, Д. В. Лихачев, А. Ю. Артемов, Р. А. Сподарев // Новітні технології в автомобілебудуванні, транспорті і при підготовці фахівців : наукові праці Міжнародної науково-практичної та науково-методичної конференції присвяченої 85-річчю кафедри автомобілів, та 100-річчю з Дня народження професора А. Б. Гредескула, 20-21 жовтня 2016 р. - Харків, 2016. - С. 68.
3. Моделирование рациональной маршрутной транспортной сети крупных городов / Р. А. Сподарев, Э. Ю. Гукетлев, С. В. Пустовалов, В. П. Белокуров // Организация и безопасность дорожного движения : материалы 10 Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения д-р техн. наук, профессора Л.Г. Резника, 16 марта 2017 г., Тюмень / отв. ред. Д. А. Захаров. - Тюмень : ТИУ, 2017. - Т. 2. - С. 305-309.

4. Формирование маршрутной транспортной сети пассажирского транспорта крупных городов / В. П. Белокуров, Э. Н. Бусарин, Р. А. Сподарев, Э. Ю. Гукетлев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. - Воронеж, 2016. - № 5, ч. 3 (25-3). - С. 22-25. - Всероссийская научно-техническая конференция «Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта и пути их решения на основе современных информационно-коммуникационных и энергосберегающих технологий» (грант № 16-08-20574), Воронеж, 14-15 ноября 2016 г. - Библиогр.: с. 25.

5. Анализ условий использования методов многокритериальной оптимизации для моделирования автотранспортных потоков / В. П. Белокуров, С. В. Белокуров, Э. Ю. Гукетлев, Р. А. Сподарев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика : сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. - Воронеж, 2016. - № 5, ч. 3 (25-3). - С. 15-20. - Всероссийская научно-техническая конференция «Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта и пути их решения на основе современных информационно-коммуникационных и энергосберегающих технологий» (грант № 16-08-20574), Воронеж, 14-15 ноября 2016 г. - Библиогр.: с. 20-21.

6. Анализ методов получения и обработки информации о безопасности движения в сфере автотранспортного обслуживания населения / Е. В. Шаталов, В. А. Зеликов, Р. А. Сподарев, Е. Н. Еркнапешян // Организация и безопасность дорожного движения : материалы 8 Всероссийской научно-практической конференции, 12 марта 2015 г. / отв. ред. Д. А. Захаров ; Тюменский государственный нефтегазовый университет, Управление ГИБДД УМВД России по Тюменской области. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. - С. 296-303. - Библиогр.: с. 303.

## References

1. O tselesoobraznosti stroytel'stva v horodakh stoyanok avtotransporta «PARK-AND-RIDE» / V. P. Belokurov, É. YU. Huketlev, S. V. Pustovalov, R. A. Spodarev // Byulleten' transportnoy ynformatsyy. - 2017. - № 7. - S. 28-30. - Byblyohr.: s. 28.

2. Metod povyshenyya bezopasnosti dvyzhenyya horodskoho passazhyrskoho transporta / É. N. Busaryn, D. V. Lykhachev, A. YU. Artemov, R. A. Spodarev // Novitni tekhnolohiyi v avtomobilebuduvanni, transporti i pry pidhotovtsi fakhivtsiv : naukovi pratsi Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi ta naukovo-metodychnoyi konferentsiyi prysvyachenoyi 85-pichchyu kafedry avtomobiliv, ta 100-richchyu z Dnya narozhdennya profesora A. B. Hredeskula, 20-21 zhovtnya 2016 r. - Kharkiv, 2016. - S. 68.

3. Modelyrovanye ratsyonal'noy marshrutnoy transportnoy sety krupnykh horodov / R. A. Spodarev, É. YU. Huketlev, S. V. Pustovalov, V. P. Belokurov //

Orhanyzatsyya y bezopasnost' dorozhnoho dvyzhenyya : materyaly 10 Mezhdunarodnoy nauchno-praktycheskoy konferentsyy, posvyashchennoy 85-letyyu so dnya rozhdenyya d-r tekhn. nauk, professora L. H. Reznika, 16 marta 2017 h., Tyumen' / otv. red. D. A. Zakharov. - Tyumen' : TYU, 2017. - T. 2. - S. 305-309.

4. Formyrovanye marshrutnoy transportnoy sety passazhyrskoho transporta krupnykh horodov / V. P. Belokurov, É. N. Busaryn, R. A. Spodarev, É. YU. Huketlev // Aktual'nye napravlenyya nauchnykh yssledovaniy XXI veka: teoriya y praktika : sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-praktycheskoy konferentsyy. - Voronezh, 2016. - № 5, ch. 3 (25-3). - S. 22-25. - Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsyya «Problemy éksploatatsyy avtomobyl'noho transporta y puty ykh reshenyya na osnove sovremennykh ynformatsyonno-kommunikatsyonnykh y énergosberehayushchykh tekhnolohyy» (hrant № 16-08-20574), Voronezh, 14-15 noyabrya 2016 h. - Byblyohr.: s. 25.

5. Analiz uslovy yspol'zovaniya metodov mnogokryterial'noy optymizatsyy dlya modelirovaniya avtotransportnykh potokov / V. P. Belokurov, S. V. Belokurov, É. YU. Huketlev, R. A. Spodarev // Aktual'nye napravlenyya nauchnykh yssledovaniy XXI veka: teoriya y praktika : sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-praktycheskoy konferentsyy. - Voronezh, 2016. - № 5, ch. 3 (25-3). - S. 15-20. - Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsyya «Problemy éksploatatsyy avtomobyl'noho transporta y puty ykh reshenyya na osnove sovremennykh ynformatsyonno-kommunikatsyonnykh y énergosberehayushchykh tekhnolohyy» (hrant № 16-08-20574), Voronezh, 14-15 noyabrya 2016 h. - Byblyohr.: s. 20-21.

6. Analiz metodov polucheniya y obrabotky ynformatsyy o bezopasnosti dvyzhenyya v sfere avtotransportnoho obsluzhivaniya naselenyya / E. V. Shatalov, V. A. Zelykov, R. A. Spodarev, E. N. Erknepeshyan // Orhanyzatsyya y bezopasnost' dorozhnoho dvyzhenyya : materyaly 8 Vserossiyskoy nauchno-praktycheskoy konferentsyy, 12 marta 2015 h. / otv. red. D. A. Zakharov ; Tyumenskyy gosudarstvennyy neftekhimicheskyy univversitet, Upravlenye HYBDD UMVD Rossyy po Tyumenskoy oblasti. - Tyumen' : TyumHNHU, 2015. - S. 296-303. - Byblyohr.: s. 303.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_53-58  
УДК656.09

## **АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЗАРУБЕЖНЫХ МЕТОДИКАХ РАСЧЕТА СВЕТОФОРНОГО ЦИКЛА**

**Лихачев Д.В., Дорохин С.В., Артемов А.Ю.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,  
г. Воронеж, Россия*

Аннотация: в данной статье рассмотрены методы расчета светофорного цикла, используемые в зарубежных методиках расчета светофорного цикла.

**Ключевые слова:** регулируемый перекресток, светофорный цикл, транспортная задержка, параметры регулирования

## **ANALYSIS OF THE MAIN METHODS USED IN FOREIGN CALCULATION METHODSTRAFFIC LIGHT CYCLE**

**Likhachev D.V., Dorokhin S.V., Artemov A.Yu.**

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

Abstract: this article discusses the methods of calculating the traffic light cycle used in foreign methods of calculating the traffic light cycle.

**Keywords:** regulated intersection, traffic light cycle, traffic delay, regulation parameters

Зачастую, дорожно-транспортные происшествия на перекрестках оборудованных светофорной сигнализацией, происходит по причине неэффективной схемой организации, в частности в несогласованном распределении времени разрешающих и запрещающих тактов управления.

В европейских странах, в отличие от представления, принятого в Российской Федерации, имеется ряд подходов к расчету наиболее оптимальной

длительности светофорного цикла, которые зачастую могут приводить к различным результатам при наличии аналогичных входных параметров.

Зарубежные исследователи Стивен Дэй и Дэвид Балок [1] сравнили эффективность получаемых расчетных циклов, получаемым по методу Вебстера [2] и методу предложенном в руководстве HCM 2000 [3]. Из анализа работ данных исследователей видно, что расчеты из модели Вебстера и HCM 2000 обеспечивали основу для расчета разрешающих и запрещающих сигналов, но по результатам расчетов длина цикла при использовании данных подходов была различна, что влияло на изменение задержек в течение дня.

Еще одним зарубежным исследователем работы, которого заслуживают внимания это работы выполненные Дональдом Ченгом [4], в своих работах он сравнил модель длины минимальной задержки по Вебстеру и модель оптимального цикла по HCM 2000 и по результатам рекомендовал модель длины цикла экспоненциального типа, на основании использования двух рассмотренных подходов. Стремясь минимизировать время задержки на регулируемом перекрестке, в моделях оптимизации длины цикла использовались линейных или нелинейных методов регрессии и вероятностных подходов среди других [5-7], данный подход привел к отличной длительности циклов при использовании различных подходов ее определения.

Ко второму классу методов можно отнести метод, основанный на оптимизации длины цикла для насыщенного или перенасыщенного пересечения [8-10]. Анализ данных исследований позволяет увидеть методологию временного решения, которая учитывает весь период перенасыщения и модели дискретной динамической оптимизации. Оптимальная длина цикла и оптимальное зеленое время для каждого подхода были определены для случая двухфазного управления. На основе анализа данных исследований можно сделать вывод, что предлагаемая модель индекса производительности дискретного типа является более подходящей конструкцией для управления синхронизацией управляемого потока.

К третьему классу методов можно отнести метод, основанный на учете факторов выбросов, топлива и других факторов окружающей среды при разработке модели длины цикла [11-13]. В результате анализа данных исследований видна модель синхронизации сигнала, которая оптимизирует длину цикла сигнала и разрешающий сигнал, используя интегрированную оптимизацию качества потока, а именно - расхода топлива и выбросов. По результатам исследований можно сделать вывод, что когда длина цикла увеличивалась с 20 до 200 с, было оптимальное значение, соответствующее функции индекса производительности. Прослеживается зависимость, что скорость потока была больше, увеличивалась оптимальная длина цикла, соответствующая функции индекса производительности. Минусом данной модели является, что параметры модели сложны и труднодоступны и поэтому полезны только для целей изучения и не практичны в инженерной практике.

К четвертому классу методов можно отнести метод, основанный на моделировании и интеллектуальном алгоритме для оптимизации длины цикла или разработки модели длины цикла оптимизации [14-5]. Исследователи, в данном методе используя компьютерные программы и теоретический анализ, разработали модель с отсрочкой расчета сквозных и левоповоротных транспортных средств на кольцевой развязке. В результате анализа данного метода можно сделать вывод, что по результатам моделирования получен оптимальный метод расчета длины цикла, ориентированный на минимальную задержку, который подходит для мультиподхода, координированного с элементами управления круговым движением. В основе данного подхода лежит метод оптимизации стохастического сигнала на основе генетического алгоритма с использованием программы микроскопического моделирования CORSIM [16]. В соответствии с этим методом одновременно были оптимизированы длина цикла, отношение зеленого сигнала и разность фаз. Джейсон Ким [17] в своих исследованиях сравнивал эффективность между искусственной нейронной сетью и аналитическими моделями для



проектирования длительности цикла в реальном времени. По результатам исследования сделан вывод, что модель нейронных сетей обеспечивает оптимальную длину цикла, стабильно скорректированного на минимальное значение, максимальное значение и прирост цикла, в то время как аналитическая модель способствует перегрузке в определенных рабочих условиях.

Анализируя выше указанное, можно сделать вывод, что большинство зарубежных исследований посвящено расчету оптимальной длине цикла, но и видно, что в выше указанных подходах определения оптимальности расчетного цикла критерий будет различаться.

#### Список литературы

1. Дэй К. М., Буллок Д. М., Стурдевант Дж. Р. Показатели эффективности по продолжительности цикла: пересмотр и расширение фундаментальных основ // Отчет о транспортных исследованиях. – 2009. - Т. 2128. - с. 48-57.
2. Вебстер Ф. В. Настройки сигналов дорожного движения. - Лондон, Англия : Канцелярия Ее Величества, 1958.
3. Руководство по пропускной способности автомобильных дорог // TRB, Вашингтон, округ Колумбия, - 2000. – 1134 с.
4. Ченг Д., Тянь З. З., Мессер К. Дж. Разработка улучшенной модели продолжительности цикла по сравнению с методом быстрой оценки пропускной способности автомобильных дорог 2000 года // Журнал транспортной инженерии. -2005. - Т. 131,N 12. - с. 890-897.
5. Лан К. Дж. Новая формулировка оптимальной длины цикла для сигналов с предварительным временем на изолированных перекрестках // Журнал транспортной инженерии. 2004. - Т. 130, N 5/ - с. 637-647.
6. Хан Л. Д., Ли Дж.-М. Короткий или длинный - что лучше? Вероятностный подход к оптимизации продолжительности цикла // Отчет о транспортных исследованиях: Журнал Совета по транспортным исследованиям. – 2007. - Т. 2035. - с. 150-157.
7. У. Ма, Х. Ян, У. Пу, Лю Ю. Модели оптимизации синхронизации сигнала для двухступенчатого пешеходного перехода в середине квартала // Отчет о транспортных исследованиях, 2010. - Т. 2264. - с. 133-144.
8. Чанг Т. Х., Лин Дж.-Т. Оптимальное время подачи сигнала для пересыщенного перекрестка», Транспортные исследования, часть В: Методологические. – 2000. - Том 34, № 6. - с. 471-491.

9. Пута Р., Квадрифольо Л., Цехман Э. Сравнение подходов к оптимизации муравьиной колонии и генетического алгоритма для решения задач координации сигналов дорожного движения в условиях перенасыщения // Автоматизированное гражданское и инфраструктурное проектирование. – 2012. - Том 27, № 1. - с. 14-28.
10. Чжао Л., Пэн Х., Л. Ли, Ли, З. Алгоритм быстрой синхронизации сигналов для отдельных пересыщенных пересечений // Транзакции IEEE в интеллектуальных транспортных системах. – 2011. - Том 12, № 1. - с. 280-283.
13. Ма Д., Накамура Х. Оптимизация продолжительности цикла на изолированных перекрестках с сигнализацией с точки зрения выбросов // Исследования дорожного движения и транспорта. – 2010. - Т. 383. - с. 275-284.
14. Парк Б., Руфейл Н. М., Сакс Дж. Оценка метода оптимизации стохастического сигнала с использованием микросимуляции // Отчет о транспортных исследованиях. – 2001. - Т. 1748. - с. 40-45.
15. Ким Дж., Ли Дж., Чанг М. Сравнение производительности искусственной нейронной сети и аналитических моделей для расчета продолжительности цикла в реальном времени // Отчет о транспортных исследованиях: Журнал Совета по транспортным исследованиям. – 2006. - Т. 1988. - с. 102-115.
16. Котусевский, Г. А. Обзор программного обеспечения для моделирования дорожного движения / Г. Котусевский, К. А. Хавик. - Технический отчет CSTN-095, 23 июля 2009 года.
17. Ким Дж., Ли Дж., Чанг М. Сравнение производительности искусственной нейронной сети и аналитических моделей для расчета продолжительности цикла в реальном времени // Отчет о транспортных исследованиях: Журнал Совета по транспортным исследованиям. – 2006. - Т. 1988. - с. 102-115.

## References

1. Day C. M., Bullock D. M., Sturdevant J. R. Cycle-length performance measures: revisiting and extending fundamentals // Transportation Research Record. – 2009. - Vol. 2128. - pp. 48–57.
2. Webster, F. V Traffic Signal Settings. - London, England : Her Majesty's Stationery Office, 1958.
3. Highway Capacity Manual // TRB, Washington, DC, - 2000. – 1134 p.
4. Cheng D., Tian Z. Z., Messer C. J. Development of an improved cycle length model over the Highway Capacity Manual 2000 Quick Estimation Method // Journal of Transportation Engineering. -2005. - Vol. 131,N 12. - pp. 890–897.
5. Lan C. J. New optimal cycle length formulation for pretimed signals at isolated intersections // Journal of Transportation Engineering. 2004. - Vol. 130, N 5/ - pp. 637–647.

6. Han L. D., Li J.-M. Short or long-which is better? Probabilistic approach to cycle length optimization // *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.* – 2007. - Vol. 2035. - pp. 150–157.
7. W. Ma, X. Yang, W. Pu, Liu Y. Signal timing optimization models for two-stage midblock pedestrian crossing // *Transportation Research Record*, 2010. - Vol. 2264. - pp. 133–144.
8. Chang T. H., Lin J.-T. Optimal signal timing for an oversaturated intersection», *Transportation Research Part B: Methodological.* – 2000. - Vol. 34, no. 6. - pp. 471-491.
9. Putha R., Quadrifoglio L., Zechman E. Comparing ant colony optimization and genetic algorithm approaches for solving traffic signal coordination under oversaturation conditions // *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering.* – 2012. - Vol. 27, no. 1. - pp. 14–28.
10. Zhao L., Peng X., L. Li, Li, Z. A fast signal timing algorithm for individual oversaturated intersections // *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems.* – 2011. - Vol. 12, no. 1. - pp. 280–283.
11. H. Li, D. Wang, Z. Qu, Research on the optimal method of cycle length for signalized intersection // *Proceedings of the 8th International Conference on Applications of Advanced Technologies in Transportaion Engineering*, May 2004. - pp. 371–376.
12. X. Li, G. Li, S.-S. Pang, X. Yang, and J. Tian, Signal timing of intersections using integrated optimization of traffic quality, emissions and fuel consumption: a note // *Transportation Research Part D: Transport and Environment.* – 2004. - Vol. 9, no. 5. - pp. 401–407.
13. Ma D., Nakamura H. Cycle length optimization at isolated signalized intersections from the viewpoint of emission // *Traffic and Transportation Studies.* – 2010. - Vol. 383. - pp. 275–284.
14. Park B., Roupail N. M., Sacks J. Assessment of stochastic signal optimization method using microsimulation // *Transportation Research Record.* – 2001. - Vol. 1748. - pp. 40-45.
15. Kim J., Lee J., Chang M. Performance comparison between artificial neural network and analytical models for real-time cycle length design // *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.* – 2006. - Vol. 1988. - pp. 102-115.
16. Kotusevski, G. A. Review of Traffic Simulation Software / G. Kotusevski, K. A. Hawick. - Technical Report CSTN-095, july 23, 2009.
17. Kim J., Lee J., Chang M. Performance comparison between artificial neural network and analytical models for real-time cycle length design // *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.* – 2006. - Vol. 1988. - pp. 102-115.

## АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ

**Зеликов В.А., Струков Ю.В., Разгоняева В.В., Ширяев С.А.,  
Казачек М.Н.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»*

*г. Воронеж, Россия*

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный  
технический университет»*

*г. Волгоград, Россия*

**Аннотация.** В статье представлен анализ применяемых в настоящее время на автомобильных дорогах дорожных ограждений. Рассмотрена деформация дорожного ограждения, определяемая по динамическому прогибу и рабочей ширине. Описано влияние конструкции дорожных ограждений на тяжесть столкновения мотоциклистов с ограждением.

**Ключевые слова:** дорожное ограждение, транспортное средство, дорожно-транспортное происшествие, безопасность дорожного движения, уровень удерживающей способности, динамический прогиб, рабочая ширина, коэффициент трения

## ANALYSIS OF THE APPLICATION OF ROAD BARRIERS

**Zelikov V.A., Strukov Yu.V., Razgonyaeva V.V., Shiryayev S.A.,  
Kazachek M.N.**

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

*Volgograd state technical university, Volgograd, Russia*

**Annotation.** The article presents an analysis of road barriers currently used on highways. The deformation of the road barrier, determined by the dynamic deflection and working width, is considered. The influence of the design of road barriers on the severity of the collision of motorcyclists with the barrier is described.

**Keywords:** road barrier, vehicle, traffic accident, traffic safety, holding capacity level, dynamic deflection, working width, coefficient of friction

Наряду с увеличением интенсивности дорожного движения все более важным становится вопрос безопасности дорожного движения, требующий дальнейшего внимания со стороны всех организаций. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП), как правило, происходят из-за отклонения транспортного средства от намеченного направления движения. Если водитель теряет внимание, но автомобиль остается управляемым, наличие шумовых полос вдоль осевых линий и внешних краев проезжей части автомобильных дорог поможет исправить возникшую ситуацию. Это эффективная и относительно недорогая система установки, которая может снизить количество ДТП примерно на 15 %. Однако, если транспортное средство потеряло управление, большую роль в уменьшении последствий тяжести ДТП играют дорожные ограждения.

Для уменьшения количества ДТП и повышения общей безопасности дорожного движения требуется аудит показателей безопасности, который доказал свою эффективность в повышении безопасности дорожного движения. Аудит показателей безопасности во многих странах подтверждает, что барьерные дорожные системы, установленные с соблюдением необходимых требований, повышают безопасность дорожного движения. Также необходимо ввести более жесткие требования и пересмотреть стандарты.

Дорожные ограждения используются для разделения встречных транспортных потоков, изоляции объектов на обочине (деревьев, зданий, водоемов и др.) от возможного взаимодействия с транспортным средством, предотвращения доступа людей, животных к проезжей части [1].

По своему назначению ограждения делятся на два основных типа – гибкие системы и жесткие системы. В некоторых случаях встречается и обозначение полужестких систем. В результате столкновения транспортных средств гибкие ограждения претерпевают остаточные деформации. Энергия столкновения поглощается как преградой (деформация дорожного ограждения), так и транспортным средством (деформация транспортного средства).

Гибкие ограждения обычно изготавливают из стали или другого деформируемого материала (например, алюминия).

Жесткие ограждения претерпевают незначительную деформацию в результате столкновения транспортных средств. Энергия столкновения рассеивается на деформацию транспортного средства, перемещение элементов ограждения, трение между транспортным средством и ограждением, а также подъем транспортного средства на ограждение.

Выбор дорожного ограждения в первую очередь основывается на технических требованиях, а также на его внешнем виде. В национальных парках или вдоль живописных дорог желательно, чтобы дорожные ограждения выглядели максимально естественно и вписывались в окружающую среду. В качестве альтернативы можно выбрать ограждения из композитных материалов как безопасную, энергопоглощающую, более легкую, простую в установке, более долговечную и экономически конкурентоспособную альтернативу существующим стальным ограждениям.

Тросовые ограждения представляют собой экономичные и гибкие системы, которые вызывают меньшую силу удара, чем бетонные барьеры, и их легче обслуживать, чем ограждения с W-образными стальными балками. Однако для поддержания ограждения в работоспособном состоянии необходимо постоянно следить за натяжением тросов.

Наиболее распространенным дорожным ограждением является стальное ограждение с W-образной балкой, свойства которого могут меняться в зависимости от высоты.

Жесткие системы – бетонные барьеры – являются вторым наиболее часто используемым типом ограждений. Они предлагают временное решение или используются там, где ширина дороги и деформация ограждения ограничены.

Переносные водоналивные дорожные барьеры в качестве полужестких ограждений также могут использоваться на участках дорожных работ.

Основным преимуществом такого вида является простота транспортировки и монтажа.

В случае столкновения, основная цель дорожного ограждения состоит в том, чтобы удержать транспортные средства при взаимодействии с ограждением и медленно рассеивать кинетическую энергию на максимально возможной поверхности ограждения. Это предотвратит относительно резкие перегрузки для людей в транспортном средстве. После столкновения с дорожным ограждением автомобиль должен скользить вдоль ограждения или вернуться на полосу движения до полной остановки. Важно не допустить нависания автомобиля над ограждением.

На дорогах общего пользования в различных странах дорожные ограждения устанавливаются в соответствии со стандартами. В стандартах отражаются основные критерии: уровень удерживающей способности и уровень деформации, выраженные рабочей шириной и динамическим прогибом. Критерии основаны на результатах испытаний, которые подтверждают способность дорожного ограждения поглощать ударную нагрузку наехавшего автомобиля.

В случае взаимодействия, дорожное ограждение должно удерживать транспортное средство. Ограждение не должно распадаться на части, отрываться от опор или выбрасываться на проезжую часть, где возможно его столкновение с другими транспортными средствами или участниками дорожного движения. В зависимости от уровня опасности участка дороги дорожные ограждения должны иметь разные уровни удерживающей способности.

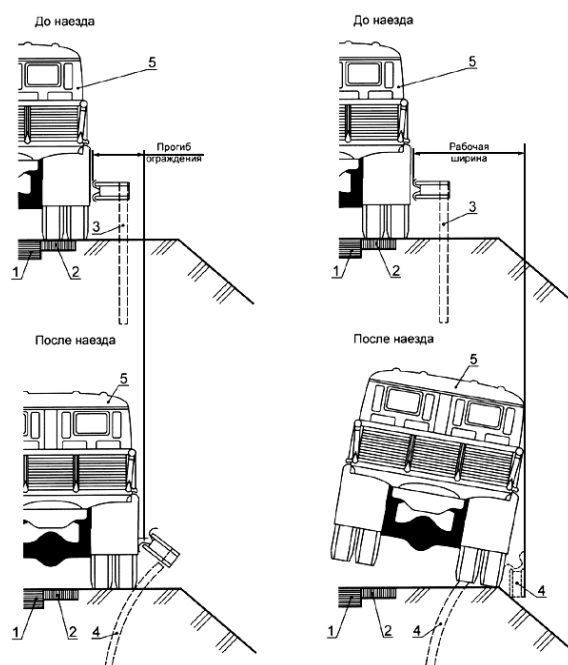
Уровень удерживающей способности дорожного ограждения может быть любым: от низкого до очень высокого. При низком уровне защиты барьер должен выдержать столкновение с автомобилем массой 1300 кг, движущимся со скоростью 80 км/ч, и углом столкновения 8°. При очень высоком уровне

защиты барьер должен выдерживать столкновение грузовика массой до 38000 кг на скорости 65 км/ч и под углом 20°.

Необходимый для конкретных условий уровень удерживающей способности дорожного ограждения определяется исходя из разрешенной скорости движения транспортных средств, интенсивности движения, рельефа местности и других критериев.

Низкий уровень удерживающей способности дорожного ограждения используется там, где требуются временные ограждения безопасности, например, в местах проведения дорожных работ. При необходимости временные дорожные ограждения также могут иметь более высокий уровень удержания.

При столкновении автомобиля с ограждением часть кинетической энергии, поглощаемой ограждением, идет на деформацию и перемещение ограждения. Деформация дорожного ограждения определяется по динамическому прогибу и рабочей ширине, рисунок 1.



1 - проезжая часть; 2 - укрепительная полоса; 3 - недеформированное ограждение;  
4 - деформированное ограждение; 5 - транспортное средство

Рисунок 1. Динамический прогиб и рабочая ширина ограждения



Для установки дорожного ограждения требуется достаточное пространство на обочине автомобильной дороги, так как дорожные ограждения оказывают влияние на характер движения автомобилей [2].

Риск получения травм в основном определяется силой торможения водителя и пассажиров. Тяжесть удара оценивается индексом тяжести ускорения и индексом теоретической скорости удара головой. Тяжесть удара классифицируется по трем уровням – А, В и С. Уровень А обеспечивает более высокую степень безопасности, чем уровень В, который, в свою очередь, выше уровня С. Маловероятно, что уровень А и уровень В причинят вред пассажирам и водителю. Однако тяжесть удара уровня С приведет к травмам, поэтому ограждения, ведущие к нежелательным результатам, используются достаточно редко.

Во многих ДТП с участием одного транспортного средства регистрируются более высокие скорости движения. В таких случаях дорожные ограждения испытывают относительно большие нагрузки, поэтому вопрос технических требований к барьерам является критическим. Для систем ограждений с W-образными балками грунт является важным фактором, так как в нем закрепляются опоры ограждения. Дорожное ограждение может не изменить траекторию движения транспортного средства, если опоры ограждения установлены в мягкий грунт. Снижение высоты дорожного ограждения на 40 - 50 мм (например, обновленное дорожное покрытие с дополнительным слоем асфальта) все еще может перенаправлять большие внедорожники, но дальнейшее снижение до 60 мм может привести к тому, что транспортные средства переедут через ограждение.

Эффективность W-образного ограждения зависит от места, где автомобиль соприкасается с планкой – сталкивается ли автомобиль с ограждением на большом расстоянии между стойками или в непосредственной близости от стойки. С целью повышения уровня удерживающей способности W-балки и уменьшения деформаций ограждения было разработано ограждение,

оснащенное резиновыми демпферами и пластинчатыми амортизаторами. Следует отметить, что эта барьерная система увеличивает как стоимость, так и общий вес.

Для бетонного ограждения улучшают состав бетона, делая его достаточно стойким к ударам и в то же время рассыпающимся в момент столкновения, поглощая часть энергии транспортного средства, а также в момент рассыпания ограждения на осколки размером менее 5 мм, его элементы не представляют опасности для других участников движения. Кроме того, в бетон добавляют переработанные отходы – шинную резину, что снижает общий вес ограждения.

Критерии безопасности для ограждений были разработаны в первую очередь для автомобилей и более тяжелых транспортных средств, а не для мотоциклов, и оба типа дорожных ограждений - ограждения с W-образными балками и бетонные ограждения - вызывают особенно тяжелые травмы мотоциклистов. При столкновении с ограждением у мотоциклиста в 10 раз больше шансов погибнуть, чем у людей в автомобиле.

Статистические данные показывают, что 60 % смертельных случаев мотоциклистов были связаны со столкновениями с W-образными балками и 5 % со столкновениями с бетонными ограждениями. Поскольку в исследования не включены данные о столкновениях мотоциклистов с препятствиями, при которых мотоциклист выживает, невозможно оценить влияние конструкции ограждения на столкновения мотоциклистов с препятствиями. Для снижения потерь мотоциклистов структура ограждения важнее, чем поглощение энергии. Важно, чтобы мотоциклист, падающий и скользящий по полосе движения, не зацепился за стойки крепления ограждения. В этом случае, поскольку бетонное ограждение представляет собой сплошную систему без зазоров, оно имеет преимущество по сравнению с Ш-образным ограждением, где мотоциклист зацепляется за стойки крепления ограждения.

Следует отметить, что в случае столкновения обе барьерные системы (бетонное ограждение и стальное ограждение) имеют относительно большую

разницу в коэффициентах трения. Коэффициент трения между транспортным средством и бетонными ограждениями колеблется в пределах 0,7 - 0,8, а коэффициент трения между стальным ограждением и транспортным средством составляет 0,3 и менее. Эта разница в коэффициентах трения может оказать существенное влияние на механизм ДТП. При столкновении автомобиля со стальным ограждением может наблюдаться столкновение более скользящего характера, в результате чего на автомобиль действуют меньшие силы вращения по сравнению со столкновением с бетонным ограждением.

Наряду с обеспечением безопасности дорожного движения учитываются затраты на строительство и содержание дорог. Дорожные ограждения спроектированы таким образом, чтобы после столкновения их повреждения были минимальными, а поврежденные части ограждения можно было относительно быстро заменить с минимальными затратами средств [3].

Дорожные ограждения для перенаправления вышедших из-под контроля транспортных средств на дороге претерпевают ряд усовершенствований. Необходимы как постоянные, так и временные дорожные ограждения. Необходимость ремонта дорожного покрытия требует применения временных ограждений. Они сделаны из композитных материалов, чтобы упростить установку. Независимо от изменения типа дорожного ограждения и его настройки необходимо оценивать влияние трения между различными ограждениями и транспортными средствами. Так как это оказывает влияние на движение автомобиля после столкновения.

#### Список литературы

1. Беженцев А. А. Безопасность дорожного движения : учеб. пособие / А.А. Беженцев. – М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. — 272 с. – ЭБС "Знаниум".
2. Струков Ю.В. Анализ стеснения движения автомобилей на автомобильных дорогах / Ю.В. Струков, В.А. Зеликов, Г.А. Денисов, В.В. Разгоняева // Организация и безопасность дорожного движения: материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Тюмень, 2019. – С. 137-142.

3. Traffic Safety as a Factor of Competitiveness of Economic System and a Reason for Increase of Differentiation of Developed and Developing Countries: Management on the Basis of New ICT / V. A. Zelikov, Y. V. Strukov, V. V. Razgonyeva, R. A. Korablev, A. Y. Artemov // The Future of the Global Financial System: Downfall or Harmony : Proceedings Paper of International Conference, Limassol, Cyprus, 13-14.04.2018 / editor E. G. Popkova. - Springer International Publishing AG, 2019. - Vol. 57.-P.161-165.

### References

1. Bezhentsev A. A. Road safety [Electronic resource] : textbook manual. M. : University textbook : INFRA-M, 2018. — 272 p. - EBS "Znanium".
2. Strukov Yu.V. Analysis of the constraint of the movement of cars on highways / Yu.V. Strukov, V.A. Zelikov, G.A. Denisov, V.V. Razgonyaeva // Organization and safety of road traffic: materials of the XII National scientific and practical conference with international participation. – Tyumen, 2019. – pp. 137-142.
3. Traffic Safety as a Factor of Competitiveness of Economic System and a Reason for Increase of Differentiation of Developed and Developing Countries: Management on the Basis of New ICT / V. A. Zelikov, Y. V. Strukov, V. V. Razgonyeva, R. A. Korablev, A. Y. Artemov // The Future of the Global Financial System: Downfall or Harmony : Proceedings Paper of International Conference, Limassol, Cyprus, 13-14.04.2018 / editor E. G. Popkova. - Springer International Publishing AG, 2019. - Vol. 57.-P.161-165.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_68-75  
УДК 656.09

## **ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПРОГРАММ КООРДИНАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ**

**Артемов А.Ю., Дорохин С.В., Лихачев Д.В.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Принудительное управление транспортными потоками с помощью автоматизированных средств управления, таких как светофоры, остается актуальным и зачастую единственным. В связи с перенасыщением транспортных потоков, с которым сегодня сталкиваются многие города мира, особое внимание уделяется эффективному управлению и разработке новых оптимальных методов управления, позволяющих транспортным средствам проходить через регулируемое пересечение, как можно быстрее. Одним из альтернативных вариантов, способных повысить эффективность управления в среднем на 20%, является внедрение координированного управления транспортными потоками. В представленном материале проводится анализ различных подходов к расчету методов координированного управления.

**Ключевые слова:** управление транспортными потоками, светофорное регулирование, методы координированного управления, цикл светофорного регулирования.

## **ASSESSMENT OF EXISTING METHODS FOR CALCULATING COORDINATION PROGRAMS FOR TRAFFIC MANAGEMENT**

**Artemov A.Y., Dorokhin S.V., Likhachev D.V.**

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

**Annotation.** Forced traffic flow management using automated controls, such as traffic lights, remains relevant and often the only one. Due to the oversaturation of transport traffic, which many cities of the world are facing today, special attention is paid to effective management and the development of new optimal management methods in order to allow vehicles to pass through a regulated section of the road network as much as possible. One of the alternative options that can increase the efficiency of management by up to 20% on average is the introduction of coordinated

management. The presented material provides an analysis of various approaches to the calculation of coordination plans.

**Keywords:** traffic flow management, traffic light regulation, coordinated control methods, traffic light regulation cycle.

В зарубежной практике многие специалисты в области моделирования дорожного движения руководствуются требованиями и используют расчетные методы для определения необходимых программ согласования регулируемого участка, подробно изложенных в HCM (Highway Capacity Manual). HCM - зарубежное руководство по оценке пропускной способности автомагистралей, в одном из разделов которого рассматриваются методы активного управления дорожным движением по отношению к пропускной способности, а именно рассматриваются основные принципы и методы расчета программ координированного управления, применяемых при управлении транспортными потоками с использованием светофорного регулирования. Это руководство периодически публикуется с 1950 года и разрабатывается Советом по исследованиям в области транспорта США при Университете Флориды [1].

С целью отражения основных принципов расчета программ координированного управления, используемых сегодня в современной практике [2-10], оценим процедуру расчета длительности фаз цикла светофорного регулирования.

Согласно принципам, отраженным в HCM 2016 [1], продолжительность активной фазы состоит из пяти временных периодов, как показано в (1):

$$D_p = l_1 + g_s + g_e + Y + R_C, \quad (1)$$

где

$D_p$  – продолжительность фазы, с;

$l_1$  – время простоя при включении разрешающего сигнала, с (обычно принимают за постоянное значение 2 с.);

$g_s$  – время выезда накопленной очереди автомобилей, с;

$g_e$  – время продления разрешающего сигнала, с;

$Y$ —продолжительность желтого сигнала, с;

$R_C$ — продолжительность красного сигнала светофора, с.

Первый период представляет собой потерянное время, пока очередь реагирует на изменение сигнала светофора на зеленый. Второй интервал представляет собой эффективное время горения зеленого сигнала, связанное с выездом из очереди накопленных автомобилей. Третий период представляет собой время, в течение которого зеленый сигнал расширяется из-за случайного появления транспортных средств. Он заканчивается, когда есть перерыв в движении. Четвертый период представляет собой интервал горения желтого сигнала светофора, а последний период представляет собой интервал горения красного сигнала светофора.

При расчете продолжительности фаз регулирования в зарубежной практике выделяют два их вида — согласованную продолжительность и несогласованную продолжительность.

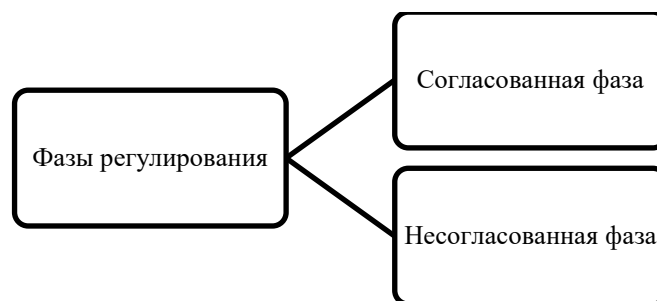


Рисунок 1 – Разнообразие этапов контроля в соответствии с HCM 2016

Продолжительность согласованной фазы управления определяется продолжительностью цикла и настройками принудительного отключения для несогласованных фаз. Эти настройки определяются так называемыми точками в цикле, в которых должна заканчиваться каждая несогласованная (несогласованная) фаза. Настройки принудительного отключения используются для обеспечения того, чтобы совпадающие фазы получали зеленую индикацию в определенное время цикла. Предположительно, это время синхронизируется с

согласованным временем фаз на соседних перекрестках, чтобы движение продолжалось по отрезку улицы. В общем случае продолжительность согласованной фазы равна продолжительности цикла за вычетом времени, отведенного на конфликтную фазу на том же участке, и меньше, чем время, отведенное для движения по второстепенным улицам.

Продолжительность несогласованной фазы определяется спросом на трафик почти так же, как и активной фазы. Однако продолжительность несогласованной фазы обычно ограничивается настройкой принудительного выключения (а не настройкой максимальной продолжительности зеленого сигнала).

При вводе согласованного управления, вида управления, при котором существует взаимосвязь между соседними пересечениями, расчет будет вестись для согласованных фаз. Выполним анализ основных параметров, которые будут учитываться при расчете такого типа фазы – согласованной. Одним из основных параметров здесь будет расширение разрешения сигнала –  $g_e$ .

Скорость вызова продления зеленого сигнала на согласованную фазу зависит от скорости потока групп полос, обслуживаемых фазой. Этот параметр представляет собой скорректированную скорость потока, что объясняет склонность водителей к формированию «связок» (т.е. произвольно сформированных задержек). Параметр разделения для фазы рассчитывается, как показано в уравнениях (2) – (4):

$$\lambda^* = \sum_{i=1}^m \lambda_i, \quad (2)$$

$$\lambda_i = \frac{\varphi_i q_i}{1 - \Delta_i q_i}, \quad (3)$$

$$\varphi_i = e^{-b_i \Delta_i q_i}, \quad (4)$$

где  $\lambda^*$  – параметр коннектора для фазы, машин/с;

$\lambda_i$  – параметр разделения для группы полос ( $i = 1, 2, \dots, n$ );

$\varphi_i$  – доля свободных (не сгруппированных) транспортных средств в группе полос движения;

$q_i$  – расход на входе для группы полос  $i = v_i / 3600$ ;



$v_i$  – разделение потока для группы полос  $i$  (автомобилей/час);

$\Delta_i$  – продолжительность прохождения потока сгруппированных транспортных средств в группе полос движения (обычно для однополосной группы принимают 1,5 с, в остальных случаях 0,5 с, с/автомобиль);

$m$  – количество групп диапазонов, обслуживаемых на согласованной фазе;

$b_i$  – коэффициент группировки для группы путей  $i$  (0,6, 0,5 и 0,8 для групп полос с 1, 2 и 3 и более полосами движения соответственно).

Используя уравнения (5) - (7), также полезно рассчитать следующие три переменные для каждой фазы управления. Эти переменные также используются для расчета времени продления зеленого сигнала:

$$\varphi^* = e^{-\sum_{i=1}^m b_i \Delta_i q_i}, \quad (5)$$

$$\Delta^* = \frac{\sum_{i=1}^m \lambda_i \Delta_i}{\lambda^*}, \quad (6)$$

$$q^* = \sum_{i=1}^m q_i, \quad (7)$$

где  $\varphi^*$  – суммарная доля свободных (не сгруппированных) автомобилей за фазу (десятичная дробь);

$\Delta^*$  – эквивалентное время в пути группового потока транспортных средств, обслуживаемых этапом;

$q^*$  – расход на входе для фазы.

Тогда появляется возможность определить время отправления накопившейся очереди автомобилей:

$$g_s = \frac{qC(1-P)}{\frac{s}{3,600} - qC(P/g)}, \quad (8)$$

где  $P$  – процент автомобилей, прибывших во время зеленого сигнала (десятичное число);

$s$  – то скорректированное потребление насыщения (автомобилей/ч/полоса).

При скоординированной работе точки останова в цикле используются для ограничения продолжительности несогласованных фаз. На самом деле режим по умолчанию в большинстве современных контроллеров – запретить максимальный зеленый сигнал, когда контроллер используется в согласованной

системе сигнализации. В этом подходе при согласованном управлении предполагается, что период разрешения начинается с достаточного предела, чтобы все конфликтующие потоки обслуживались последовательно в каждом цикле. Следует отметить, что современные контроллеры рассчитывают точки разделения и предел, используя введенные значения фаз.

В результате анализа, проведенного в рамках данной статьи, рассмотрены подходы к расчету циклов согласованного управления. Установлено, что зарубежная методика рассматривает вероятностный показатель, который не используется в отечественном подходе. Кроме того, рассчитывается несбалансированная фаза, т.е. фаза, которая не входит в координационный план, но при необходимости возможно выполнение оперативного вмешательства для включения в координационную программу. Также на этапе проектирования при расчете средней продолжительности разрешающего интервала рассчитывается средняя продолжительность контрольной фазы, которая в дальнейшем используется в расчете, это значение зависит от продолжительности левоповоротного потока, который также не учитывается в отечественной практике.

На основе выполненной работы определяются основные величины, необходимые для учета и последующего анализа в научно-исследовательских работах.

- вероятность;
- средняя продолжительность фазы.

При использовании существующих методов определения необходимых программ согласования отсутствует возможность оценки существующей транспортной ситуации, что не позволяет осуществлять гибкое управление, определяемое в качестве основного направления исследования.

Использование гибкого управления с возможностью оценки транспортной ситуации теперь возможно с помощью согласованного управления.

Установить согласованный контроль можно, выполнив соответствующий расчет с определением продолжительности режима контроля и сохранением кратности полученных значений. Такой вид контроля с использованием установленного вида в рамках данного исследования именуется расчетным методом.

### Список литературы

1. Руководство по пропускной способности автомобильных дорог: Руководство по анализу мультимодальной мобильности. 6-е изд. Совет по транспортным исследованиям, Вашингтон, округ Колумбия, 2016
2. А. Новиков, И. Новиков, А. Шевцова Исследование влияния типа и состояния дорожного покрытия на параметры сигнализируемого перекрестка. Процедура транспортных исследований. 2018. Том 36. С. 548-555.
3. А. Новиков, С. Глаголев, И. Новиков, А. Шевцова Информационные технологии и управление транспортными системами Разработка подхода к оценке адаптации транспортной модели перекрестка. Серия конференций IOP: Материаловедение и Инженерия эта ссылка отключена, 2019, Том 632(1), с. 012052.
4. Д. Фахардо, Т. Ау, С.Т. Уоллер, П. Стоун, Д. Ян автоматическое управление перекрестками. Отчет о транспортных исследованиях: Журнал Совета по транспортным исследованиям, 2011. Том 2259, с. 223-232
5. В. А. Зеликов, Г.А. Денисов, С.В. Дорохин, В.В. Разгоняева, Н.В. Зеликова. Совершенствование действующей редакции Правил дорожного движения Российской Федерации как перспективный подход к обеспечению безопасности дорожного движения. Исследования в области вычислительного интеллекта. 2019. Том 826. с. 1081-1088.
6. Е.А. Волков, И.А. Новиков, Н.А. Щетинин, С.В. Дорохин, В.А. Зеликов. Математическое моделирование рабочих операций дорожно-строительных машин на основе коэффициентов производительности. Журнал инженерных и прикладных наук ARPN. 2018. Том 13. (6). С. 2353-2357.
7. Л. Ли, Д. Вэнь, Д. Яо. Обзор управления дорожным движением с использованием средств автомобильной связи. Транзакции IEEE по интеллектуальным транспортным системам. 2014. Том 15 (1), с. 425-432
8. А. Новиков, И. Новиков, А. Шевцова. Моделирование светофорной сигнализации в зависимости от качества транспортного потока в городе. Журнал прикладной инженерной науки. 2019. Том 17. (2). С. 175-181.
9. А. Остроух, Ю. Нуруев, Д. Ефименко, С. Жанказиев, Д. Мороз Автоматизированная система диспетчерского управления мобильными бетоносмесительными установками. Журнал инженерных и прикладных наук ARPN. 2016. Том 11. № 11. С. 6733-6736.

10. К. Дрезнер, П. Стоун многоагентный подход к автономному управлению перекрестками. Журнали исследований искусственного интеллекта. 2008. Том 31, с. 591-656.

## References

1. Highway Capacity Manual: A Guide to Multimodal Mobility Analysis. 6th ed. Transportation Research Board, Washington, D.C., 2016
2. A. Novikov, I. Novikov, A. Shevtsova Study of the impact of type and condition of the road surface on parameters of signalized intersection. Transportation Research Procedia. 2018. Vol. 36. pp. 548-555.
3. A. Novikov, S. Glagolev, I. Novikov, A. Shevtsova Information technologies and management of transport systems development of the approach to assessing adaptation of the intersection transport model. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering this link is disabled, 2019, Vol. 632(1), pp. 012052.
4. D. Fajardo, T. Au, S.T. Waller, P. Stone, D. Yang Automated intersection control. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2011. Vol. 2259, pp. 223-232
5. V. A. Zelikov, G.A. Denisov, S.V. Dorokhin, V.V. Razgonyaeva, N.V. Zelikova Improvement of the current version of road traffic regulations of the Russian federation as a promising approach to road safety. Studies in Computational Intelligence. 2019. Vol. 826. pp. 1081-1088.
6. E.A. Volkov, I.A. Novikov, N.A. Shchetinin, S.V. Dorokhin, V.A. Zelikov. Mathematical modeling of working operations for the road-building machines based on performance factors. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. Vol. 13. (6). pp. 2353-2357.
7. L. Li, D. Wen, D. Yao. A survey of traffic control with vehicular communications. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2014. Vol. 15 (1), pp. 425-432
8. A. Novikov, I. Novikov, A. Shevtsova. Modeling of traffic-light signalization depending on the quality of traffic flow in the city. Journal of Applied Engineering Science. 2019. Vol. 17. (2). pp. 175-181.
9. A. Ostroukh, Y. Nuruev, D. Ephimenko, S. Zhankaziev, D. Moroz Automated dispatching control system of the mobile concrete batching plants. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. Vol. 11. № 11. pp. 6733-6736.
10. K.. Dresner, P. Stone A multiagent approach to autonomous intersection management. Journal of Artificial Intelligence Research. 2008. Vol. 31, pp. 591-656.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_76-83

УДК 656.029

## ТРАНСПОРТНАЯ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ ВОРОНЕЖА

Штепа А.А.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
им. Г.Ф. Морозова» г. Воронеж, Россия*

Аннотация: тезисно рассмотрены транспортные, социальные и экономические вопросы городской агломерации Воронежа.

**Ключевые слова:** анализ, транспортная инфраструктура, перевозка, показатель, транспорт.

## TRANSPORT AND SOCIO-ECONOMIC CHARACTERISTICS OF THE URBAN AGGLOMERATION OF VORONEZH

Shtepa A.A.

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

Abstract: transport, social and economic issues of the Voronezh urban agglomeration are considered in thesis.

**Keywords:** analysis, transport infrastructure, transportation, indicator, transport.

В разные периоды динамика развития городской агломерации Воронежа испытывало существенные изменения, которые в настоящее время позволили городу войти в число пятнадцати крупнейших городов Российской Федерации. Несмотря на это темпы развития транспортной инфраструктуры имеют

диспропорцию с темпами автомобилизации города, что несомненно сказалось на социальном и экономическом развитии региона в целом.

Поскольку город Воронеж значительно превосходит другие областные центры Центрально-Черноземного региона по численности населения (ближайший город по численности населения Липецк – в 1,83 раза), то даже высокие абсолютные результаты не обеспечивают высокий балл по относительным показателям. И в настоящее время уровень и качество жизни населения, состояние социальной сферы и городской инфраструктуры по многим параметрам ниже среднероссийских показателей.

Однако, стоит отметить, что город сохраняет конкурентные преимущества, к которым, прежде всего, относятся общие масштабные характеристики и культурно-исторические традиции, научный и инновационный потенциал, высокоразвитая система образования. Несомненные преимущества характеризует природно-географическое положение.

Одним из показателей транспортного и социально-экономического развития городской агломерации Воронежа является численность его населения. Изменение численности населения служит показателем уровня жизни города, привлекательности территории для жизни, ведения культурной и деловой деятельности.

Социально-демографические показатели представлены на рис.1 и 2.

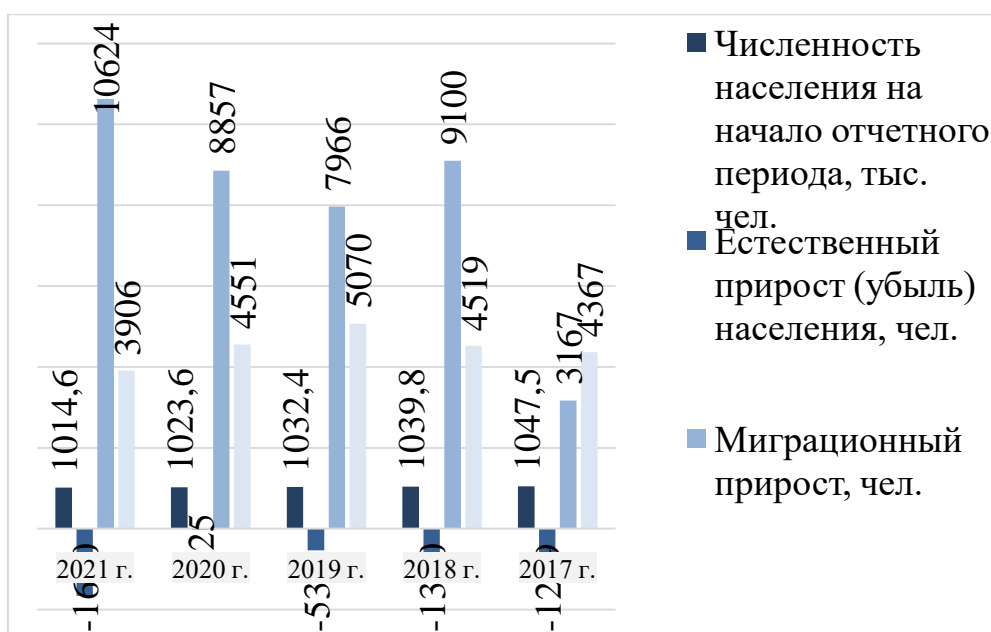


Рисунок 1 – Отчетно-статистические данные городской агломерации Воронежа

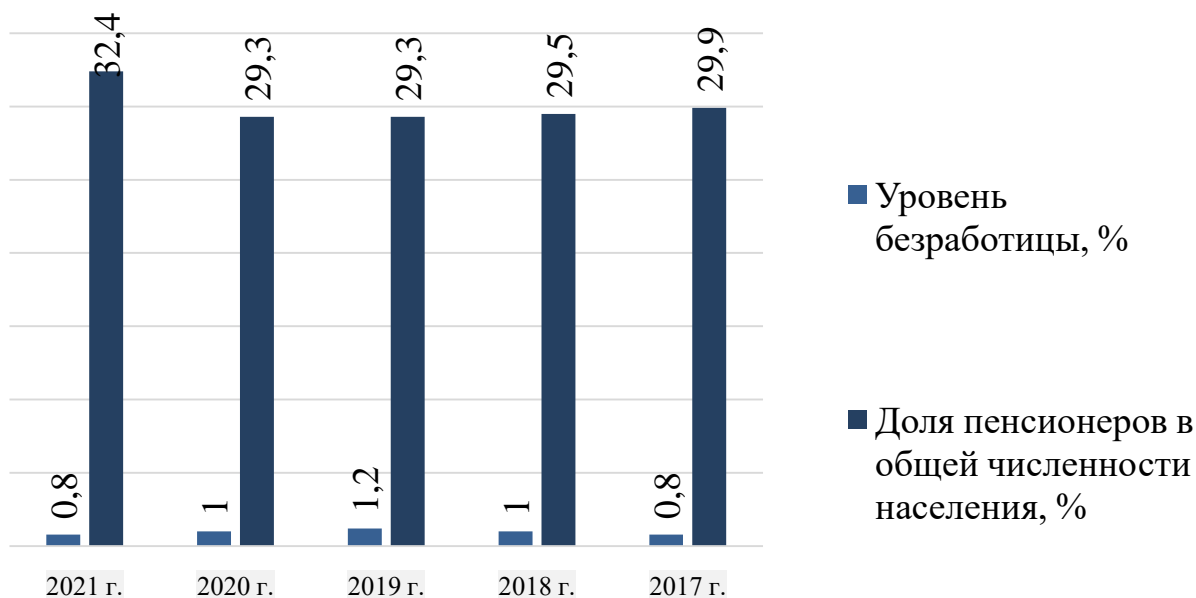


Рисунок 2 – Отчетно-статистические данные городской агломерации Воронежа

Градостроительная деятельность на территории городского округа города Воронежа осуществляется в соответствии с целями развития городского округа города Воронежа, установленными

В соответствии с документами стратегического планирования социально-экономического развития городской агломерации Воронежа в сфере транспорта градостроительная деятельность города направлена на

увеличение объемов финансирования нового строительства и реконструкции объектов инженерной и транспортной инфраструктуры и повышение роли города как крупного торгово-культурного и транспортного центра, а также создание в границах города интермодальных транспортных узлов, крупных складских терминалов, размещение логистических объектов крупных торговых сетей.

Учитывая это целесообразно было бы дать характеристику анализ спроса и предложения на транспорт. Транспортный спрос характеризуется нагрузкой на участки улично-дорожной сети, и в данном случае оценивался на основании натурных исследований на 126 улицах. Вследствие проведенных исследований было выявлено, что центральные улицы имеют загрузку 0,95 (0-1), а магистральные улицы 0,75-0,8. В среднем, проанализировав данные по всем данным участкам уровень загрузки варьируется в районе 0,61 [2].

Стоит отметить, что в настоящее время парк легковых автомобилей достиг величины порядка 360 тыс. ед., что составляет на 1000 жителей 340 ед. Данные показатели являются нарастающими (по сравнению с предыдущими периодами). Рост подвижного состава в настоящее время открыл еще одну транспортную проблему – парковочное пространство. При определении необходимого количества парковочных мест необходимо учитывать множество факторов, в частности пространство для хранения транспортных средств вдоль улично-дорожной сети, пространство для хранения транспортных средств на парковках вблизи объектов тяготения, пространство для хранения транспортных средств в местах платной парковки [1]. Количество парковочного пространства представлено в табл. 1.



Таблица 1 – Показатели по парковочному пространству в городской агломерации Воронежа

№ п/п	Показатель	Значение показателя
1	Количество легковых автомобилей, ед.	358398
2	Существующее количество машино-мест всего, из них: Машино-мест для постоянного хранения автомобилей Машино-мест для временного хранения автомобилей	549351 304638 244713
3	На территории специализированных автостоянок + внеуличная парковка	42020
4	Парковка вдоль УДС + платное парковочное пространство	202693

Что касается работы городского пассажирского транспорта, то сама система общественного транспорта города представлена автобусными и троллейбусными. Общее количество действующих маршрутов в городе порядка 100 (в частности – 4 троллейбусных маршрутов). Суммарная протяженность данных маршрутов составляет порядка 4572,45 км. в одном направлении (в частности – 41,09 км. троллейбусных маршрутов), а протяженность сети, по которой проходят маршруты общественного транспорта составляет порядка 1171,614 км. Плотность сети общественного транспорта составляет порядка 1,96 км/км<sup>2</sup>[3]. Общие показатели работы сети пассажирского транспорта представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Показатели работы пассажирского транспорта городской агломерации Воронежа

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1	Количество маршрутов, шт.	100
2	Общая протяженность маршрутов, км	4572,45
3	Протяженность сети по которой проходят маршруты, км	1171,614
4	Плотность сети линий общественного транспорта, км/км <sup>2</sup>	1,96
5	Маршрутный коэффициент	3,9
6	Среднегодовой пассажирский поток, тыс. пасс. /год	303909,6

Перевозка пассажиров осуществляется тринадцатью предприятиями перевозчиками различных форм собственности. Перечень пассажирских автотранспортных предприятий, и их маршруты представлен в табл. 3.

Таблица 3 – Маршруты операторов перевозочного процесса городской агломерации Воронежа.

№ п/п	Предприятие перевозчик	Обслуживаемые маршруты
1	МКП МТК «Воронежпассажиртранс»	6, 9КА, 14В, 15, 17, 41, 48, 52, 58, 59, 87, 98 (тролл.: 7, 8, 11, 17)
2	ООО «Отдых+»	1КВ, 1КС, 23К, 33К, 43, 77К, 88
3	ООО «Воронежская транспортная компания»	3, 5, 9КС, 20М, 27, 39; 49, 70А
4	ООО «ПассажирТранс»	3В, 47, 59А, 68Т, 104
5	ООО ТК «Автолайн+»	5А, 11, 25А, 34, 37А, 49Б, 49М, 58В, 60Б, 64, 64А, 67А, 78А, 84, 88А, 90, 93, 105, 125, 125А
6	ООО «НТК»	6М, 62, 70М

7	ООО «ВГТК»	8, 42, 49А, 57В, 61, 68, 122
8	ООО «АТП-1»	10А, 16В, 20, 20Б, 37, 50, 52АВ, 54, 59АС, 91, 120
9	ООО «ТК АВТОТРАНС»	13, 15А, 18, 22, 26А, 75, 76, 81, 96, 108А
10	ИП Очнев А.В.	28, 69Т; 80
11	ООО «Вест лайн»	65А, 65
12	ООО «Автоуслуги-Н»	66, 115, 120В
13	ООО «Пассажирское транспортное предприятие»	68А, 113КТ, 113КШ

Анализируя представление показатели и подводя итоги необходимо отметить, что Воронеж в транспортном и социально-экономическом направлении своего развития имеет как положительные, так и отрицательные тенденции. Неоспоримым является и факт сохранения показателей по транспортной безопасности. Несмотря на это необходимо продолжать политику в области совершенствования организационно-технических и нормативно-правовых мероприятий по транспортному, социальному и экономическому сектору, что несомненно даст положительный эффект в общем механизме системы образования городской агломерации Воронежа.

#### Список литературы

1. Бодров, А.С. Оптимизация работы общественного транспорта / А. С. Бодров, Д. О. Ломакин, Е. О. Фабричный, А. В. Мосин, И. Н. Батищев // Мир транспорта и технологических машин. – 2016. – №4(55). – С. 74-82.
2. Штепа, А. А. Анализ организации работы операторов пассажирских перевозок в городской агломерации Воронежа / А.А. Штепа // Организация и безопасность дорожного движения. материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием. Тюмень, 2021. С. 215-219.
3. Штепа, А. А. Анализ состояния и перспективы развития автодорожной сети Воронежской области / А. А. Штепа / В сборнике: Наука и инновации:

исследование и достижения. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Под редакцией Б.Н. Герасимова. 2019. С. 75-79.

### References

1. Bodrov, A. S. Optimization of public transport / A. S. Bodrov, D. O. Lomakin, E. O. Fabrichny, A.V. Mosin, I. N. Batishchev // The world of transport and technological machines. – 2016. – №4(55). – Pp. 74-82.
2. Shtepa, A. A. Analysis of the organization of work of passenger transport operators in the urban agglomeration of Voronezh / A.A. Shtepa // In the collection: Organization and safety of road traffic. materials of the XIV National Scientific and Practical Conference with international participation. Tyumen, 2021. pp. 215-219.
3. Shtepa, A. A. Analysis of the state and prospects of development of the Voronezh region road network / A. A. Shtepa / In the collection: Science and Innovation: Research and Achievements. Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. Edited by B.N. Gerasimov. 2019. pp. 75-79.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_84-93  
УДК 656.09

## **СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ДИЗЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ СЕЛЕКТИВНОГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ (SCR)**

**Кораблев Р.А., Белокуров В.П., Стасюк В.В.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова» г. Воронеж, Россия*

Аннотация. В статье рассматриваются новые технологии и исследования, которые автопроизводители проводят для снижения этих выбросов. Проанализирован метод селективной каталитической нейтрализации (SCR), который является наиболее передовой технологией, применяемой для ограничения количества вредных оксидов азота в дизельных транспортных средствах, объяснены необходимые условия для минимизации количества оксида азота и химические реакции. Рассмотрены преимущества и недостатки системы SCR по сравнению с другими технологиями, а также обсуждены особенности ее адаптации к транспортным средствам.

**Ключевые слова:** дизельный автомобиль, метод селективного каталитического восстановления, загрязняющие вещества (ЗВ).

## **REDUCTION OF DIESEL VEHICLE EMISSIONS USING SELECTIVE CATALYTIC REDUCTION (SCR) SYSTEM**

**Korablev R.A., Belokurov V.P., Stasyuk V.V.**

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

Abstract. The article discusses new technologies and research that automakers are conducting to reduce these emissions. The method of selective catalytic neutralization (SCR), which is the most advanced technology used to limit the amount of harmful nitrogen oxides in diesel vehicles, is analyzed, the necessary conditions for minimizing the amount of nitrogen oxide and chemical reactions are explained. The advantages and disadvantages of the SCR system in comparison with other technologies are considered, as well as the features of its adaptation to vehicles are discussed.

**Keywords:** diesel car, selective catalytic reduction method, pollutants

Во всем мире, особенно в крупных городах, автомобили являются одним из наиболее загрязняющих факторов из-за выделяемых ими выхлопных газов. Среда, в которой автомобили наносят наибольший ущерб здоровью человека, особенно при интенсивном движении, - это когда двигатели транспортных средств работают на холостом ходу [1-3]. Причина этого в том, что вредные компоненты газа, выходящие из выхлопных труб автомобилей, различаются в зависимости от типа топлива. Чтобы ограничить количество вредных газов, выбрасываемых в атмосферу в результате сгорания топливно-воздушной смеси в двигателях внутреннего сгорания во всем мире, нормы выбросов и контроль значений выбросов с каждым годом становятся все более сложными [4-6]. В связи с этим производители двигателей вынуждены сокращать выбросы твердых частиц (PM), монооксида углерода (CO), диоксида углерода (CO<sub>2</sub>), углеводородов (CH) и оксидов азота (NO<sub>x</sub>).

Самой передовой технологией, применяемой для ограничения количества NO<sub>x</sub>, выделяемой в автомобилях с дизельными двигателями, является система селективного каталитического восстановления, называемая SCR (Selective Catalytic Reduction). NO<sub>x</sub>, выделяемые по этой технологии, вступает в реакцию с химическим веществом, включенным в систему, и превращается в азот, которым мы дышим, водяной пар и ограниченное количество углекислого газа, который естественным образом присутствует в воздухе и выбрасывается через выхлопную трубу. С помощью этого метода возможно удаление более 90% оксидов азота.

По мере увеличения количества транспортных средств, используемых в городах, допустимые значения выбросов для автомобилей были ограничены, чтобы улучшить качество воздуха, которым мы дышим. Согласно определению Агентства по охране окружающей среды (EPA) в Соединенных Штатах, около 6,6 граммов углеводородов на километр в 1960 году до введения обязательного контроля загрязнения от автотранспорта [7]. Подсчитано, что образуется 52,5 грамма CO и 1 г NO<sub>x</sub>. Несмотря на значительное сокращение количества ЗВ,

выбрасываемых транспортными средствами, непрерывный рост населения и количества транспортных средств требует ужесточения законодательных требований по выбросам и разработки технологий контроля выбросов в автомобильном секторе.

Стандарты контроля выбросов изначально были установлены в штаб-квартирах в Японии, США и Европейском Союзе. Эти регионы имеют схожие подходы к сокращению выбросов, хотя каждый из них адаптирован к конкретным требованиям. Выбросы сократились на 83 % за последние 20 лет, как видно на рисунке 1 [8], с европейскими нормами (Евро 1 – Евро 6).

Если дизельное топливо сжигается при очень высокой температуре в цилиндре, количество образующейся сажи будет низким, но количество выделяемого оксида азота будет высоким. Однако при более низких температурах горения выброс оксидов азота будет низким, а количество частиц (сажи) возрастет. Одним из способов ограничения количества выделяемого вредного закиси азота является система рециркуляции отработавших газов (EGR – Exhaust Gas Recirculation). В этой системе часть выхлопных газов направляется обратно в цилиндр. Эти инертные газы смешиваются с забираемым свежим воздухом, тем самым снижая полноту сгорания (температуру) и, таким образом, уменьшается количество оксида азота, выходящего в результате реакции. Катализатор окисления дизельных двигателей (DOC – Diesel Oxidation Catalyst) в основном используется для получения окиси углерода и окисления несгоревших углеводородов для снижения уровня выбросов в дизельных транспортных средствах. После этого оставшийся газ и частицы (углерод, сульфат, зола, масло) собираются в сажевом фильтре (DPF - Diesel Particle Filter) и при достижении заданных значений давления и температуры вещества, скопившиеся в фильтре, удаляются. сжигается и обеспечивается регенерация [9].

Второй способ уменьшить выбросы закиси азота – обеспечить очистку выхлопных газов каталитическим нейтрализатором SCR. С помощью этого

метода можно разрушить примерно 90 % количества выделяемого оксида азота, и в зависимости от применения возможен даже более высокий контроль выбросов.

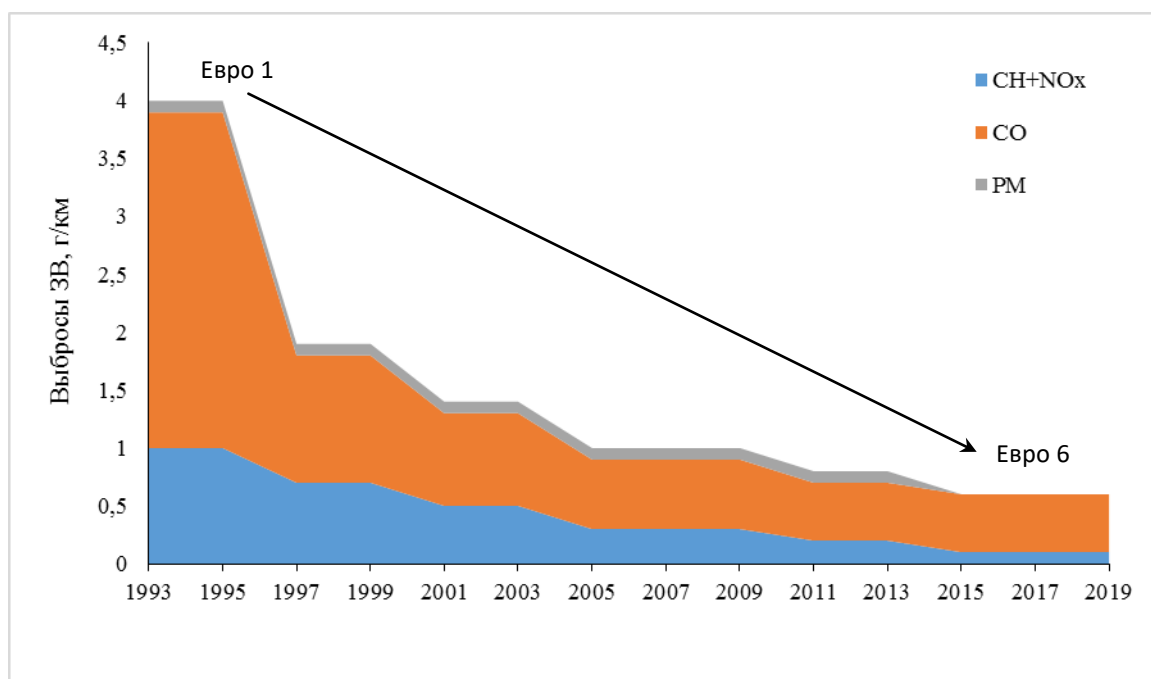


Рисунок 1 – Снижение норм выбросов выхлопных газов автомобилей по годам [8]

Метод SCR (Selective Catalytic Reduction) – это передовая технология контроля выбросов, используемая в дизельных двигателях. Он направлен на снижение уровня выбросов загрязняющих веществ, таких как оксид азота ( $\text{NO}_x$ ), путем сочетания оптимизированного зажигания двигателя с очисткой выхлопных газов. Жидкость для выхлопных газов дизельных двигателей, известная под торговой маркой AdBlue, выбрасывается из выхлопной трубы, как это видно на рисунках 2 и 3, вступая в химическую реакцию с оксидом азота и превращаясь в азот, которым мы дышим, водяной пар и ограниченное количество углекислого газа в естественном состоянии в воздухе. Он используется во многих областях, включая электростанции, круизные лайнеры, грузовые суда, паромы и буксиры. Система SCR предлагает такие преимущества, как необходимость редкого технического обслуживания,



возможность использования в течение всего срока службы автомобиля, не влияющая на интервалы технического обслуживания и замены масла в автомобиле, пригодность для двигателей высокой мощности и отсутствие необходимости в дополнительной смазке двигателя или системы охлаждения, или топливной системы [10].

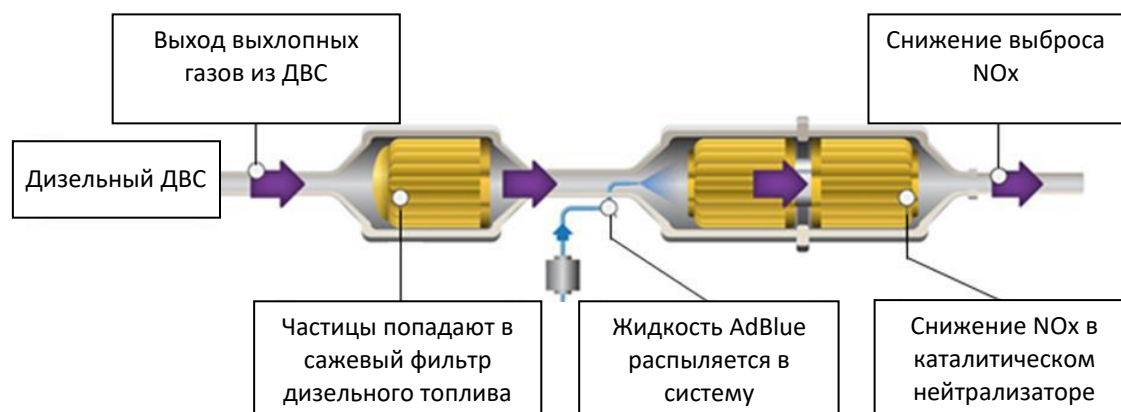


Рисунок 2 – Принцип работы системы селективного каталитического восстановления [10]

AdBlue является зарегистрированным товарным знаком компании «VDA – Verband der Automobilindustrie». Активное вещество AdBlue получают из мочевины и природного газа. Мочевина представляет собой соединение азота, которое при нагревании превращается в аммиак. Это вещество представляет собой белый кристаллический гранулированный порошок, который также встречается в природе. AdBlue – это прочная, бесцветная, не имеющая запаха, нетоксичная и негорючая жидкость. Поскольку он нетоксичен и долговечен, его легко хранить и транспортировать. Производится в соответствии со стандартами качества DIN 70070 или ISO 22241-1. Жидкость для выхлопных газов дизельных двигателей, содержащая 32,5 % мочевины (остальные 67,5 % – деионизированная вода), впрыскивается в систему выпуска отработавших газов каталитическим нейтрализатором SCR. Самая важная причина, по которой количество мочевины составляет 32,5 %, заключается в том, что при этом уровне достигается самая низкая температура замерзания ( $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

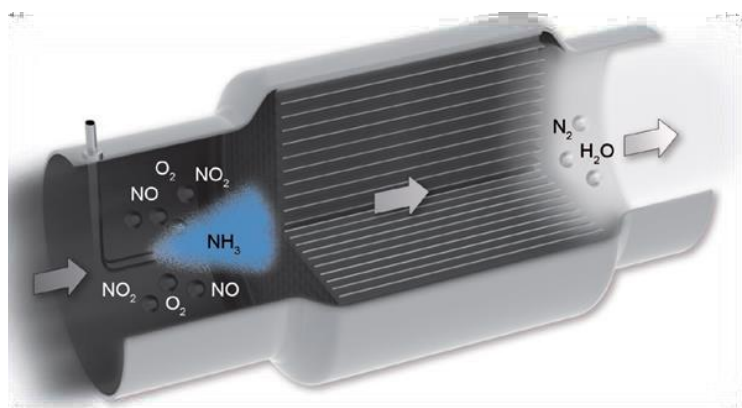


Рисунок 3 – Химическая реакция в системе селективного каталитического восстановления [11]

Кроме того, при этих соотношениях мочевины и вода замерзают с одинаковой скоростью, что предотвращает конденсацию или разбавление жидкости при оттаивании. Замерзание и оттаивание жидкости не приводит к порче. Разница в расширении между замерзанием и оттаиванием дизельной выхлопной жидкости составляет 7%. Резервуары и системы рассчитаны на такое расширение. По действующим нормам подходящей добавки для предотвращения замерзания жидкости не существует. По этой причине, а также из-за того, что соотношение мочевины является чувствительным для работы системы, в бак не следует добавлять антифриз.

Дозировка, впрыскиваемая в систему SCR, определяется блоком управления двигателем в зависимости от количества выхлопных газов. Благодаря датчику  $\text{NO}_x$ , расположенному за каталитическим нейтрализатором SCR, система управления двигателем обеспечивает точное дозирование. В холодную погоду (при запуске автомобиля) бак подогревается для предотвращения замерзания выхлопной дизельной жидкости. Соединение и шланги также поддерживаются в тепле, а температура стабилизируется. Если автомобиль стоит при температуре ниже  $-11^\circ\text{C}$ , жидкость замерзает, но начинает нагреваться, как только заводится двигатель, и растворяется через определенное время. Жидкость для выхлопных газов дизельных двигателей начинает полностью фильтроваться только тогда, когда двигатель и система

выпуска отработавших газов достигают нормальной рабочей температуры. По этой причине полная работа системы берется за основу при измерении выбросов.

В результате в мире с каждым годом вводятся все более жесткие ограничения по снижению вредных выбросов выхлопных газов автомобилей. В этом контексте было замечено, что европейские и американские правила налагают параллельные ограничения [12]. Соответственно, за последние 20 лет выбросы сократились на 83%. Чтобы получить значения выбросов, в транспортных средствах используются двухкомпонентные и трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы, а также технологии EGR и SCR для снижения большого количества оксидов азота, выделяемых в дизельных транспортных средствах. В системе SCR более 90% количества вредных оксидов азота в выхлопных газах преобразуется в газообразный азот и воду путем впрыскивания  $\text{NH}_3$  в выхлопные газы. Таким образом, автомобили с дизельным двигателем соответствуют строгим правилам выбросов. Хотя он не оказывает прямого влияния на экономию топлива, он способствует повышению эффективности сгорания, позволяя температуре сгорания в цилиндре повышаться благодаря способности демпфирования  $\text{NO}_x$ , которую он привносит в выхлопную систему. Несмотря на эти преимущества, это негативно сказывается на весе и стоимости автомобиля, так как для работы системы требуются дополнительные компоненты, такие как бак AdBlue, инжектор, дополнительные патрубки, катализатор SCR. Кроме того, в связи с замерзанием жидкости AdBlue при температуре  $-11^\circ\text{C}$  требуется предварительный подогрев жидкости, чтобы система работала с полной производительностью, особенно в холодную погоду. Принимая во внимание эти преимущества и недостатки, видно, что система SCR является наиболее передовой технологией, которая может обеспечить сокращение выбросов  $\text{NO}_x$ , чтобы соответствовать нормам выбросов в автомобилях с дизельными двигателями на сегодняшний день.

## Список литературы

1. Кораблев Р.А. Экологическая безопасность автотранспортных средств / Р.А. Кораблев, В.П. Белокуров, Н.И. Бойко // Автомобиль и техносфера: Материалы VI международной научно-практической конференции // Казань, 15-17 июня 2011 г. – Казань: ЗАО «Мир без границ», 2011. – С. 291-292.
2. Костальола М. А. Выбросы выхлопных газов и твердых частиц гибридных и обычных автомобилей в течение законодательных и реальных циклов вождения / М. А. Костальола, М. В. Прати, А. Мариани, А. Унич, Б. Морроне // Энергетика и энергетика. Том 7. № 5, 2015. – pp. 181-192. DOI: 10.4236/epe.2015.75018.
3. Ндириту Э.Х. Влияние эмульгированного дизельного топлива на эксплуатационные характеристики и характеристики выбросов *Cyizere Confidence* / Э. Х. Ндириту, Г. Б. Бенсон // Энергетика и энергетика. Том 11 (9), 2019. – с. 333-341. DOI: 10.4236/epe.2019.119021.
4. Хукман С.К. Обзор влияния биодизельного топлива на выбросы NO<sub>x</sub> / С.К. Хукман, С. Роббинс // Технология топливных процессов, 96, 2012. – с. 237-249. DOI: 10.1016/j.fuproc.2011.12.036
5. Сантос Б. С. Производительность двигателя и выбросы выхлопных газов биодизельного топлива из арахисового масла / Б. С. Сантос, С. С. Капареда, Дж. А. Капунитан // Журнал устойчивых биоэнергетических систем. Том 3. № 4, 2013. – с. 272-286.
6. Пэн Ю. Вывод репрезентативного рабочего цикла двигателя из данных о вождении транспортных средств большой грузоподъемности на дороге / Ю. Пэн, А.С. Никс, Х. Ли, Д.Р. Джонсон, Р.С. Хелтцель // Журнал транспортных технологий. Том 7. №4, 2017. – С. 376-389. DOI: 10.4236/jtts.2017.74025.
7. Червински Дж. Снижение выбросов с помощью дизельного сажевого фильтра с покрытием SCR (SDPF) / Дж. Червински, Ю. Циммерли, А. Майер, Г. Д'Урбано, Д. Цурчер // Эмисс. Наука и техника в области контроля выбросов, 1 января 2015 года. – С. 152-166. – DOI: 10.1007/s40825-015-0018-7 .
8. Ньюстадт М. В. Управление системами SCR карбамида для дизельных двигателей в США, наука и технологии в области нефти и газа / М. В. Ньюстадт, Д. Упадхьяй / отв. ред. IFP "Новые энергии", 66 (4), 2011. – С. 655-665. DOI: 10.2516/OGST/2011104.
9. Шер Э. Справочник по загрязнению воздуха двигателями внутреннего сгорания: образование и контроль загрязняющих веществ / Э. Шер/ – Академическая пресса, 1998. – С. 550-575. – ISBN: 0-12-639855-0.
10. Нахаванди М. Селективное каталитическое восстановление (SCR) по аммиаком на катализаторе V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / TiO<sub>2</sub> в среде каталитического фильтра и сотовом реакторе: исследование кинетического моделирования /М. Нахаванди // Бразильский журнал химической инженерии, Том 32 (04), 2015. – С. 875-893. DOI: 10.1590/0104-6632.20150324s00003584.

11. Балланд Дж. Управление комбинированной системой SCR на фильтре и системой SCR под полом для легковых автомобилей с низким уровнем выбросов / Дж. Балланд, М. Парментье, Дж. Шмитт // Международные журналы SAE Двигатели, 7 (3), 2014.- стр. 1252-1261 DOI: 10.4271/2014-01-1522.

12. Кораблев Р.А. Нейтрализация отработавших газов в выпускной системе дизельных двигателей / Р.А. Кораблев, М.В. Драпалюк, В.А. Зеликов // Лес. Наука. Молодежь – 2006: сб. материалов по итогам науч.-исслед. работы молодых ученых за 2005-2006 годы, выполненной в рамках темы РИ-16.0/022/002 «Научно-организационное, методическое и техническое обеспечение организации и поддержки научно-образовательных центров в области переработки и воспроизводства лесных ресурсов и осуществления на основе комплексного использования материально-технических и кадровых возможностей совместных исследований и разработок». – Воронеж: ВГЛТА, 2006. – С. 249-256.

## References

1. Korablev R.A. Ecological safety of motor vehicles / R.A. Korablev, V.P. Belokurov, N.I. Boyko // Automobile and technosphere: Materials of the VI International scientific and practical Conference // Kazan, June 15-17, 2011 - Kazan: CJSC "World without Borders", 2011. – Pp. 291-292.

2. Costagliola M. A. Gaseous and Particulate Exhaust Emissions of Hybrid and Conventional Cars over Legislative and Real Driving Cycles / M. A. Costagliola, M. V. Prati, A. Mariani, A. Unich, B. Morrone // Energy and Power Engineering. Vol.7. № 5, 2015. – pp. 181-192. DOI: 10.4236/epe.2015.75018.

3. Ndiritu E.H. Effect of Emulsified Diesel Fuel on Performance and Emissions Characteristics Cyizere Confidence / E. H. Ndiritu, G. B. Benson // Energy and Power Engineering. Vol. 11 (9), 2019. – pp. 333-341. DOI: 10.4236/epe.2019.119021.

4. Hoekman S.K. Review of the effects of biodiesel on NOx emissions / S.K. Hoekman, C. Robbins // Fuel Process Technol, 96, 2012. – pp. 237-249. DOI: 10.1016/j.fuproc.2011.12.036

5. Santos B. S. Engine Performance and Exhaust Emissions of Peanut Oil Biodiesel / B. S. Santos, S. C. Capa/veda, J. A. Capunitan / Journal of Sustainable Bioenergy Systems. Vol. 3. № 4, 2013. – pp. 272-286. DOI: 10.4236/jsbs.2013.34037.

6. Peng Yu. Derivation of a Representative Engine Duty Cycle from On-Road Heavy-Duty Vehicle Driving Data / Yu. Peng, A.C. Nix, H. Li, D.R. Johnson, R.S. Heltzel / Journal of Transportation Technologies. Vol. 7. №4, 2017. – pp. 376-389. DOI: 10.4236/jtts.2017.74025

7. Czerwinski J. Emission reduction with diesel particle filter with SCR coating (SDPF) J. Czerwinski, Y. Zimmerli, A. Mayer, G. D'urbano, D. Zurcher // Emiss.

Emission Control Science and Technology, 1, 2015. – pp. 152-166. DOI: 10.1007/s40825-015-0018-7.

8. Nieuwstadt M. V. Control of urea SCR systems for US diesel applications, oil & gas science and technology / M. V. Nieuwstadt, D. Upadhyay / Rev. IFP Energies nouvelles, 66 (4), 2011. – pp. 655-665. DOI: 10.2516/OGST/2011104.

9. Sher E. Handbook of air pollution from internal combustion engines: pollutant formation and control E. Sher / Academic Press, 1998, pp. 550-575. ISBN: 0-12-639855-0.

10. Nahavandi M. Selective catalytic reduction (SCR) of NO by ammonia over  $V_2O_5/TiO_2$  catalyst in a catalytic filter medium and honeycomb reactor: a kinetic modeling study / M. Nahavandi / Brazilian Journal of Chemical Engineering, Vol. 32(04), 2015. – pp. 875-893. DOI:10.1590/0104-6632.20150324s00003584.

11. Balland J. Control of a combined SCR on filter and under-floor SCR system for low emission passenger cars / J. Balland, M. Parmentier, J. Schmitt / SAE International Journals Engines, 7(3), 2014. – pp. 1252-1261 DOI: 10.4271/2014-01-1522.

12. Korablev R.A. Neutralization of exhaust gases in the exhaust system of diesel engines / R.A. Korablev, M.V. Drapalyuk, V.A. Zelikov // Forest. The science. Youth - 2006: collection of materials based on the results of scientific research. the work of young scientists for 2005-2006, carried out within the framework of the topic RI-16.0/022/002 "Scientific, organizational, methodological and technical support for the organization and support of scientific and educational centers in the field of processing and reproduction of forest resources and the implementation of joint research and development based on the integrated use of material, technical and human resources." - Voronezh: VGLTA, 2006. - pp. 249-256.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_94-99  
УДК 796.011

## ВЛИЯНИЕ КАРДИОТРЕНИРОВОК НА ОРГАНИЗМ

**Григорьева И.В., Волкова Е.Г., Беликова И.В.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** В статье рассматривается эффективность и разновидность кардиотренировок и их польза. Отсутствие в нашей жизни физических нагрузок, может привести к возникновению целого спектра заболеваний. Кардионагрузки смогут укрепить наше тело и улучшить самочувствие. При использовании кардионагрузок улучшается деятельность кровеносной системы, сердца, дыхательных органов, повышается выносливость.

**Ключевые слова:** здоровье, кардиотренировка, физическая активность, физические упражнения.

## IMPACT OF CARDIO TRAINING ON THE BODY

**Grigoreva I.V., Volkova E.G., Belikova I.V.**

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

**Abstract.** The article discusses the effectiveness and variety of cardio training and their benefits. Lack of physical activity in our lives can lead to a whole range of diseases. Cardio loads can strengthen our body and improve well-being. When using cardio loads, the activity of the circulatory system, heart, respiratory organs improves, endurance increases.

**Keywords:** health, cardio training, physical activity, exercise.

На данный момент общество совсем забывает про то, как важно беречь свое здоровье, особенно в XXI веке. Большое количество людей живут в больших городах, где ужасные условия для проживания: плохой сон, нездоровая еда, загрязнённая атмосфера пагубно влияют на наш организм. Чтобы этого избежать, нужно включить в свой ритм жизни не только обычную

физическую активность, но и кардиотренировки, благодаря которым улучшается здоровье человека.

Кардиотренировка –это такой род активности, в котором задействуется главный орган - сердце. Оно работает в ускоренном режиме, а источником энергии является в такой тренировке подкожный жир. Такие нагрузки будут положительно влиять всю работу органов человека, укреплять сосуды, развивать дыхательную систему, повышать выносливость.

Актуальность данной работы заключается в том, что кардиотренировки используют не только для укрепления здоровья, но и для похудения, или, что тоже немало важно, для поддержки организма в тонусе. При такой нагрузке сразу увеличивается скорость кровообращения, а это приводит в тонус сердечные мышцы, они становятся более эластичными, так же как и сосуды, уменьшается риск вегетососудистой дистонии, происходят положительные изменения в дыхательной системе.

Если ответственно подходить к таким тренировкам, как кардио, то спустя время организм будет меняться.

Нашему организму полезны двигательные нагрузки. Отсутствие в нашей жизни физических нагрузок, может привести к возникновению целого спектра заболеваний. Кардионагрузки смогут укрепить наше тело и улучшить самочувствие.

Силовые упражнения характеризуются минимальным набором данных упражнений, они задействуют в работу разные группы мышц, не приводя к расширению объёма мышечных масс. Разновидность нагрузок, присутствует в любой фитнес программе. Так же такие тренировки подходят для занятий в домашних условиях. Одним из показателей эффективности тренировки выступает повышение пульса.

Сохранение частоты пульса в определенном пределе в течение определенного времени (40-70 минут) может обеспечить



качественные результаты тренировки, но превышение указанных границ уже может представлять опасность для здоровья.

Любой человек должен осознанно понимать первоначальные расхождения в кардио и обычных силовых упражнениях. Когда выполняются силовые упражнения, в первую очередь идут, куда большие нагрузки на мышцы, чем при обычных тренировках. Это значит, что будет отличаться и само напряжение в мышцах. Преимущество кардиотренировок заключается в большом количестве выполнений одних и тех же упражнений много раз. От этого идет напряжение в мышцах и создается усиленный эффект. Благодаря кардиотренировкам так же увеличивается метаболизм, то есть увеличивается скорость обмена веществ, многие спортсмены за это и любят кардиотренировки, благодаря которым есть высокая вероятность потерять, как можно больше калорий и привести свой организм в порядок, но так же лучше не переусердствовать ими, иначе это может привести, наоборот, к проблемам.

При кардиотренировках происходит улучшение работы сердца, так же сердечно-сосудистая и дыхательная система улучшаются в разы. Рассматривая сердце, например как мышцу без определенных тренировок, то она ежедневно будет ослабевать без нагрузок.

Нашим легким обязательно необходимы тренировки. Начав заниматься кардио, человек заметит, что, например, когда будет подниматься по лестнице, вдруг исчезает отдышка на каждом этаже, различные нагрузки будут даваться гораздо легче.

Кардиотренировки так же помогают повышать нашу выносливость, и функциональность организма улучшается так же, как и самочувствие, нормализуется давление, снижаются риски развития сердечно-сосудистой дистонии.

Кардиотренировки помогают, если у вас проблемы со сном, беспокоит бессонница, так же при возникновении депрессий, улучшается работа головного мозга. Если уделять 1-1,5 часа в неделю кардио, то можно заметить

результат, улучшение и нормализацию сна, он становится спокойным и здоровым. После таких длительных тренировок, эндорфин повышается в крови, а так как это гормон счастья, то, благодаря нему, улучшается не только ваше состояние, но и моральное состояние. Также это помогает избавляться от депрессии, без применения каких-либо лекарств, что может очень эффективно сказываться в будущем времени для нынешнего поколения. Исследования показали, как кардио положительно влияет на работу мозга, особенно на ту часть мозга, которая как раз отвечает за ее способность и стремление обучаться и развивать память.

Важнейшее преимущество и эффективность кардиотренировок – заключается в улучшении обмена веществ, за счет активизация кровообращения и насыщения тканевых клеток кислородом. Также не стоит забывать, что без таких усилий сложно сбросить лишние килограммы, которые негативно сказываются на здоровье.

Рассмотрим самые частые упражнения, которые используют в кардиотренировках. Несомненно, существуют разные виды активности, которыми человек может заниматься даже при болезни сердца.

Так, например, ходьбу рекомендуют в период реабилитации после каких-либо травм. Это хорошее решение для тех, кто только новичок в спортивном виде деятельности. А если кому-то предпочтительнее бег, то здесь воздействие происходит на суставы, позвоночные мышцы, но он не оказывает увеличенную нагрузку на организм.

Ходьбу можно чередовать, выполняя как быструю, так и медленную, широкие шаги или короткие. Всё это зависит от того, насколько человек готов к тренировкам. Так же можно практиковать ходьбу или пробежку в горной местности, в парке, сквере, на беговой дорожке, утром или вечером, перед работой или после. Это зависит от предпочтений и желаний.

Бег – отличная альтернатива обычной прогулке, многие люди утром встают рано, чтобы успеть взбодриться, зарядиться энергией. Многие любят

бегать в пять утра, когда еще весь город спит, так же он отлично помогает расставить все мысли по своим местам, или послушать любимую музыку. Лучше всего уделять около часа на такие тренировки, но новичкам лучше начинать с двадцати минут, а после постепенно увеличивать как время, так и дистанцию в целом. Таким образом, через несколько тренировок данный вид упражнения будет даваться намного легче.

Рассмотрим такой вид спорта, как плавание. Стоит отметить, что такой вид кардионагрузки полезен для здоровья, этот вид спорта помогает при сердечно-сосудистой дистонии. При таком заболевании плавание помогает пропитать сосуды воздухом и увеличить кровообращение. Большой упор нужно оказывать не на быстроту, а на технику и правильность выполнения определенных движений. При стремлении к идеальной фигуре и желании похудеть плавание также является очень действенным методом.

Таким образом, мы рассмотрели некоторые упражнения при кардиотренировках. Ими можно заниматься, как дома, так и в зале, и при хорошей погоде на улице. В интернете или других источниках с ними можно ознакомиться подробнее, ведь упражнений для кардиотренировки огромное множество. Также не стоит забывать про консультации врача, возможности заниматься со специалистом, а когда вы поймете и научитесь выполнять все правильно, тогда уже можно приступить к более продолжительным и увеличенным тренировкам уже без специалиста, как ранее.

Для улучшения качества жизни, одних тренировок будет мало. В комплексе с кардиотренировками, речь о которых шла выше, необходимо правильно питаться, придерживаться режима дня. Следовательно, такой образ жизни окажет положительное влияние на здоровье человека, а также поможет ему в работе над телом.

## Список литературы

1. Волкова Е.Г. Рекреационная деятельность студенческой молодежи/ Е.Г. Волкова, Д.С. Григорьев, И.В. Григорьева // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2018. - № 2 (25). С. 154-156.
2. Волкова Е.Г. Роль физической культуры в укреплении здоровья студентов / Е.Г. Волкова, И.В. Григорьева, Е.Н. Петров // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2020. - № 1 (32). С. 65-67.
3. Григорьева И.В. Учет индивидуальных особенностей в различных видах спорта/ И.В. Григорьева, Е.Г. Волкова, Е.Н. Петров // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 4 (19). С. 125-126.

## References

1. Volkova E.G. Recreational activities of student youth / E.G. Volkova, D.S. Grigorev, I.V. Grigoreva // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2018. - No. 2 (25). pp. 154-156.
2. Volkova E.G. The role of physical culture in improving the health of students / E.G. Volkova, I.V. Grigoreva, E.N. Petrov // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2020. - No. 1 (32). pp. 65-67.
3. Grigoreva I.V. Accounting for individual characteristics in various sports / I.V. Grigoreva, E.G. Volkova, E.N. Petrov // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2016. - No. 4 (19). pp. 125-126.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_100-104  
УДК 796.011

## ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ПЛАВАНИЯ

Григорьева И.В., Волкова Е.Г., Фомина У.Г.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** В статье рассматривается оздоровительный эффект плавания и водных упражнений, являющихся методами улучшения состояния здоровья. Упражнения в водной среде дают много преимуществ – сводят к минимуму весовую нагрузку. Это можно использовать при применении персонализированных упражнений для определенных групп населения: особенно пожилых людей, беременных женщин и людей с артритом, диабетом, инвалидностью или избыточным ожирением.

**Ключевые слова:** плавание, здоровье, кардиотренировка, физическая активность, физические упражнения, аэробные упражнения.

## THE HEALTH EFFECT OF SWIMMING

Grigoreva I.V., Volkova E.G., Fomina U.G.

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

**Abstract.** The article discusses the healing effect of swimming and water exercises, which are methods for improving health. Exercising in the aquatic environment has many benefits - it minimizes weight bearing. This can be used in the application of personalized exercise to certain populations: especially the elderly, pregnant women, and people with arthritis, diabetes, disability, or excess obesity.

**Keywords:** swimming, health, cardio training, physical activity, exercise, aerobic exercise.

Общеизвестно, что глобальная пандемия сопровождается отсутствием физической активности, что имеет сопутствующие последствия для глобального здравоохранения.

Между физической неактивностью и физическим здоровьем существует тесная связь. Сидячий образ жизни связан с неблагоприятными кардиометаболическими адаптациями, такими как резистентность к инсулину, изменение типа мышечных волокон и эктопическое накопление жира. Физическая малоподвижность является значительным фактором риска большинства неинфекционных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистой болезни, остеопороза, ожирения и диабета.

Это также самый сильный независимый фактор риска развития послеоперационной заболеваемости и смертности.

Физическая активность может быть мультимодальной, включая такие виды деятельности, как ходьба, бег трусцой, аэробика, плавание, езда на велосипеде. У физически активных взрослых снижается смертность от всех причин до 30% по сравнению с людьми, ведущими малоподвижный образ жизни. Кроме того, физическая активность и упражнения дают такие же результаты, как и медикаментозная терапия с точки зрения эффективности.

Плавание и другие формы водных упражнений (например, аква-бег и аква-аэробика) являются одними из самых популярных видов физической активности - как для аэробных, так и для силовых элементов.

Упражнения в водной среде дают много преимуществ — сводят к минимуму весовую нагрузку. Это можно использовать при применении персонализированных упражнений для определенных групп населения: особенно пожилых людей, беременных женщин и людей с артритом, диабетом, инвалидностью или избыточным ожирением.

Аэробные упражнения рекомендуются как кардиозащитное вмешательство в образ жизни, снижающее смертность от сердечно-сосудистых заболеваний.

Однако влияние плавания на артериальное давление дает противоречивые результаты. У лиц с нормальным артериальным давлением обучение плаванию было связано с небольшим повышением систолического и диастолического

артериального давления. Однако следует отметить, что это повышение не было клинически значимым, поскольку оно не приводило участников к гипертонической болезни.

И, наоборот, у мужчин и женщин с гипертонией разной степени тяжести плавание неизменно связано со снижением артериального давления и улучшением состояния сосудов.

Ожирение является серьезной проблемой общественного здравоохранения и связано со значительными сопутствующими сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Как форма аэробной активности, плавание и водные упражнения являются обоснованным выбором для снижения веса и управления им.

Аэробная активность связана с уменьшением жировых отложений, ослаблением потери мышечной массы тела, обычно наблюдаемой во время диетических ограничений и уменьшением висцеральной жировой ткани. Для тучных людей уникальная природа водной среды, в частности, способности, уменьшать стрессовые факторы, связанные с нагрузкой и терморегуляцией, может дать дополнительное преимущество по сравнению с другими формами аэробных упражнений.

Плавание и водные упражнения все чаще используются как успешная форма кардиологической реабилитации: как при ишемической болезни сердца, так и при застойной сердечной недостаточности.

Таким образом, данные свидетельствуют о том, что плавание и водные упражнения являются методами улучшения состояния здоровья и могут быть особенно привлекательным вариантом для тех людей, которые менее толерантны к упражнениям на суше.

Особый интерес представляет влияние занятий плаванием на детей с астмой. Астма является наиболее распространенным хроническим заболеванием в педиатрии, и его распространенность увеличивается во всем

мире. Плавание обычно рекомендуется в качестве формы физической активности для этой группы населения.

Плавание имеет дополнительные преимущества содействия нормальному физическому и психическому развитию, развитию кардиореспираторной физической подготовки и увеличения объема легких и техники дыхания.

Таким образом, данная физическая активность улучшает функцию легких и кардиореспираторную выносливость.

Упражнения в бассейне также используются в качестве формы легочной реабилитации для людей с хроническими заболеваниями легких.

При обструктивной болезни легких, тренировки на воде дают преимущества по сравнению с наземными тренировками с точки зрения повышения физической выносливости.

Таким образом, данные свидетельствуют о том, что плавание и водные упражнения могут влиять на силу дыхательных мышц и легочной функции у здоровых детей и взрослых. Упражнения на воде также являются эффективным терапевтическим вариантом для улучшения функции легких и кардиореспираторного состояния при определенных легочных патологиях.

Плавание во многом является идеальной формой физкультуры, доступной многим, кому другие формы физкультуры противопоказаны.

Эта форма физической активности остается одной из самых популярных форм во всем и может предложить уникальную возможность поддерживать и улучшать благополучие на протяжении всей жизни, охватывает всех членов общества, независимо от пола, возраста, инвалидности или социально-экономического статуса.

#### Список литературы

1. Волкова Е.Г. Рекреационная деятельность студенческой молодежи / Е.Г. Волкова, Д.С. Григорьев, И.В. Григорьева // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2018. - № 2 (25). С. 154-156.



2. Волкова Е.Г. Роль физической культуры в укреплении здоровья студентов / Е.Г. Волкова, И.В. Григорьева, Е.Н. Петров // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2020. - № 1 (32). С. 65-67.

3. Григорьева И.В. Учет индивидуальных особенностей в различных видах спорта / И.В. Григорьева, Е.Г. Волкова, Е.Н. Петров // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 4 (19). С. 125-126.

4. Григорьева И.В. Влияние аэробных нагрузок на организм / И.В. Григорьева, Е.Г. Волкова, У.Г. Шестакова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2014. № 12. С. 206-207.

## References

1. Volkova E.G. Recreational activities of student youth / E.G. Volkova, D.S. Grigorev, I.V. Grigoreva // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2018. - No. 2 (25). pp. 154-156.

2. Volkova E.G. The role of physical culture in improving the health of students / E.G. Volkova, I.V. Grigoreva, E.N. Petrov // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2020. - No. 1 (32). pp. 65-67.

3. Grigoreva I.V. Accounting for individual characteristics in various sports / I.V. Grigoreva, E.G. Volkova, E.N. Petrov // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2016. - No. 4 (19). pp. 125-126.

4. Grigoreva I.V. The effect of aerobic exercise on the body / I.V. Grigoreva, E.G. Volkova, U.G. Shestakova // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2014. - No. 2. pp. 206-207.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_105-109  
УДК 796.011

## ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Григорьева И.В., Волкова Е.Г., Валиев С.К., Кузнецов И.В.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** В статье рассматривается физическое воспитание, которое является основой для духовной и физической культуры личности, создающей систему человеческих ценностей, реализуемых через призму здорового образа жизни. В процессе развития и становления социальных образовательных систем физическая культура и спорт выступают доминирующими факторами, оказывающими влияние на формирование и развитие физических качеств личности.

**Ключевые слова:** физическое воспитание, спорт, образовательная система, здоровый образ жизни.

## PHYSICAL CULTURE AND SPORT IN THE EDUCATIONAL SYSTEM

Grigoreva I.V., Volkova E.G., Valiev S.K., Kuznetsov I.V.

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

**Abstract.** The article deals with physical education, which is the basis for the spiritual and physical culture of the individual, which creates a system of human values implemented through the prism of a healthy lifestyle. In the process of development and formation of social educational systems, physical culture and sports are the dominant factors influencing the formation and development of the physical qualities of a person.

**Keywords:** physical education, sport, educational system, healthy lifestyle.

Российское общество на современном этапе своего развития особое внимание уделяет вопросам укрепления физического и духовного здоровья граждан, а также формированию среди населения здорового образа жизни.

Поэтому пристальное внимание на сегодняшний день уделяется таким приоритетным направлениям социальной политики государства как физическая культура и спорт.

Президент России В. В. Путин в своих выступлениях неоднократно отмечал актуальность данной проблемы для нашей страны. По его мнению, основная задача государства заключается в привлечении как можно большего числа граждан к занятиям спортом, так как он помогает сформировать и укрепить, ценности здорового образа жизни.

В настоящее время происходят кардинальные изменения в образовательной системе, которые направлены на обеспечение ее благополучной реализации, а также повышение профессионализма среди обучающейся молодежи, формирование представлений о здоровом образе жизни среди студентов, ведь именно это оказывает важную роль на физическое воспитание.

Физическое воспитание является основой для духовной и физической культуры личности, создающей систему человеческих ценностей, реализуемых через призму здорового образа жизни. Физическое воспитание играет важную роль на этапе высшего образования, так как обеспечивает общее развитие студентов, повышая их работоспособность, выносливость, уровень стрессоустойчивости и психофизической подготовки. В вузах физическая культура в последние годы приобрела принципиально важное значение благодаря развитию навыков здорового образа жизни среди студентов в повседневности, а также благодаря формированию основ общей физической подготовки и силы воли.

Физическая культура является неотъемлемой частью социальной культуры общества на всех этапах его развития, так как она способствует не только усвоению, но и воспроизведению индивидуумом своего социального опыта. В процессе развития и становления социальных образовательных систем физическая культура и спорт выступают доминирующими факторами,

оказывающими влияние на формирование и развитие физических качеств личности. Физическая культура и спорт в данном случае выступают как компоненты успешного формирования индивидуальности посредством развития навыков здорового образа жизни.

Принято выделять ряд ключевых факторов составляющих физическую культуру: культура здоровья, культура тела и двигательная культура. При описании показателей физической культуры человека, ряд современных исследователей выделяют:

- отношение человека к своему здоровью как к наивысшей ценности;
- использование и возможность применения средств, направленных на поддержание и укрепление общего состояния здоровья;
- улучшение собственного физического состояния, с помощью средств, методов направленных на его поддержание и укрепление;
- желание оказывать помощь окружающим людям с целью их скорейшего выздоровления, а также улучшения физического состояния.

Можно говорить о том, что системный подход формирования основных ценностей здорового образа жизни, основывается на факторах, оказывающих влияние на здоровье населения страны и различных социальных слоев. Этими факторами являются специфические социальные, экономические и экологические условия; факторы риска, возникающие на работе, в процессе обучения, при формировании установок, привычек и правил поведения.

Занятия физической культурой и спортом в студенческой среде оказывают благоприятное влияние на общую культуру общества в целом. Происходит это благодаря успешной социализации личности обучающегося. Основу образовательного процесса физического воспитания в высших образовательных учреждениях представляют такие важные общечеловеческие ценности как: здоровье, физическое и духовное совершенство личности, ЗОЖ, уважение к своему сопернику, адекватное соперничество и сопереживание.

Отсутствие стимулов и мотивации при занятиях физической культурой и спортом является главной проблемой в студенческом спорте. Именно поэтому для привлечения молодого поколения к занятиям спортом и физической культурой необходимо создать в них мотивированное отношение. Так как ключевым компонентом развития физических способностей студентов в России является совершенствование физического воспитания.

В высших учебных заведениях учебные занятия выступают основной формой физического воспитания учащихся. Такая дисциплина как «физическая культура и спорт» обязательна для изучения не только профильных специалистов, но и для остальных специализаций. Она представляет собой основное средство влияющее на образование всесторонне развитой личности и направлена на поддержание состояние здоровья, развитие и совершенствование физических качеств студентов, формирование психических качеств, свойств и черт личности, а также использования их в профессиональной деятельности.

В последние несколько лет в сфере студенческого спорта возросла тенденция к значимости его роли для общества: развитие спортивных секций на базе учреждений, студенческие клубы по интересам, но самое главное, что изменилось отношение в лучшую сторону к дисциплине «физическая культура» со стороны студентов.

В условиях обновления системы образования и обеспечения её успеха, в повышение профессионализма среди учащихся, именно ЗОЖ оказывает ключевое влияние на становление физического воспитания, которое охватывает широкий спектр жизнедеятельности: различные виды и формы спорта, образовательную среду, а также быт, работу, досуг, лечебную профилактику, которой руководствуются различные группы населения, как здоровые, так и больные, нуждающиеся в укреплении здоровья, физической и социальной реабилитации и адаптации в обществе.

Физическая культура в вузах представлена как отдельная учебная дисциплина, которая выступает не только важной частью образования, но и

целостностью развития личности обучающегося. Важным механизмом формирования общей культуры человека является его психофизическое становление и профессиональное развитие, именно поэтому физическая культура – обязательная дисциплина. Она выполняет свои образовательные и развивающие функции с помощью целенаправленной педагогики, технологий и физического воспитания.

#### Список литературы

1. Волкова Е.Г. Рекреационная деятельность студенческой молодежи / Е.Г. Волкова, Д.С. Григорьев, И.В. Григорьева // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2018. - № 2 (25). С. 154-156.
2. Волкова Е.Г. Роль физической культуры в укреплении здоровья студентов / Е.Г. Волкова, И.В. Григорьева, Е.Н. Петров // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2020. - № 1 (32). С. 65-67.
3. Фокин Ю.Г. Преподавание и воспитание в высшей школе: методология, цели и содержание, творчество / Ю.Г. Фокин. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. - 224 с.

#### References

1. Volkova E.G. Recreational activities of student youth / E.G. Volkova, D.S. Grigorev, I.V. Grigoreva // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2018. - No. 2 (25). pp. 154-156.
2. Volkova E.G. The role of physical culture in improving the health of students / E.G. Volkova, I.V. Grigoreva, E.N. Petrov // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2020. - No. 1 (32). pp. 65-67.
3. Fokin Yu.G. Teaching and upbringing in higher education: methodology, goals and content, creativity / Yu.G. Fokin. - M.: Publishing Center "Academy", 2002. - 224 p.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_110-115  
УДК 796.015

## РЕЖИМ БЫТА И ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА СТУДЕНТА-БЕГУНА

Сушкова А.В., Алехина О.В., Серищев А.В., Просекина Е.В.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия  
МБОУ «Гимназия №2», г. Воронеж, Россия*

Аннотация. Строгое соблюдение режима тренировки и режима быта создает наиболее благоприятные условия для деятельности организма и способствует достижению высоких спортивных результатов. А правильно судить о своей спортивной форме спортсмен должен уметь по самочувствию и другим данным самоконтроля.

**Ключевые слова:** режим, спортсмен, соревнование, тренировка, самоконтроль

## THE MODE OF LIFE AND TRAINING PROCESS OF A STUDENT RUNNER

Sushkova A.V., Alekhina O.V., Serishev A.V., Prosekina E.V.

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

Annotation. Strict adherence to the training regime and the daily routine creates the most favorable conditions for the activity of the body and contributes to achieving high sports results. And an athlete should be able to judge his athletic form correctly based on his well-being and other self-control data.

**Keywords:** regime, athlete, competition, training, self-control

Режим студента-спортсмена складывается из режима тренировки и режима быта. К первому относится все, что касается организации и проведения тренировочных занятий, ко второму – поведение студента во время отдыха и досуга. Режим тренировки и режим быта должны находиться в строгом соответствии друг с другом.

Строгое соблюдение режима создает наиболее благоприятные условия для деятельности организма и способствует достижению высоких спортивных результатов. Кроме того, соблюдение режима формирует характер спортсмена, закаляет его волю [1].

Расход энергии бегуна на тренировках и соревнованиях большой. Поэтому он нуждается в высококачественном регулярном питании и нормальном отдыхе.

Питание бегуна должно быть одинаковым, в том числе и в дни соревнований. Количество употребляемой пищи подсказывает аппетит. Важно лишь всегда помнить об умеренности в еде. Никогда не нужно стремиться есть «про запас» или только потому, что спортсмену «нужно» есть побольше. Наряду с мясной пищей особенно рекомендуются овощи и фрукты.

Спортсменам с большим весом не следует часто и в большом количестве употреблять мучные блюда. Больше обычного бегуну требуется сахар, его потребление в день может достигать 200 и более граммов.

Сон студента-спортсмена должен быть регулярным и продолжаться не менее 8 час., причем ложиться спать надо не позже 11 час. - 11 час. 30 мин. вечера. Режим сна остается таким же и в дни соревнований. Попытки спать дольше из-за соревнований, менять часы сна, вводить сон днем и т. д. ничего кроме вреда не принесут. В то же время надо иметь в виду, что дополнительный сон очень важен для восстановления сил и особенно нервной энергии тем, кто тренируется усиленно. Но он может быть рекомендован только в том случае, если имеется возможность пользоваться им систематически.

В основном периоде, когда начинаются серьезные соревнования, досуг бегуна должен быть тщательно продуман и организован. Это особенно важно для бегунов легко возбудимых и много думающих о предстоящих соревнованиях. Такие бегуны к началу соревнований приходят очень возбужденными. Поэтому все свободное время должно быть чем-нибудь



занято, чтобы отвлечься от ненужных мыслей. Посещение кино, прогулки, экскурсии, чтение книг и т. д. - все это не только не мешает, но, наоборот, способствует достижению высоких результатов. Пассивное ожидание соревнований лежа в кровати в расчете сэкономить силы представляет грубую ошибку.

Употребление алкоголя и курение несовместимы с тренировкой в беге. Алкоголь и никотин – сильнодействующие яды, и даже в самых незначительных дозах приносят огромный вред организму, разрушая в первую очередь нервную систему.

Строгое выполнение правильно организованного режима быта обеспечивает устойчивое хорошее самочувствие. Нарушения режима, такие, как недостаточный отдых, недосыпание и т. п., не замедлят сказаться на состоянии бегуна, и в первую очередь на его самочувствии. Ухудшение состояния бегуна может проявиться в повышенной раздражительности, тренировках без удовольствия, снижении аппетита, нарушении нормального сна и других формах.

Бегун должен уметь правильно судить о своей спортивной форме по самочувствию и другим данным самоконтроля, не допуская, однако, при этом излишней мнительности. Судить о своем состоянии бегуну помогают также систематические наблюдения за весом и пульсом. Обычно вес и пульс у бегуна, находящегося в спортивной форме, т. е. когда он хорошо тренирован, устойчивы и изменяются на короткий срок только после тренировки [2].

В первые месяцы тренировки вес бегуна несколько снижается в связи с тем, что уменьшается жировая прослойка и происходит усиленное выделение излишней влаги. Затем вес приходит к норме, соответствующей характеру работы, и держится почти на одном уровне, уменьшаясь только во время интенсивных занятий в основном из-за потери влаги при усиленном дыхании и потоотделении, но уже к следующему дню вес восстанавливается.

Пульс тренированного бегуна в покое может быть ниже 50 ударов в минуту. При явлениях утомления пульс обычно учащается, что особенно заметно при переходе из положения лежа в положение стоя. У тренированного бегуна разница в числе ударов пульса при переходе из одного положения в другое незначительна и не превышает 8 – 10 ударов в минуту. Если разница в числе ударов становится большей, то это означает, что организм еще не отдохнул или имеются какие-то другие причины (переутомление, болезнь в скрытой форме и т. д.), которые вызывают данное явление [3]. В этом случае необходимо обратиться за помощью к врачу.

Если самочувствие спортсмена заметно ухудшается и остается плохим без видимых на то оснований, ему следует уменьшить нагрузку или вовсе прекратить тренировку на 2 – 3 дня, а то и больше.

Для того, чтобы бегун мог делать правильные выводы о своем состоянии, он должен вести тщательные записи в дневнике до и после тренировки. Это поможет установить правильный режим тренировки – сколько бегать, сколько отдыхать между пробежками, между тренировками и перед соревнованиями, в какое время лучше тренироваться, какие виды бега применять чаще, какие реже и т. д.

Перерывы в тренировке, нарушения ее регулярности недопустимы. Если они все же вызваны необходимостью, то в этом случае следует заниматься какой-либо физической деятельностью. Организм бегуна, привыкший к систематическим и значительным нагрузкам, отрицательно реагирует на отсутствие тренировочных занятий. Во время перерывов в тренировках происходит нарушение процессов, связанных с обменом веществ, что прежде всего сказывается в ухудшении самочувствия бегуна [2]. Резкие переходы от напряженной систематической работы к легкой и наоборот вредны для здоровья.

Как ни велико значение самоконтроля, но заменить в полной мере врачебный контроль он не может, даже при самом тщательном наблюдении за собой. Еще до начала тренировки, решив заниматься бегом, необходимо

обратиться за советом к врачу и получить от него разрешение. В дальнейшем следует регулярно пользоваться помощью врача. Указания и советы, основанные на объективных научных данных, будут способствовать не только сохранению и укреплению здоровья, но и более быстрому росту спортивного мастерства занимающегося.

В режиме тренировки бегуна должно быть предусмотрено регулярное посещение парных бань один-два раза в неделю, особенно после напряженных тренировок и соревнований. Обильное потоотделение, вызываемое высокой температурой и повышенной влажностью воздуха, способствует более быстрому удалению продуктов распада и восстановлению сил бегуна. При болях в мышцах, что часто бывает на первых тренировках, также рекомендуется парить ноги с одновременным массажем их легкими разминаниями и встряхиваниями.

Регулярное пользование массажем дает значительный эффект как в восстановлении сил, так и в повышении эластичности мышц. Поэтому бегуны, которые смогут освоить основные приемы самомассажа, получат дополнительное и эффективное средство тренировки. Однако, если бегун не имеет возможности регулярно пользоваться массажем, то лучше к нему не прибегать.

Применение каких-либо средств, возбуждающих нервную систему с целью достижения более высоких результатов, бессмысленно и вредно. Ни одно средство не может помочь достигнуть того, что достигается только спортивным трудолюбием – систематической, упорной и целенаправленной тренировкой.

#### Список литературы

1. Сушкова А.В. Режим и самоконтроль студента-спортсмена (на примере бегуна) / А.В. Сушкова // Природопользование: ресурсы, техническое обеспечение: межвуз. сб. науч. тр. Вып. 4 / под ред. Ф.В. Пошарникова. – Воронеж: ГОУ ВПО «ВГЛТА», 2009. - С. 306-309.

2. Учебник тренера по легкой атлетике / под ред. Л.С. Хоменкова. - Изд. 2-е, перераб. и доп.- М.: Физкультура и спорт, 1982. - 479 с.

3. Макаров А.Н. Бег на средние и длинные дистанции / А.Н. Макаров. - М.: Физкультура и спорт, 1966. - 191 с.

#### References

1. Sushkova A.V. Regime and self-control of a student-athlete (on the example of a runner) / A.V. Sushkova. // Nature management: resources, technical support: interuniversity collection of scientific papers. Issue 4 / edited by F.V. Posharnikov. - Voronezh: GOU VPO "VGLTA", 2009. - pp. 306-309.

2. Textbook of an athletics coach / edited by L.S. Khomenkov. - 2nd ed., reprint. and additional- M.: Physical culture and sport, 1982. - 479 p.

3. Makarov A.N. Middle and long distance running / A.N. Makarov. - M.: Physical culture and sport, 1966. - 191 p.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_116-120  
УДК 796.011

## **ФОРМИРОВАНИЕ МОТИВАЦИОННО-ЦЕННОСТНОГО ОТНОШЕНИЯ К РЕГУЛЯРНЫМ ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ**

**Могунова М.Н., Деркачева Н.П.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
университет инженерных технологий»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация:** В статье рассматривается формирование мотивационно-ценностного отношения к регулярным физическим нагрузкам обучающихся технических вузов с целью привлечения их к здоровому образу жизни.

**Ключевые слова:** мотивация, обучающиеся, физическая нагрузка, двигательная активность.

## **FORMATION OF A MOTIVATIONAL-VALUE ATTITUDE TO REGULAR PHYSICAL LOADS IN TECHNICAL UNIVERSITIES**

**Mogynova M.N., Derkacheva N.P.**

*Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia  
Voronezh State University of Engineering Technology, Voronezh, Russia*

**Abstract.** The article discusses the formation of a motivational-value attitude to regular physical activity of students of technical universities in order to attract them to a healthy lifestyle.

**Keywords:** motivation, students, physical activity, motor activity.

Актуальность формирования мотивационно-ценностного отношения к регулярным физическим нагрузкам предполагает привлечение обучающихся

технических вузов к здоровому образу жизни. Малоподвижный образ жизни, не смотря на отрицательное влияние на наш организм, занимает определённую нишу в повседневной жизни. Это не только учебная нагрузка, но и порой отсутствие желания заниматься любой двигательной активностью.

С целью привлечения обучающихся к физическим нагрузкам, анализируя мотивационно-ценностные отношения к двигательной активности у обучающихся технических вузов, нами был проведён опрос «отношения студентов к занятиям физической культурой». Опрос был проведён среди обучающихся 1-го курса на базе двух технических вузов г. Воронежа ВГУИТ и ВГЛТУ. Результаты опроса представлены на рисунке.



Рисунок. Отношение студентов к занятиям физической культуры

В результате опроса, можно сделать достаточно позитивный вывод, что большинству, составляющему 46 %, «нравятся занятия»; однако нельзя не заметить малую долю, у которых заинтересованность отсутствует: «не всегда занятия приносят удовольствие» составило - 25%; «нейтрально отношусь,

главное получить зачёт» – 18%; «не нравятся занятия, стараюсь их пропускать» - 11%.

Одной из главных задач занятий по дисциплине физическая культура, которая совпадает с формированием мотивационно-ценностного отношения обучающихся к регулярным физическим нагрузкам обучающихся технических вузов, является улучшение физического состояния и поддержание здорового образа жизни, развитие физических качеств.

Ранее после выхода из дистанционного обучения, когда обучающиеся приступили к занятиям и стали получать регулярную физическую нагрузку, нами был проведён опрос среди обучающихся 1-2 курсов технических вузов ВГУИТ и ВГЛТУ. В опросе участвовало 240 респондентов, из которых: 137 – представители ВГУИТ, 103 – представители ВГЛТУ. Для мотивации к учебным занятиям по физической культуре были выбраны следующие параметры: улучшение фигуры, выполнение зачётных требований и укрепление здоровья, результаты представлены в таблице.

Таблица 1 – Мотивация для учебных занятий по физической культуре в разделе «гимнастика» в % от числа респондентов.

Параметры мотивации\ вуз	ВГТА	ВГЛТУ
Улучшение фигуры	45	40
Выполнение зачётных требований	25	28
Укрепление здоровья	30	32

Анализируя полученные данные, не смотря на некоторую разницу в показателях, приоритетным выбором обучающихся стало «улучшение фигуры», далее следует «укрепление здоровья» и «выполнение зачётных требований». На основании этого можно сделать вывод, что для обучающихся представленных

технических вузов внешние данные и здоровье важнее, чем спортивные показатели [1].

Необходимость поиска новых мотиваций к занятиям физической культурой с целью привлечения обучающихся к двигательной активности присутствует на всём протяжении курса. Грамотно организованные, разнообразные, увлекательные занятия позволят студентам обрести новые интересы и проявить заботу к своему организму [2]. Когда очевиден результат, полученный после двигательной активности, тогда мотивационно-ценностные отношения именно к регулярным физическим нагрузкам, увеличиваются.

Выводы о формировании мотивационно-ценностного отношения обучающихся технических вузов к регулярным физическим нагрузкам.

1. Дифференцированный подход к студентам различных медицинских групп может помочь обучающимся, с помощью преподавателя определить ту необходимую физическую нагрузку, которая позволит каждому выйти на свой индивидуальный уровень физического состояния. Нагрузка должна соответствовать возрасту, полу, уровню физической подготовки и состоянию здоровья. Не смотря на дифференциацию по медицинским показателям, принцип «от простого к сложному», доступен для любой медицинской группы.

2. Обучающиеся всегда с интересом реагируют на новые задания, которые подкрепляются эффективностью и качеством, в данном случае физической нагрузки. Применение инноваций в области физической культуры и спорта, с целью оздоровления организма и развития двигательных качеств, только поставят мотивационно-ценностные отношения на более качественный уровень.

3. То, что физкультурно-спортивная деятельность и сейчас позволяет ориентироваться на решение задач социального, личностного и физического развития обучающихся [3], является яркой мотивацией, в большей степени для 1-ых курсов. Потому что, это новые участия в спортивных мероприятиях, не



только для личных преодолений и побед, но и с целью общения, приобретения новых знакомств.

4. Мотивацией к двигательной активности в вузах может стать и снятие умственной усталости, восстановление сил. Даже небольшие «переключения», в форме физических упражнений, помогут обучающимся с новыми силами приступить к основным занятиям.

5. Физическая нагрузка должна быть подобрана так, чтобы у обучающихся технических вузов всегда было желание возвращаться в спортзал.

### Список литературы

1. Деркачева, Н.П. Мотивация обучающихся технических вузов к занятиям двигательной активности: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-методической конференции /Н. П. Деркачева, М. Н. Могунова. - Воронеж, 2021. - С. 156-159. - Режим доступа: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2021/etg/>- Загл. с экрана.

2. Могунова М.Н., Отношение студентов технических вузов к оздоровительному образу жизни: Материалы XIII научной медико-педагогической конференции / М.Н. Могунова, Н.П. Деркачева; – Воронеж, 2020. – С. 8-12.

3. Васильева, М.А. Отношение студентов технических вузов к физической культуре и спорту/ М. А. Васильева, Н. П. Деркачева // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2018. Т. 3. № 4. - С. 120-124.

### References

1. Derkacheva, N.P. Motivation of students of technical universities to physical activity classes: Collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian Scientific and Methodological Conference / N. P. Derkacheva, M. N. Mogunova. - Voronezh, 2021. - P. 156-159. URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2021/etg>.

2. Mogunova M. N., The attitude of students of technical universities to the health-improving way of life: XIII Scientific Medical and Pedagogical Conference / M. N. Mogunova, N. P. Derkacheva. - Voronezh, 2020. - P. 8-12.

3. Vasilyeva, M.A. The attitude of students of technical universities to physical culture and sports / M. A. Vasilyeva, N. P. Derkacheva // Physical culture. Sport. Tourism. Motor recreation. 2018. V. 3. No. 4. – P. 120-124.

DOI: 10.34220/CIPDMS2022\_121-125  
УДК 796.011

## ВЛИЯНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА

**Григорьева И.В., Волкова Е.Г., Зеликова Н.В., Кузнецов И.В.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** В статье рассматривается двигательная активность, содержащая в себе определённые схемы упражнений, способная влиять на развитие и совершенствования всех систем организма в нужном направлении, влияя на них в положительном, оздоровительном и укрепляющем ключе. Разумное сочетание физической активности, отдыха и умственного труда является необходимым условием сохранения и восстановления психофизического здоровья каждого индивида.

**Ключевые слова:** здоровье, двигательная активность, тренировка, физические упражнения.

## INFLUENCE OF MOTOR ACTIVITY ON THE PSYCHOLOGICAL AND FUNCTIONAL STATE OF THE ORGANISM

**Grigoreva I.V., Volkova E.G., Zelikova N.V., Kuznetsov I.V.**

Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Abstract.** The article discusses motor activity, which contains certain patterns of exercises that can influence the development and improvement of all body systems in the right direction, influencing them in a positive, health-improving and strengthening way. A reasonable combination of physical activity, rest and mental work is a necessary condition for the preservation and restoration of the psychophysical health of each individual.

**Keywords:** health, motor activity, training, exercise.

Спортивная психология рассматривает взаимодействие между психологией и спортивной деятельностью, включая психологические аспекты

оптимальной спортивной деятельности, психологическую помощь и благополучие спортсменов, тренеров и спортивных организаций, а также связь между физическим и психологическим функционированием. Психология упражнений публикует исследования поведенческих, социальных когнитивных и психобиологических предпосылок и последствий физической активности с акцентом на принятие и поддержание физической активности и ее влияние на психологическое благополучие. Психология производительности фокусируется на психологии человеческой деятельности, в частности, профессий, которые требуют совершенства в психомоторных показателях (например, исполнительское искусство, хирургия, пожаротушение, правоохранительные органы, военные операции и т.д.). Также рассматриваются условия работы, в которых командная работа и мотивация важны для производительности человека. Приветствуются интегративная физиология и трансляционные исследования, в ходе которых основные результаты, полученные в лаборатории, сначала переносятся в элитные виды спорта, а затем переносятся в практические условия для улучшения процесса реабилитации и медицинского сообщества. Более конкретно, этот раздел предназначен для продвижения исследований в области фундаментальных и прикладных аспектов науки о движении и связанной с ней спортивной психологии. Существующая связь между наукой о движении и спортивной психологией продвигает идею о том, что движения в области спорта может предложить идеальный вариант для охвата всех аспектов.

Оптимальный физический режим – наиболее значимое условие здорового образа жизни.

Малоподвижный образ и низкая активность человека разрушительно влияет на все функциональные системы. Наш организм рассчитан на достаточно значительную ежедневную нагрузку. Если он такой нагрузки не получает, то происходит снижение функций, уменьшается количество работающих волокон и т. д. Таким образом, отключается все «ненужное» (по мнению организма), а, именно, то, что не принимает участия в процессе жизнедеятельности. В

результате мышечного голодания начинаются деструктивные конфигурации. Особенно в сердечно-сосудистой системе. Ухудшается кровоснабжение всего тела, охватывая сердце и мозг.

Благодаря, двигательной активности развиваются и физические качества, основные из которых является выносливость, гибкость и скорость, даже выполняя простую ходьбу, мы уже увидим результат.

Не секрет, что всё в организме человека взаимосвязано. В большей или меньшей степени, одни органы влияют на работу других, вырабатывая ферменты и гормоны, оказывая поддерживающий или стимулирующий эффект, защищая, а также как взаимно, так и односторонне помогая в осуществлении их функций. Но отдельные из них являются наиболее связанными друг с другом, образуя системы органов

Тренировки, содержащие в себе определённые схемы упражнений, способны влиять на развитие и совершенствования этих систем в нужном направлении, влияя на них в положительном, оздоровительном и укрепляющем ключе.

Также физические упражнения помогают устранить последствия стресса и неврозов. Во время тренировок эмоциональное возбуждение переходит в спортивное поведение. Человек сосредотачивается на выполнении упражнения, правильной технике и качестве движений, за счёт чего снижается эмоциональное напряжение и воздействие стресса на организм. При занятиях гимнастикой, аэробикой, играми на свежем воздухе получают положительные эмоции: бодрость, жизнерадостность, что повышает мозговую активность. По этой причине физические упражнения уделяют большое внимание человеческому духу.

Учёный и физиолог Иван Павлов установил, что организм приспособляется к окружающей среде с помощью рефлексов - реакции организма на раздражители из внешней среды. Упражнения являются одним из таких «стимуляторов». Импульсы от различных органов и мышц поступают в головной мозг, образуют новые сочетания и формируют условные рефлексы.

При тренировке достигается отличная точность, адаптация и скорость движений. Тренировка также делает центральную нервную систему более пластичной - повышается адаптация к новым видам и скорости работы.

Упражнения оказывают общеукрепляющее и нормализующее действие на организм, улучшают нейроэндокринную регуляцию и способствуют нормализации двигательных висцеральных рефлексов.

После тренировок организм выполняет стандартные задачи более экономично. Тренировки вызывают адаптивные изменения в организме, которые приводят к сохранению всех физиологических функций, а также их качественные улучшения не только здоровья до нормального, но и улучшения характеристик как отдельных систем органов, так и организма в целом.

Также по мере повышения физической подготовки одна и та же работа становится менее утомительной. Без обучения стандартная работа относительно тяжела, выполнение с интенсивностью тяжёлой работы может вызывать утомление, а с обучением такая же нагрузка выполняется относительно легко и менее трудоёмко, не вызывает большого утомления.

Как показывают исследования основного обмена, общие энергозатраты тренированных организмов в дни отдыха, утреннее время, натощак, дни вне соревнований и интенсивных тренировок, по сравнению с нетренированными организмами, меньше на 10-15 %. Снижение энергозатрат при физической нагрузке связано с соответствующим снижением потребления кислорода и вентиляции лёгких, так как частота дыхания тренированного человека в состоянии покоя ниже, чем у нетренированного.

Таким образом, физическая активность, очень важна в жизни каждого человека, степень может быть различной от профессиональной до простой ходьбы до университета, школы и работы. В любом возрасте следует поддерживать организм в тонусе, так как это хорошо как для организма, так и для эмоционального состояния.

## Список литературы

1. Волкова Е.Г. Рекреационная деятельность студенческой молодежи / Е.Г. Волкова, Д.С. Григорьев, И.В. Григорьева // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2018. - № 2 (25). С. 154-156.
2. Волкова Е.Г. Роль физической культуры в укреплении здоровья студентов / Е.Г. Волкова, И.В. Григорьева, Е.Н. Петров // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2020. - № 1 (32). С. 65-67.
3. Григорьева И.В. Учет индивидуальных особенностей в различных видах спорта/ И.В. Григорьева, Е.Г. Волкова, Е.Н. Петров // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 4 (19). С. 125-126.

## References

1. Volkova E.G. Recreational activities of student youth / E.G. Volkova, D.S. Grigorev, I.V. Grigoreva // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2018. - No. 2 (25). pp. 154-156.
2. Volkova E.G. The role of physical culture in improving the health of students / E.G. Volkova, I.V. Grigoreva, E.N. Petrov // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2020. - No. 1 (32). pp. 65-67.
3. Grigoreva I.V. Accounting for individual characteristics in various sports / I.V. Grigoreva, E.G. Volkova, E.N. Petrov // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. - 2016. - No. 4 (19). pp. 125-126.

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Материалы Национальной научно-практической конференции

Воронеж, 15 марта 2022 г.

Ответственный редактор В.А. Зеликов

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 24.05.2022. Объем данных 2,02 Мб  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»  
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8