

УДК 625.712

**Мавлиев Л.Ф.** – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: [lenarmavliev@yandex.ru](mailto:lenarmavliev@yandex.ru)

**Вдовин Е.А.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: [vdovin007@mail.ru](mailto:vdovin007@mail.ru)

**Фомин А.Ю.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: [fomin-al.78@mail.ru](mailto:fomin-al.78@mail.ru)

**Буланов П.Е.** – ассистент

E-mail: [f\\_lays@mail.ru](mailto:f_lays@mail.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Хайруллин Р.Ш.** – начальник отдела эксплуатации автодорог и безопасности движения

E-mail: [ravil.hayrullin@tatar.ru](mailto:ravil.hayrullin@tatar.ru)

**ГКУ «Главтатдортранс»**

Адрес организации: 420012, Россия, г. Казань, ул. Достоевского, д. 18/75

### **Оценка эффективности зимнего содержания автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с уплотненным снежным покровом**

#### **Аннотация**

*Постановка задачи.* Провести оценку эффективности зимнего содержания с уплотненным снежным покровом автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием, путем сравнения сметной стоимости содержания с применением противогололедных материалов (традиционный метод) и с уплотненным снежным покровом.

*Результаты.* Установлено, что основной статьей затрат при зимнем содержании и с применением противогололедных материалов, и с уплотненным снежным покровом является эксплуатация машин. Определено, что стоимость работ при зимнем содержании с уплотненным снежным покровом снизится на 28 и 32 % в зависимости от группы дороги по содержанию. При этом потребность в материалах сократится на 50 и 61 %, затраты на основную зарплату увеличатся на 168 и 190 %, на эксплуатацию машин снизятся на 19 и 25 % (за счет снижения затрат на эксплуатацию погрузчиков на 29 и 60 %, комбинированных дорожных машин на 39 и 47 %, увеличения затрат на эксплуатацию машин дорожной службы на 34 и 38 %). Стоимость работ по зимнему содержанию 1 км дорог II и III группы при переходе на технологию с уплотненным снежным покровом снизится на 32 и 28 % соответственно.

*Выводы.* Содержание в зимнее время автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан, имеющих асфальтобетонное покрытие, с уплотненным снежным покровом – реальная возможность экономии средств на эксплуатацию дорог за счет снижения текущих и перспективных затрат, а также как показывает опыт, повышения безопасности дорожного движения и улучшение экологической обстановки.

**Ключевые слова:** уплотненный снежный покров, эффективность, сметная стоимость, противогололедные материалы, зимнее содержание, автомобильная дорога.

#### **Введение**

Отечественный и зарубежный опыт зимнего содержания автомобильных дорог показал, что при незначительной интенсивности движения, продолжительных осадках в виде снега, стабильной отрицательной температуре и влажности воздуха 65-85 % создаются благоприятные условия для формирования на покрытиях автомобильных дорог уплотненного снежного покрова. Уплотненный снежный покров (УСП) представляет собой специальный слой, устраиваемый на дорожном покрытии из снега и способный обеспечивать непрерывное и безопасное дорожное движение автомобильного транспорта с установленными скоростями в зимний период (рис. 1) [1-9].



Рис. 1. Фотография автомобильной дороги с уплотненным снежным покровом

Основой технологии зимнего содержания с уплотненным снежным покровом является процесс регулярного и равномерного уплотнения снега по всей ширине полосы движения, начиная с первого снегопада при установившейся отрицательной температуре. Требуемые физико-механические и транспортно-эксплуатационные свойства, а также устойчивость слоя уплотненного снежного покрова достижимы именно при уплотнении с началом первых снегопадов. Нарращивание слоя производится при последующих интенсивных выпадениях снега [10].

В процессе эксплуатации автомобильных дорог с уплотненным снежным покровом слой такого покрытия подвержен деформациями, таким как колее- и волнообразование, просадки и выбоины. Также наблюдается повышение скользкости от временного потепления и снижения шероховатости от действия колес автомобиля. В таблице приведены транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги и способы их обеспечения при содержании с уплотненным снежным покровом.

Таблица

**Способы обеспечения транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги при зимнем содержании с уплотненным снежным покровом**

Транспортно-эксплуатационный показатель	Способ обеспечения
Ровность	Патрульное профилирование автогрейдером или КДМ после каждого снегопада
Шероховатость, коэффициент сцепления	Нарезка продольных бороздок грейдерными ножами с зубчатой или гребенчатой режущей кромкой, либо создание шероховатой поверхности с помощью специальных навесных катков или фрез; Распределение фрикционных противогололедных материалов – природные пески, щебень мелких фракций, щебеночный отсев или высевки, шлаки или твердые отходы промышленности, удовлетворяющие действующим нормативным документам; Распределение противогололедных материалов на особо опасных участках – крутые подъемы и спуски, кривые в плане с малым радиусом, пересечения и примыкания, местах с аномально частым образованием скользкости
Скорость движения (тормозной путь, устойчивость автомобиля)	Установка временных дорожных знаков 3.24 «Ограничение максимальной скорости» для ограничения скорости движения до 80 км/час

Согласно информации, представленной на сайте Федерального дорожного агентства, в зимний период 2013-2014 гг. на участке 1408-1592 км автомобильной дороги Р-21 «Кола» проводился эксперимент по зимнему содержанию с уплотненным снежным покровом с применением в качестве фрикционного материала песка крупных фракций.

В результате эксперимента достигнуты следующие показатели:

- сокращение количества ДТП на 25 % и снижение тяжести последствий ДТП;

- снижение затрат на приобретение противогололедных материалов до 60 %;
- снижение отрицательного воздействия на экологическую обстановку благодаря уменьшению количества применяемых противогололедных материалов;
- снижение перспективных затрат на ремонт и содержание на 30 % за счет меньшего воздействия на дорожную одежду шипов легковых автомобилей, металлических отвалов машин и механизмов, а также противогололедных реагентов.

### Расчетная часть

Для оценки эффективности зимнего содержания с уплотненным снежным покровом автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием проведен расчет и сравнение сметной стоимости содержания с применением противогололедных материалов (традиционный метод) и с уплотненным снежным покровом. Расход противогололедных материалов при содержании с уплотненным снежным покровом принят 40 % от расхода при традиционном методе. В качестве противогололедного материала при содержании с уплотненным снежным покровом принята 5 % пескосоляная смесь. Расчет проведен для автомобильных дорог II и III групп по содержанию. Для зрительного ориентирования водителей принят способ ограничения проезжей части с помощью установки указательных вех через каждые 50 м с обеих сторон автомобильной дороги. С целью обеспечения безопасности дорожного движения принята установка щитков дорожных знаков (ограничение максимальной скорости) со средней потребностью 1 шт./км. Потребность в плужных снегоочистителях, автогрейдерах, комбинированных дорожных машинах при снегоочистке не изменялась в связи с проведением данными механизмами процедур обеспечения ровности и нарезки борозд для обеспечения сцепления. Потребность в комбинированных дорожных машинах сокращена при распределении противогололедных материалов в связи с уменьшением на 60 % расхода самих противогололедных материалов. Всего из обследованных автомобильных дорог II группы по содержанию на технологию уплотненного снежного покрова может быть переведено 514,063 км, III группы – 2741,466 км (автомобильные дороги с интенсивностью до 1500 авт/сут в соответствии с ГОСТ 33181-2014 [11, 12]). Также на территории Республики Татарстан имеются 1095,82 км дороги с низкой интенсивностью движения, III группы по содержанию, которые также можно эксплуатировать с уплотненным снежным покровом. Коэффициент перевода сметной стоимости с цен 2014 г. на 2015 г. – 1,062, на 2016 г. – 1,065, на 2017 г. – 1,067.

На рис. 2-3 представлено распределение затрат и стоимость работ по зимнему содержанию 1 км автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием II и III группы.

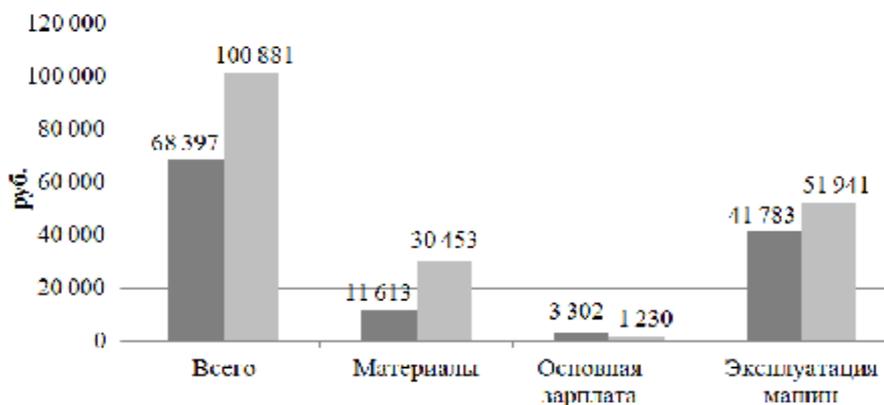


Рис. 2. Распределение затрат и стоимость работ по зимнему содержанию автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием II группы (1 км):

- – с уплотненным снежным покровом;
- – с применением противогололедных материалов

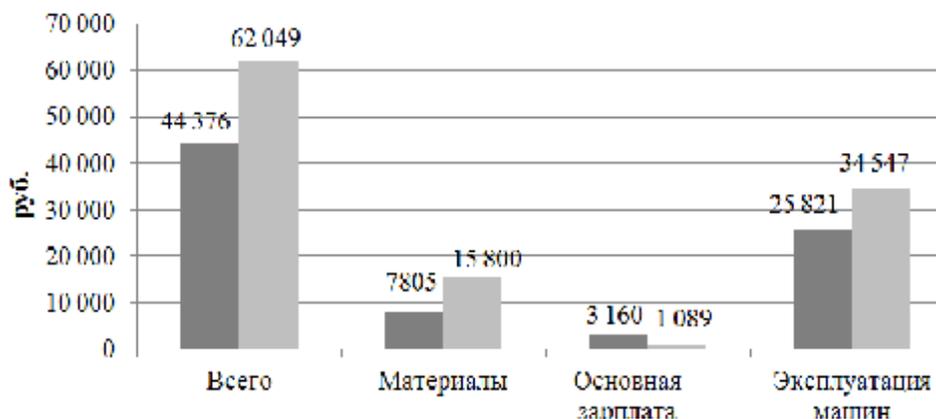


Рис. 3. Распределение затрат и стоимость работ по зимнему содержанию автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием III группы (1 км):

- – с уплотненным снежным покровом;
- – с применением противогололедных материалов

Согласно рис. 2-3, основной статьёй затрат при зимнем содержании и с применением противогололедных материалов и с уплотненным снежным покровом является эксплуатация машин. При переходе на технологию содержания автомобильных дорог с уплотненным снежным накатом, доля эксплуатации машин в общей стоимости работ увеличивается. Это связано с сокращением доли затрат на материалы. Также увеличиваются затраты на основную зарплату в связи с необходимостью в рабочих 2 и 4 разряда при заготовке, установке и уборке указательных вех, а также установке щитков дорожных знаков.

Стоимость работ при зимнем содержании с уплотненным снежным покровом снижается с 100881 руб./км до 68397 руб./км для II группы, с 62049 руб./км до 44376 руб./км для III группы. Потребность в материалах в денежном выражении сокращается с 30453 руб./км до 11613 руб./км для II группы, с 15800 руб./км до 7805 руб./км для III группы. Рост затрат на основную зарплату – с 1230 руб./км до 3302 руб./км для II группы, с 1089 руб./км до 3160 руб./км для III группы. Снижение затрат на эксплуатацию машин с 6882 руб./км до 5281 руб./км для II группы, с 5995 руб./км до 4278 руб./км для III группы.

Стоимость работ при зимнем содержании с уплотненным снежным покровом снижается на 32484 руб./км (32,2 %) для II группы, на 17673 руб./км (28,5 %) для III группы. Потребность в материалах в денежном выражении сокращается на 18840 руб./км (61,9 %) для II группы, на 7995 руб./км (50,6 %) для III группы. Рост затрат на основную зарплату на 2072 руб./км (168,5%) для II группы, на 2071 руб./км (190,2 %) для III группы. Снижение затрат на эксплуатацию машин на 10158 руб./км (19,6 %) для II группы, на 8726 руб./км (25,3 %) для III группы. Стоит отметить, что зарплата механизаторов, включенная в расходы на эксплуатацию машин, также снижается: на 1601 руб./км (23,3 %) для II группы, на 1717 руб./км (28,6 %) для III группы.

На рис. 4-5 представлена стоимость эксплуатации машин и механизмов, используемых для зимнего содержания 1 км автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием II и III группы.

Согласно рис. 4-5 при зимнем содержании с уплотненным снежным покровом автомобильных дорог II и III групп, снизятся затраты на эксплуатацию погрузчиков на 29 % и 60 %, комбинированных дорожных машин на 47 % и 39 % соответственно. При этом увеличатся затраты на эксплуатацию машин дорожной службы на 34 % для II группы и на 38 % для III группы.

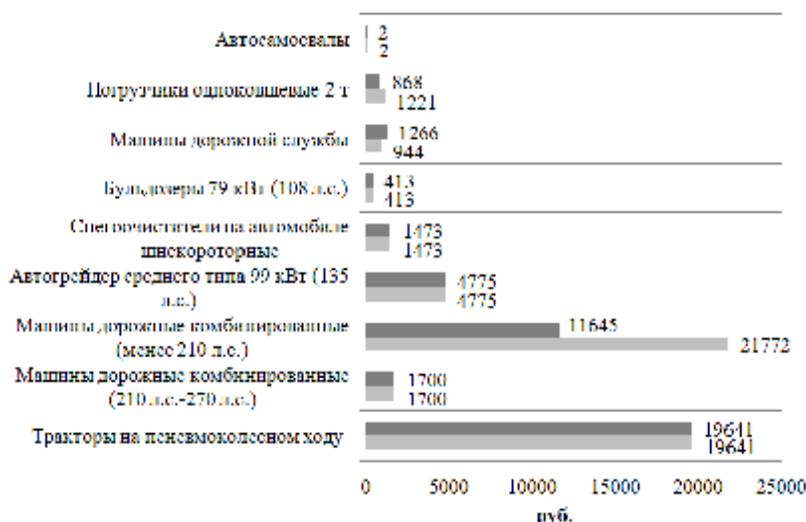


Рис. 4. Стоимость эксплуатации машин и механизмов, используемых для зимнего содержания автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием II группы (на 1 км):  
 ■ – с уплотненным снежным покровом;  
 ■ – с применением противогололедных материалов

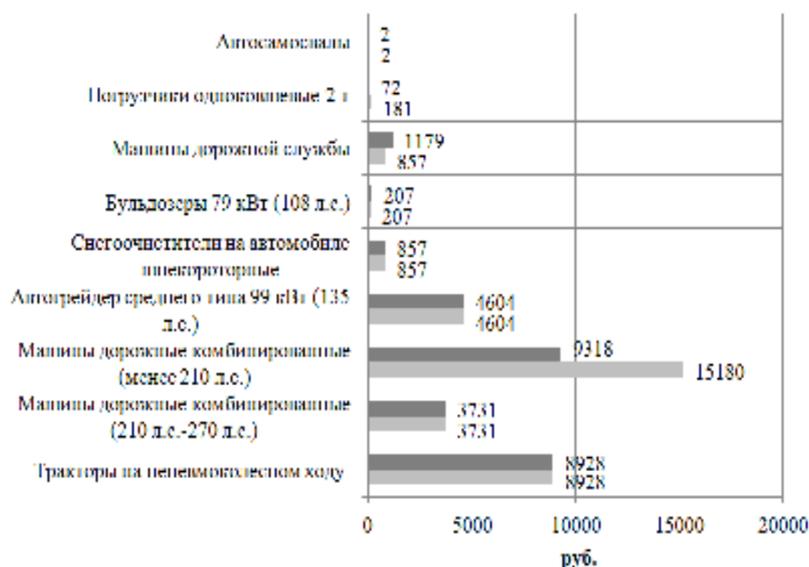


Рис. 5. Стоимость эксплуатации машин и механизмов, используемых для зимнего содержания автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием III группы (на 1 км):  
 ■ – с уплотненным снежным покровом;  
 ■ – с применением противогололедных материалов

На рис. 6-7 представлена стоимость работ по зимнему содержанию 1 км автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием II и III группы.

Согласно рис. 6-7, стоимость работ по зимнему содержанию 1 км дорог II и III группы при переходе на технологию с уплотненным снежным покровом снизится на 32484 руб. и 17673 руб. в ценах 2014 г., на 110440 руб. и 60085 руб. суммарно в ценах 2015-2017 г. (в рамках трехлетнего контракта), что составит 32 и 28 % соответственно.

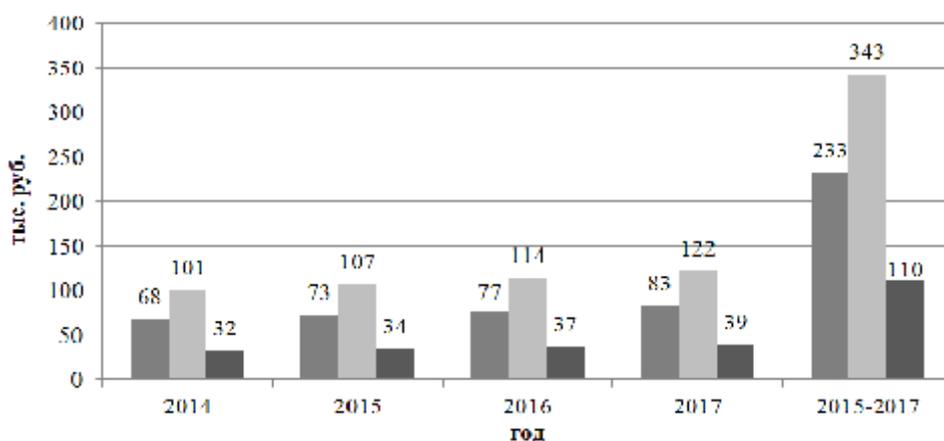


Рис. 6. Стоимость работ по зимнему содержанию автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием II группы (1 км) по годам:

■ – с уплотненным снежным покровом; ■ – с применением противогололедных материалов; ■ – снижение стоимости, руб.

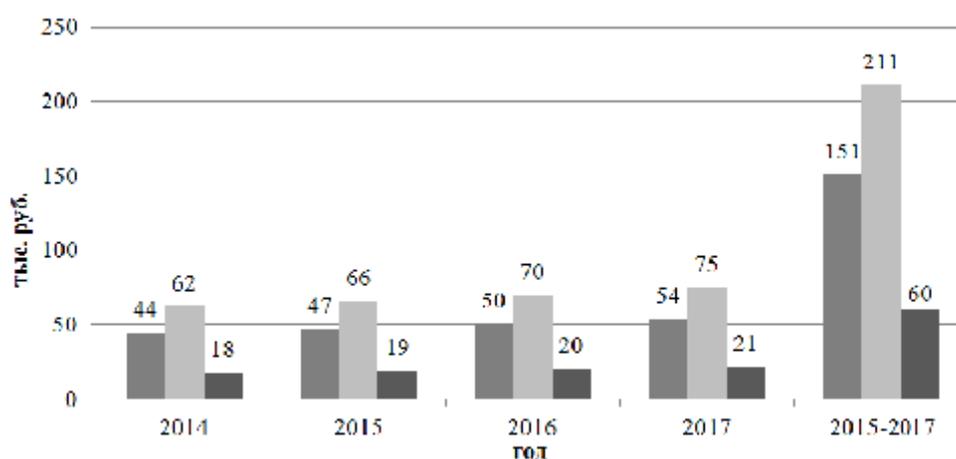


Рис. 7. Стоимость работ по зимнему содержанию автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан с асфальтобетонным покрытием III группы (1 км) по годам:

■ – с уплотненным снежным покровом; ■ – с применением противогололедных материалов; ■ – снижение стоимости, руб.

### Результаты

1) Основной статьей затрат при зимнем содержании и с применением противогололедных материалов, и с уплотненным снежным покровом является эксплуатация машин. При переходе на технологию содержания автомобильных дорог с уплотненным снежным покровом, доля эксплуатации машин в общей стоимости работ увеличивается. Это связано с сокращением доли затрат на материалы. Также при этом увеличиваются затраты на основную зарплату.

2) Стоимость работ при зимнем содержании с уплотненным снежным покровом снизится на 32,2 % для II группы, на 28,5 % для III группы. При этом потребность в материалах сократится на 61,9 % для II группы, на 50,6 % для III группы. Затраты на основную зарплату увеличатся на 168,5 % для II группы, 190,2 % для III группы, на эксплуатацию машин снизятся на 19,6 % для II группы, на 25,3 % для III группы.

3) При зимнем содержании с уплотненным снежным покровом автомобильных дорог II и III групп, снизятся затраты на эксплуатацию погрузчиков на 29 % и 60 %, комбинированных дорожных машин на 47 % и 39 % соответственно. При этом увеличатся затраты на эксплуатацию машин дорожной службы на 34 % для II группы и на 38 % для III группы.

4) Стоимость работ по зимнему содержанию 1 км дорог II и III группы при переходе на технологию с уплотненным снежным покровом снизится на 32484 руб. и 17673 руб. в ценах 2014 г., на 110440 руб. и 60085 руб. суммарно за 2015-2017 г., что составит 32 % и 28 % соответственно.

### **Вывод**

Содержание в зимнее время автомобильных дорог общего пользования Республики Татарстан, имеющих асфальтобетонное покрытие, с уплотненным снежным покровом – реальная возможность экономии средств на эксплуатацию дорог за счет снижения текущих и перспективных затрат, а также как показывает опыт, повышения безопасности дорожного движения и улучшение экологической обстановки.

### **Список библиографических ссылок**

1. Куляшов А. П., Онкин О. И., Самарин В. П. Аналитическая оценка статистических параметров уплотненной снежной полосы движения // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева. 2010. № 1 (80). С. 144–148.
2. Кручин И. Н. Формирование снежного наката с заданными свойствами на лесовозных автомобильных дорогах // Лесной журнал. 2012. № 1/325. С. 38–41.
3. Лысянников А. В., Желукевич Р. Б., Кайзер Ю. Ф., Безбородов Ю. Н., Малышева Н. Н., Надежкин И. В. Определение оптимальных параметров угла резания уплотненного снега рабочим органом отвального типа // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. № 2. С. 384–387.
4. Туркова А. О. Увеличение безопасности при устройстве снежного наката на автомобильных дорогах в зимнее время // Электронный научный журнал. 2016. № 4 (7). С. 638–642.
5. Кручинин И. Н. Прогнозирование деформации снежного покрова на лесовозных автомобильных дорогах // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог. Сборник научных трудов ОАО «ГИПРОДОРНИИ». 2013. № 4 (63). С. 63–68.
6. Кручинин И. Н. Особенности формирования уплотненного снежного наката на автомобильной дороге // Вестник ВолГАСУ. Строительство и архитектура. 2009. № 16 (35). С. 77–81.
7. Статистический метод расчета структуры снежного покрова в московском регионе (краткие выдержки из доклада) // Промышленный электропрогрев и электроотопление. 2013. № 3. С. 44–46.
8. Abdi A., Lind H., Birgisson B. Use of road weather information system (RWIS) as assistive tool for effective winter road maintenance – technical and contractual interactions // International journal of engineering and technology. 2012. Vol. 2. № 12. P. 2002–2012.
9. Komulainen V. Road maintenance in finland and germany : Bachelor's thesis saimaa university of applied sciences / Lappeenranta, 2011. 58 p.
10. Winter maintenance policy. Finnish road administration, central administration. Operations and plan documents. Helsinki, 2008. 34 p. URL: [http://www.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf2/1000199e-v-08winter\\_main\\_policy.pdf](http://www.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf2/1000199e-v-08winter_main_policy.pdf) (дата обращения: 02.03.2017).
11. Пузиков А. В., Алексиков С. В. К вопросу прогнозирования интенсивности движения автотранспорта // Вестник ВолГАСУ. Строительство и архитектура. 2005. № 5. С. 85–87.
12. Акулов В. В. Анализ методов учета интенсивности движения на автомобильных дорогах // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 4. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/1trgsu412.pdf>. (дата обращения: 02.03.2017).

**Mavliev L.F.** – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: [lenarmavliev@yandex.ru](mailto:lenarmavliev@yandex.ru)

**Vdovin E.A.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: [vdovin007@mail.ru](mailto:vdovin007@mail.ru)

**Fomin A.Yu.** – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: [fomin-al.78@mail.ru](mailto:fomin-al.78@mail.ru)

**Bulanov P.E.** – assistant

E-mail: [f\\_lays@mail.ru](mailto:f_lays@mail.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Khayrullin R.Sh.** – chief of department of operation of highways and traffic safety

E-mail: [ravil.hayrullin@tatar.ru](mailto:ravil.hayrullin@tatar.ru)

**SCI «Glavtadortrans»**

The organization address: 420012, Russia, Kazan, Dostoevskiy st., 18/75.

### **Evaluation of winter maintenance of highways of the common use of the Republic of Tatarstan with a dense snow cover**

#### **Abstract**

*Problem statement.* To assess the effectiveness of winter maintenance with a dense snow cover of public roads of the Republic of Tatarstan with asphalt concrete, by comparing the estimated cost of maintenance with anti-ice materials (traditional method) and with a dense snow cover.

*Results* It is established that the main cost item for winter maintenance and with the use of anti-ice materials, and with dense snow cover is the operation of machines. It is determined that the cost of works with winter content with a dense snow cover will decrease by 28 and 32 %, depending on the road group in terms of content. At the same time, the demand for materials will be reduced on 50 and 61 %, the costs for the basic salary will increase on 168 and 190 %, for the operation of the machines will decrease on 19 and 25 % (due to a reduction in the cost of using forklifts on 29 and 60 %, combined road machines for 39 and 47 %, the cost of operation of road maintenance vehicles will increase on 34 and 38 %). The cost of work on the winter content of 1 km of roads II and III of the content in the transition to technology with dense snow cover will decrease on 32 % and 28 %, respectively.

*Conclusions.* The maintenance in winter of common roads of the Tatarstan Republic, which have asphalt pavement, with a dense snow cover, is a real opportunity to save money for road maintenance by reducing current and prospective costs, as well as experience, improving road safety and improving the environmental situation.

**Keywords:** dense snow cover, viability, estimated cost, deicer, snow and ice control, road.

#### **References**

1. Kulyashov A. P., Onkin O. I., Samarin V. P. Analytical evaluation of statistical parameters of the compressed snow lane // Trudy nizhegorodskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. R.Ye. Alekseyeva. 2010. № 1 (80). P. 144–148.
2. Kruchin I. N. Formation of snow rolling with given properties on logging roads // Lesnoy zhurnal. 2012. № 1/325. P. 38–41.
3. Lysyannikov A. V., Zhelukevich R. B., Kayzer Yu. F., Bezborodov Yu. N., Malysheva N. N., Nadeykin I. V. Determination of optimum parameters for the angle of cutting of compacted snow by a working organ of a dump type // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. 2012. № 2. P. 384–387.
4. Turkova A. O. Increased safety in the construction of snow on roads in winter // Elektronnyy nauchnyy zhurnal. 2016. № 4 (7). P. 638–642.

5. Kruchinin I. N. Forecasting the deformation of snow cover on forest roads // Aktual'nyye voprosy proyektirovaniya avtomobil'nykh dorog. Sbornik nauchnykh trudov OJSC «GIPRODORNII». 2013. № 4 (63). P. 63–68.
6. Kruchinin I. N. Features of the formation of compacted snow on the road // Vestnik VolGASU. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2009. №. 16 (35). P. 77–81.
7. The statistical method for calculating the structure of the snow cover in the Moscow region (brief excerpts from the report) // Promyshlennyy elektropogrev i elektrootopleniye. 2013. № 3. P. 44–46.
8. Abdi A., Lind H., Birgisson B. Use of road weather information system (RWIS) as assistive tool for effective winter road maintenance – technical and contractual interactions // International journal of engineering and technology. 2012. Vol. 2. № 12. P. 2002–2012.
9. Komulainen V. Road maintenance in finland and germany: Bachelor's thesis saimaa university of applied sciences // Lappeenranta, 2011. 58 p.
10. Winter maintenance policy. Finnish road administration, central administration. Operations and plan documents. Helsinki, 2008. 34 p. URL: [http://www.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf2/1000199e-v-08winter\\_main\\_policy.pdf](http://www.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf2/1000199e-v-08winter_main_policy.pdf) (reference date: 02.03.2017).
11. Puzikov A. V., Aleksikov S. V. On the issue of forecasting the intensity of traffic // Vestnik VolgGASU. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2005. №. 5. P. 85–87.
12. Akulov V. V. Analysis of methods for recording traffic on roads // Internet-zhurnal «Naukovedeniye». 2012. № 4. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/1trgsu412.pdf>. (reference date: 02.03.2017).