

УДК 656.13.05

**УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМОМ РАБОТЫ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА СЕКТОРАЛЬНЫМ МЕТОДОМ**

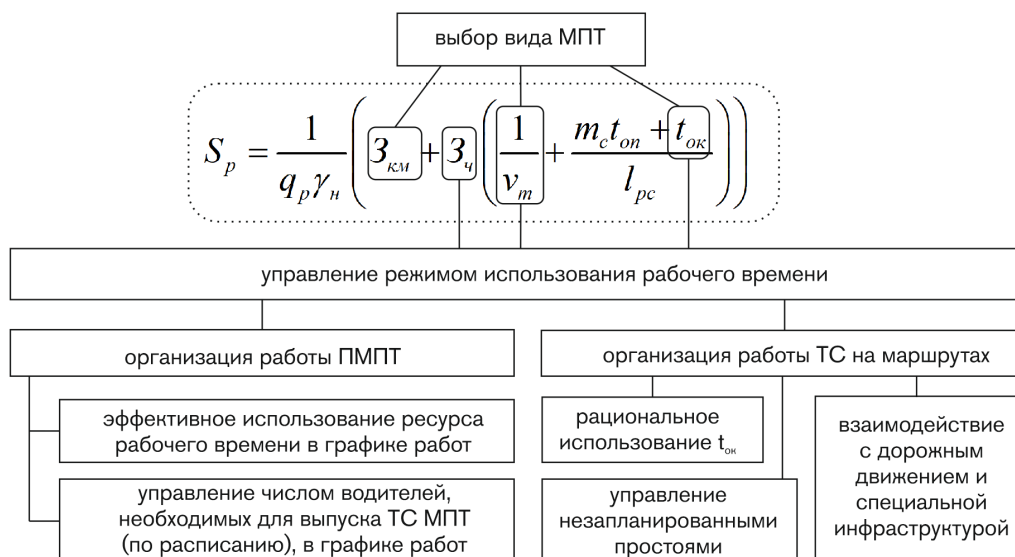
**С.В. СЕМЧЕНКОВ, д-р техн. наук, доц. Д.В. КАПСКИЙ**  
(Белорусский национальный технический университет, Минск)

Рассмотрен секторальный метод управления режимом работы маршрутного пассажирского транспорта. Определены новые возможные пути повышения его эксплуатационных предприятий. Использование секторального метода позволило повысить эффективность использования ресурса рабочего времени водителей, снизить непродуктивные затраты при организации перевозок пассажиров маршрутного пассажирского транспорта в ряде городов Республики Беларусь.

**Ключевые слова:** маршрутный пассажирский транспорт, рациональные графики работы водителей, режим использования рабочего времени, непродуктивные затраты, секторальный метод, повышение эффективности работы.

**Введение.** Маршрутный пассажирский транспорт (далее – МПТ) играет неопределимую роль в жизни и экономическом развитии городов, обеспечивая основные передвижения населения, способствует улучшению экологической обстановки, повышению безопасности участников движения. Согласно современным исследованиям (В.Н. Седюкевич), затраты эксплуатационных предприятий МПТ (далее – ЭМПТ) на перевозку одного пассажира являются не только стоимостным выражением понесенных ЭМПТ расходов, но и, определяя степень эффективности, позволяют на основе выявленных зависимостей управлять процессами организации перевозок [3]. Таким образом, ЭМПТ во многом определяют такие параметры, как удельные затраты ЭМПТ на 1 км пробега, средняя дальность поездки пассажира, пассажироместность используемых транспортных средств (далее – ТС) МПТ и коэффициент ее использования.

Определены новые возможные пути повышения ЭМПТ, заключающиеся в устранении причин возникновения непродуктивных затрат ПМПТ путем выбора вида МПТ и управления РИРВ (следует учитывать, что доля заработной платы водителей в расходах в различных ЭМПТ составляет 30–50%), которые приведены на рисунке 1 в виде схемы, структурно представленной с использованием зависимости для определения удельной себестоимости перевозок на единицу транспортной работы  $S_p$  как показателя эффективности при выполнении перевозок пассажиров, предложенной в [3].



$q_p$  – пассажироместность ТС, пасс;  $\gamma_n$  – коэффициент использования пассажироместности;  $Z_{км}$  – переменные затраты на 1 км пробега ТС, BYN/км;  $Z_{ч}$  – постоянные затраты на 1 ч работы ТС, BYN/км;  $v_t$  – техническая скорость ТС, км/ч;  $m_c$  – количество остановочных пунктов;  $t_{он}$  – время нахождения ТС на остановочных пунктах, ч;  $t_{ок}$  – время нахождения ТС на конечных станциях, ч;  $l_{рс}$  – средняя дальность поездки пассажира, км

**Рисунок 1. – Возможные пути повышения эксплуатационных предприятий маршрутного пассажирского транспорта**

**Основная часть.** Обследование условий движения ТС МПТ на маршрутной сети городов Минска, Полоцка, Новополоцка и Слонима показало, что в определенных случаях наблюдаются потери времени при взаимодействии ТС МПТ с дорожным движением, порядок которого определен соответствующими схемами и обеспечивается техническими средствами. Дополнительные ограничения налагает также специальная инфраструктура отдельных видов МПТ. Все это приводит к возникновению краткосрочных «простоев», некоторого рода промедлений движения ТС МПТ, связанных с ожиданием возможности дальнейшего движения при условии обеспечения безопасности движения, необходимостью отступления от требований дорожных знаков и разметки, отсутствием права преимущественного движения и т.д. [1; 5].

При принятии решения о выборе вида МПТ традиционно учитываются технико-экономические характеристики ТС МПТ, к которым относятся их массогабаритные параметры, а также вместимость, комфортабельность, маневренность, приемистость, провозная способность. Кроме этого, учитываются расходы, связанные с созданием инфраструктуры, приобретением ТС, и расходы, возникающие при их эксплуатации. Существующие подходы, состоящие в выборе вида МПТ на основе критерия провозной способности, на сегодня не являются всеобъемлющими, не в полной мере учитывают возможности новых видов МПТ и требуют уточнения и развития. Следует отметить, что во многих случаях актуальным остается вопрос выбора вида МПТ в целом для осуществления перевозок на сложившейся маршрутной сети города, а также на отдельных существующих маршрутах или группах маршрутов [1; 6; 7].

Учитывая высокую степень гетерогенности маршрутов (как правило), проектирование секторов – сложная и ответственная задача, которая решается с помощью разработанной методики проектирования секторов (далее – МПС), которая обеспечивает формирование равнозначных по своим параметрам секторов и реализуется с помощью разработанного алгоритма формирования сектора (рисунок 2).

Управление числом водителей, необходимых для выпуска по числам месяца ТС МПТ на линию по заданному расписанию, для снижения непродуктивных затрат осуществляется на основе совместного применения разработанных в рамках секторального метода авторских методик:

- методики составления графика отпусков водителей, отличающейся определением периода начала трудового отпуска с уточнением до 10-дневного периода (декады), что позволяет равномерно распределить 39-дневные отпуска на протяжении года с учетом сезонности на основе применения алгоритма балансировки «занятости свободных ячеек», что приводит к значительному снижению неравномерности распределения числа водителей по дням каждого месяца;

- методики определения штатной численности водителей, учитывающей маршрутную технологию обслуживания, применение которой позволяет реагировать на внешние факторы;

- методики назначения режимов сменности водителей в секторе на основе применения строгого набора шаблонов графиков, применение которых исключает интерференцию последовательностей чередования водителей по сменам, при этом обеспечивая наличие нужного числа водителей, необходимых для выпуска ТС по дням месяца.

Типология режимов работы команд разработана с выделением в шаблоны секвенций всех возможных неповторяющихся последовательностей серий рабочих смен и выходных дней на основе реализации принципа гармонизации графика работ водителей с обеспечением не только надежности водителей путем строгого соблюдения режимов труда и отдыха водителей, систематического предоставления непрерывных периодов отдыха для восстановления работоспособности, но и равномерное распределение водителей по календарным дням месяца (в т.ч. на основе учета неравномерностей «рабочие–выходные» дни, «первая–вторая» смена и т.д.), объединенные в классы по признаку общности продолжительности цикла и числа водителей в команде, типичные представители которых приведены в [8].

Исследованиями установлено, что наиболее рациональными для организации команд водителей является совместное использование режимов работы с 12-дневным циклом (в вариантах команд для трех водителей и двух водителей) для обеспечения работы ТС МПТ по всем дням недели и 14-дневным циклом, для усиления сменной работы в будние дни. Работу водителей с разделением рабочего дня на части для обеспечения перевозки пассажиров в пиковое время целесообразно организовывать по специальному режиму работы с 7-дневным циклом.

Для определения режимов работы ТС и водителей каждый сектор описывается условной формулой сектора, для формирования которой разработан алгоритм, отличающийся подбором из числа кодированных такого количества шаблонов секвенций таких, которые обеспечивают выполнение описанных выше принципов.

**Заключение.** Универсальность секторального метода подчеркивается тем, что его принципы справедливы и для проектирования алгоритмов работы перспективных беспилотных ТС, для которых также будет применима и МПС, балансирующая межремонтные интервалы во времени, обеспечивающая рациональное планирование технического обслуживания и ремонта. Наличие доступных и понятных авторских методик позволяет в значительной степени сократить временные и стоимостные затраты на внедрение секторального метода, который является не капиталоемким, а наукоемким, поэтому внедряется легко и оперативно [9], в связи с чем обеспечиваются не только значимые, но и быстрые результаты по повышению ЭМПТ.

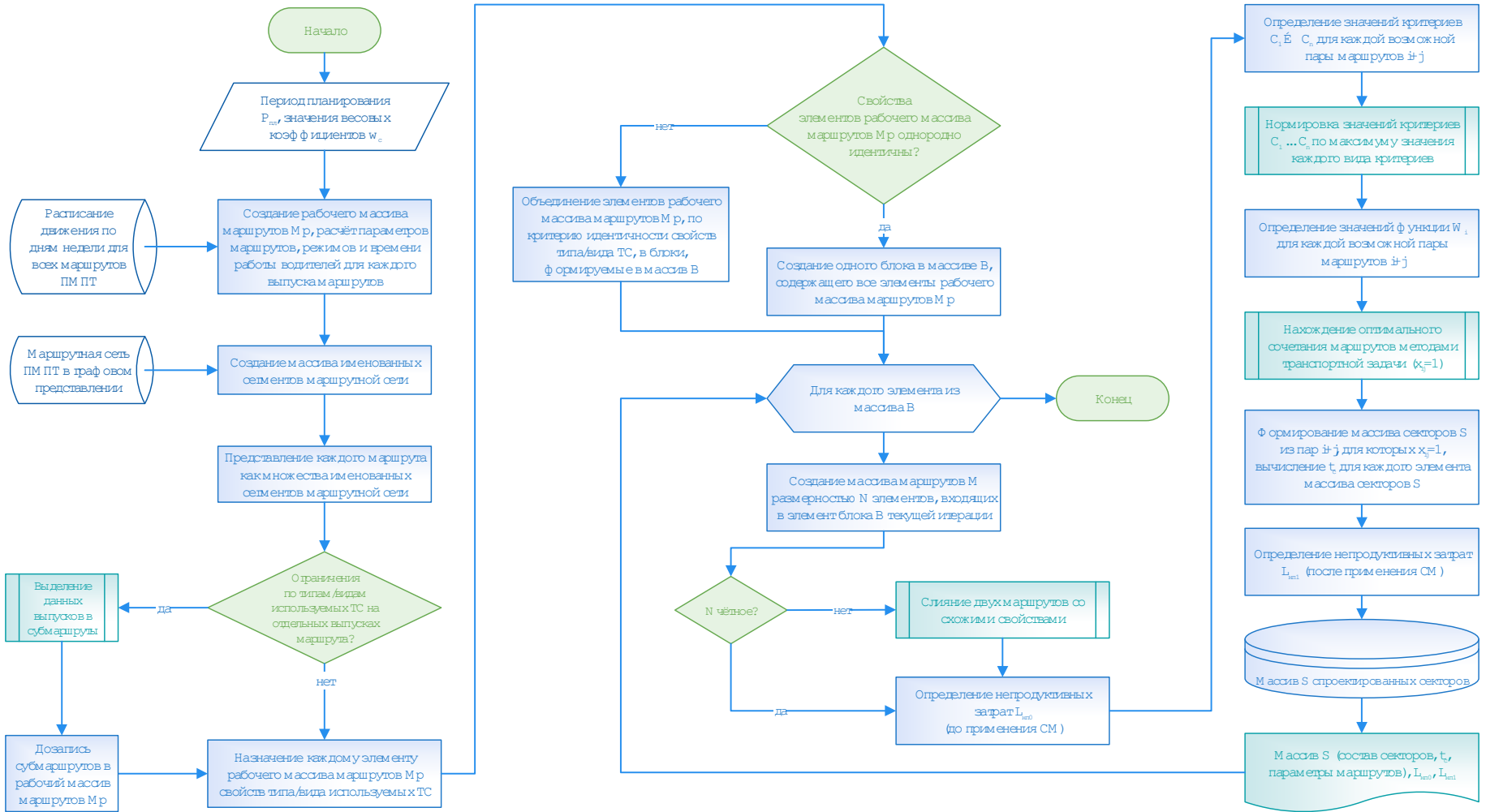


Рисунок 2. – Алгоритм формирования сектора

## ЛИТЕРАТУРА

1. Маршрутный транспорт городов Полоцка и Новополоцка: эффективность и тенденции развития / Д.В. Капский [и др.]. – Новополоцк : Полоц. гос.ун-т, 2021. – 308 с.
2. Капский, Д.В. Сравнение возможностей использования троллейбусов и электробусов для перевозок пассажиров в городах / Д.В. Капский, Е.Н. Кот, С.С. Семченков // Автомобиле- и тракторостроение : материалы конф. – Минск : БНТУ, 2019. – Т. 2. – С. 210–214.
3. Седюкевич, В.Н. Автомобильные перевозки грузов и пассажиров : учеб. пособие / В.Н. Седюкевич, А.Я. Андреев. – Минск : РИВШ, 2020. – 328 с.
4. Развитие городского транспорта в городах Полоцке и Новополоцке / Д.В. Капский [и др.] // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В, Пром-сть. Приклад. науки. – Новополоцк : ПГУ, 2020. – № 11. – С. 85–97.
5. Оценка состояния транспортной системы городов Полоцка и Новополоцка / Д.В. Капский [и др.]. // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В, Пром-сть. Приклад. науки. – Новополоцк : ПГУ, 2020. – № 11. – С. 98–102.
6. Капский, Д.В. Организация дорожного движения с учетом маршрутного пассажирского транспорта / Д.В. Капский, С.С. Семченков, Е.Н. Кот // Экономика Северо-Запада: Проблемы и перспективы развития. – СПб. : ИПРЭРАН, 2021. – 2(65). – С. 66–77.
7. Семченков, С.С. Повышение эффективности работы маршрутного пассажирского транспорта применением секторального метода / С.С. Семченков, Д.В. Капский // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сб. науч. ст. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 170–185.
8. Капский, Д.В. Некоторые вопросы системного подхода к планированию работы водителей городского пассажирского транспорта / Д.В. Капский, Е.Н. Кот, С.С. Семченков // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов / науч. ред. С.А. Ваксман. – Екатеринбург : АМБ, 2020. – С. 269–280.
9. Семченков, С.С. Методика автоматизации процессов организации работы водителей маршрутных транспортных средств / С.С. Семченков, Д.В. Капский // Новости науки и технологии. – Минск : БелИСА, 2021. – С. 74–82.
10. Капский, Д.В. Цифровизация управления работой водителей на предприятиях городского электротранспорта / Д.В. Капский, С.С. Семченков // X Форум вузов инженерно-технологического профиля Союзного государства, Минск, 6–10 дек. 2021 г. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 76–77.

## REFERENCES

1. Kapskiy, D.V., Golovnich, A.K., Vigerina, T.V., Kuz'menko, V.N., Krasil'nikova, A.S., Gorelik, Ye.N., ... Kot, Ye.N. (2021). *Marshrutnyy transport gorodov Polotska i Novopolotska: effektivnost' i tendentsii razvitiya* [Route transport of the cities of Polotsk and Novopolotsk: efficiency and development trends]. Novopolotsk: Polotskiy gosudarstvennyy universitet. (In Russ.).
2. Kapskiy, D.V., Kot, Ye.N. & Semchenkov, Ye.N. (2019). *Sravneniye vozmozhnostey ispol'zovaniya trolleybusov i elektrobusev dlya perevozok passazhirov v gorodakh* [Comparison of the possibilities of using trolleybuses and electric buses for passenger transportation in cities]. *Avtomobil- i traktorostroyeniye* [Automotive and tractor building], (2), 210–214. (In Russ., abstr. in Engl.).
3. Sedyukevich, V.N. & Andreyev, A.YA. (2020). *Avtomobil'nyye perevozki gruzov i passazhirov* [Automobile transportation of goods and passengers]. Minsk: RIVSH. (In Russ.).
4. Kapskiy, D.V., Golovnich, A.K., Vigerina, T.V., Kuz'menko, V.N., Krasil'nikova, A.S., Gorelik, Ye.N., ... Kot, Ye.N. (2020). *Razvitiye gorodskogo transporta v gorodakh Polotske i Novopolotske* [Development of urban transport in the cities of Polotsk and Novopolotsk]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universitetata. Seriya V, Promyshlennost'. Prikladnyye nauki* [Bulletin of the Polotsk State University. Series B, Industry. Applied Sciences], (11), 85–97. (In Russ., abstr. in Engl.).
5. Kapskiy, D.V., Ivanov, V.P., Golovnich, A.K., Kuz'menko, V.N., Krasil'nikova, A.S., Gorelik, Ye.N., ... Kot, Ye.N. (2020). *Otsenka sostoyaniya transportnoy sistemy gorodov Polotska i Novopolotska* [Assessment of the state of the transport system of the cities of Polotsk and Novopolotsk]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universitetata. Seriya V, Promyshlennost'. Prikladnyye nauki* [Bulletin of the Polotsk State University. Series B, Industry. Applied Sciences], (11), 98–102. (In Russ., abstr. in Engl.).
6. Kapskiy, D.V., Semchenkov, S.S. & Kot, Ye.N. (2021). *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya s uchetom marshrutnogo passazhirskogo transporta* [Organization of road traffic taking into account route passenger transport]. *Ekonomika Severo-Zapada: Problemy i perspektivy razvitiya* [Economy of the North-West: Problems and Prospects of Development], 2(65), 66–77. (In Russ., abstr. in Engl.).
7. Semchenkov, S.S. & Kapskiy, D.V. (2021). *Povysheniye effektivnosti raboty marshrutnogo passazhirskogo transporta primeneniym sektoral'nogo metoda* [Improving the efficiency of block passenger transport using the sectoral method]. *Transport i transportnyye sistemy: konstruirovaniye, ekspluatatsiya, tekhnologii* [Transport and transport systems: design, operation, technology] (170–185). Minsk: BNTU. (In Russ., abstr. in Engl.).
8. Kapskiy, D.V., Kot, Ye.N. & Semchenkov, S.S. (2020). *Nekotoryye voprosy sistemnogo podkhoda k planirovaniyu raboty voditeley gorodskogo passazhirskogo transporta* [Nekotorye voprosy sistemnogo podkhoda k sledovaniyu raboty chauffeurs of urban passenger transport]. *Sotsial'no-ekonomicheskiye problemy razvitiya i funktsionirovaniya transportnykh sistem gorodov* [Socio-economic problems of development and functioning of transport systems of cities] (269–280). Yekaterinburg: AMB. (In Russ., abstr. in Engl.).
9. Semchenkov, S.S. & Kapskiy, D.V. (2021). *Metodika avtomatizatsii protsessov organizatsii raboty voditeley marshrutnykh transportnykh sredstv* [Methodology for automating the processes of organizing the work of drivers of route vehicles]. *Novosti nauki i tekhnologii* [News of science and technology] (74–82). Minsk: BelISA. (In Russ., abstr. in Engl.).

10. Kapskiy, D.V. & Semchenkov, S.S. (2021). Tsifrovizatsiya upravleniya rabotoy voditeley na predpriyatiyakh gorodskogo elektrotransporta [Digitalization of driver work management at urban electric transport enterprises]. X Forum vuzov inzhenerno-tekhnologicheskogo profilya Soyuznogo gosudarstva, Minsk, 6–10 dek. 2021 g. [X Forum of Engineering and Technology Universities of the Union State, Minsk, December 6–10, 2021] (76–77). Minsk: BNTU. (In Russ., abstr. in Engl.).

Поступила 17.06.2022

## OPERATION MODE MANAGEMENT OF ROUTE PASSENGER TRANSPORT SECTORAL METHOD

*S. SEMCHENKOV, D. KAPSKIY*

*The sectoral method of managing the operating mode of the route passenger transport is considered. New possible ways of increasing its operational enterprises are determined. The use of the sectoral method made it possible to increase the efficiency of using the working time resource of drivers, to reduce unproductive costs in organizing the transportation of passengers of route passenger transport in a number of cities of the Republic of Belarus.*

**Keywords:** *route passenger transport, rational work schedules for drivers, mode of using working time, unproductive costs, sectoral method, increase in work efficiency.*