

УДК 628.7. 8

ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО БОРЬБЕ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Н.Б. Сакута¹, Ю.В. Коденцева², И.Н. Гайнулина³

¹ООО «Омскдорпроект», Россия, г. Омск; ²ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск;

³ФКУ «Центравтомагистраль», Россия, г. Москва.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы организации борьбы с зимней скользкостью в виде назначения стратегий по обеспечению требуемых показателей уровня содержания на автомобильных дорогах. В качестве исследовательской задачи авторами была сформулирована и определена концептуальная модель организации борьбы с зимней скользкостью с учетом выявления основных качественных характеристик и факторов зимнего периода содержания дорог. В заключении авторами уточнены три основные стратегии борьбы с зимней скользкостью и намечены пути для дальнейшего исследования.

Ключевые слова: зимнее содержание дорог, зимняя скользкость, противогололедные материалы, стратегии борьбы с зимней скользкостью.

Введение

Быстрый рост автомобильного парка транспорта обеспечивающего как пассажироперевозки, так и грузоперевозки на сегодняшний день все больше предъявляет требования к повышению безопасности движения и обеспечению расчетной скорости транспортных потоков на автомобильных дорогах. Данные требования в большей степени предъявляются именно к условиям эксплуатации и тем самым к эффективности функционирования автомобильных дорог в течение всего года. Потребительские свойства дороги меняются по сезонам года. Наиболее сложным и ответственным является зимний период, к которому относится период года с момента перехода средней суточной температуры воздуха ниже 0°C к отрицательной осенью и до момента ее обратного перехода, через 0°C от отрицательной к положительной. Отличительной особенностью зимнего периода является образование на дорожной поверхности отложений снега и льда, в результате чего происходит резкое изменение условий взаимодействия автомобиля с дорогой. Для снижения негативного влияния данных образований на дорогах необходимо организовывать борьбу с зимней скользкостью, которая обеспечит транспортно-эксплуатационное состояние дорог, удовлетворяющее действующим требованиям и соответствующее заданному уровню содержания. Таким образом, задача совершенствования системы организации борьбы с зимней скользкостью является весьма актуальной и в связи с этим требует разработки научных методов её решения.

В настоящее время основными документами регламентирующие работы по зимнему содержанию автомобильных дорог являются ГОСТ Р 50597-93 [1], руководство [2] и еще ряд распорядительных приказов Минтранса РФ, касающихся требований и условий к круглогодичному содержанию автомобильных дорог. При этом в ГОСТе даны только требования к состоянию покрытия в зимний период и сроки ликвидации зимней скользкости на дорогах. В тоже время, в Руководстве [2], с точки зрения планирования работ по зимнему содержанию дорог не содержится рекомендаций по обоснованию сроков ликвидации зимней скользкости, применению наиболее эффективных машин для распределения материалов, определению дополнительного их количества в связи с моральным и физическим износом, обоснованию мощности и местоположения баз противогололедных материалов, установлению оптимальных норм запасов материалов и других задач, что еще раз доказывает актуальность рассматриваемого вопроса.

Вопросами планирования ликвидации зимней скользкости на автомобильных дорогах занимался Бялбжевский Г. В. со своими учениками [3] более 50 лет назад и уже тогда решались вопросы эффективного управления и организации работ по зимнему содержанию дорог. В настоящее время вопросами организации работ по зимнему содержанию с точки зрения обоснованного и детального анализа метеорологической информации посвящены работы Самодуровой Т.В. [4,5]. С точки зрения проектно-ориентированного управления

содержанием дорог с учетом математического моделирования и современных информационных технологий посвящены работы проф. Бобровой Т.В. [6]. В работах Сакуты Н.Б. [7] отражаются вопросы оперативного анализа зимним содержанием дорог, которые представлены в виде расчета потребности в технике согласно технологической последовательности выполнения работ и назначенных маршрутов движения снегоуборочных машин при патрульной снегоочистке. В исследованиях Коденцевой Ю.В. [8] обоснование ресурсоемкости зимнего содержания дорог производилось с учетом районирования территорий по условиям зимнего производства работ на основе выделения комплексов по неблагоприятным метеорологическим факторам. Многообразие и многоплановость подходов к анализу зимнего периода производства работ по содержанию дорог еще раз доказывает необходимость комплексного учета всех показателей влияющих на транспортно-эксплуатационное состояние дорог и соответственно уровень транспортной доступности и безопасности движения.

Цель исследования: разработать концептуальную модель организации борьбы с зимней скользкостью с учетом определения закономерностей между исходными качественными характеристиками и факторами зимнего содержания дорог и назначения ограничений для производства работ в этом периоде.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: уточнить определение понятию организация борьбы с зимней скользкостью; охарактеризовать внешнюю среду, влияющую на условия движения по автомобильным дорогам; охарактеризовать и проанализировать нормативную базу по зимнему содержанию автомобильных дорог; определить закономерность между назначением стратегий организации борьбы с зимней скользкостью и ограничений по производству данных работ.

Формирование концептуальной модели

Решение задачи выбора оптимального способа борьбы с зимней скользкостью требует системного подхода, анализа всех подсистем, влияющих на организацию борьбы с зимней скользкостью, их взаимодействия и связей. На этой основе возможна разработка модели организации работ по борьбе с зимней скользкостью.

Прежде чем решать основную цель данного исследования следует четко дать определения основным понятиям, используемым при формировании концептуальной модели организации работ по борьбе с зимней скользкостью.

В общем понимании *организация* – это упорядоченная и согласованная совокупность отдельных процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого на основе определенных норм и правил. В свою очередь нами предложено под определением *организация работ по борьбе с зимней скользкостью* понимать выбор стратегии, направленной на обеспечение требуемых показателей уровня содержания автомобильных дорог с минимальными затратами.

При этом под *стратегиями* будем рассматривать планирование определенного вида деятельности связанного с производством работ по зимнему содержанию автомобильных дорог с учетом точных и достоверных метеорологических прогнозов.

Первым этапом построения модели является разработка концептуальной модели, которая представляет упрощенное, но адекватное описание качественных характеристик и факторов, их зависимостей и ограничений. Концептуальная модель является основой для разработки в дальнейшем математической модели.

Решение задачи организации работ по борьбе с зимней скользкостью возникает на различных уровнях управления дорожным хозяйством в системе Заказчик – Подрядчик: при разработке нормативов затрат и различных программ зимнего содержания; при распределении затрат зимнего содержания по видам работ исходя из фактического финансирования или результатов торгов; в проектах по реализации механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП) и в вопросах обоснования и регулирования тарифных платежей для проезда по платным участкам дорог.

Так рассматривая уровни управления можно определить, что общепрофессиональное, методическое и инженерно-техническое руководство по организации зимнего содержания дорог общего пользования на первом высшем уровне управления осуществляет Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта РФ. Данный уровень управления позволяет определять основные требования

к содержанию дорог и регламентировать сроки ликвидации неблагоприятных последствий в зимний период.

На втором уровне управления организацию зимнего содержания дорог осуществляют специализированные государственные учреждения дорожного органа соответствующего уровня управления (ФУАД, ТУАД), которые распределяют средства на содержание дорог и контролируют качество и приемку выполняемых видов работ.

Исполнителями работ (третий уровень управления) по зимнему содержанию дорог общего пользования являются государственные унитарные предприятия (ГУП) или другие подрядные организации, за которыми закрепляются участки дорог для обслуживания. Они в зависимости от уровня материально-технического оснащения, финансовых, интеллектуальных и трудовых ресурсов формируют производственную программу производства работ, которая учитывает транспортно-эксплуатационные характеристики дорог, метеорологические факторы и технологию производства работ.

Основное взаимодействие в системе Заказчик-Подрядчик при формировании и организации работ по зимнему содержанию дорог будут происходить между вторым и третьим уровнем управления. При этом взаимоотношения органов управления дорожным хозяйством - Заказчика с Исполнителями (подрядчиками) определяются Договором подряда на выполнение работ по содержанию автомобильных дорог.

В проектах, реализуемых в рамках ГЧП, стадия содержание дорог, как и стадии проектирования и строительства рассматриваются в рамках одного жизненного цикла, то есть государство на возмездной основе привлекает частного инвестора для создания инфраструктурного объекта на условиях разделения рисков, компетенций и ответственности с учетом законодательных и нормативных актов и условий контракта. Если сравнивать проекты, реализуемые с ГЧП и без него (традиционным способом), то можно проследить следующие тенденции. В проектах с ГЧП именно стадии эксплуатации дорог уделяется особое внимание, потому что именно в этот период идет основной доход от реализации проекта и все вложенные средства находят свои отражения в виде прибыли и окупаемости вложенных средств. Кроме этого, проекты ГЧП имеют в

основном одного исполнителя на всех этапах производства работ и тем самым сокращают риски некачественного выполнения работ на стадии строительства, что может позитивно отразиться на снижении затрат на стадии эксплуатации и приведет к увеличению дохода в период окупаемости. В отличие от проектов с ГЧП в проектах традиционного способа осуществления на всех стадиях формируются свои исполнители и зачастую, когда проект входит в стадию эксплуатации все дефекты и некачественные решения на предыдущих стадиях являются проблемами организаций занимающихся содержанием данных дорог. Поэтому для проектов с ГЧП вопросы организации работ по борьбе с зимней скользкостью актуальны и еще раз доказывают необходимость глубокой проработки и изучения.

Автомобильные дороги, как объект организации, функционирует во внешней среде и подвергается воздействию метеорологических факторов и погодных явлений, которые в свою очередь вызывают формирование зимней скользкости.

Все виды зимней скользкости можно принципиально разделить на две группы: снежные отложения и обледенения. Условия их формирования на сегодняшний день достаточно хорошо описаны в следующих документах [2, 4, 5].

Существующими требованиями [9] по оценке уровня содержания дорог к состоянию покрытия в отношении зимней скользкости определены два состояния: «не допускается» с установленными сроками ликвидации последствий; допускается с установленными допусками и ограничениями.

Если рассматривать в данном нормативном документе допуски по зимней скользкости на дорогах, то речь в большей степени идет о первой группе факторов зимней скользкости – это снежные отложения, которые представлены в виде уплотненного снега с установленной предельной толщиной на автомобильных дорогах IV и V технических категорий. Исходя из практики зимнего содержания, слой уплотненного снега допустимой толщины поддерживается на покрытиях из неукрепленных каменных материалов и на грунтовых дорогах. В настоящее время, начиная с зимнего периода 2013-2014гг., проводится эксперимент по содержанию автомобильных дорог с усовершенствованным типом покрытия с низкой интенсивностью движения (менее 1000 авт/сут) под уплотненным снежным покровом. Поэтому вопрос выбора стратегии

работ по борьбе с зимней скользкостью такого типа имеет место для детального анализа и изучения.

Под *уплотненным снежным покровом* (УПС) понимается специально сформированный снежный слой на дорожном покрытии, который способен обеспечивать непрерывное и безопасное движение с установленными для холодного периода года скоростями. При этом данный слой имеет следующие параметры: плотностью более 0,5 г/см³; ровностью при измерении прибором ПКРС-2У не более 1200см/км; в зависимости от технической категории дорог (3, 4, 5 категории) изменяется толщина самого уплотненного слоя от 6 до 10см.

В содержании дорог под УСП включаются основные три позиции: непосредственно формирование снежного покрова; уход за данным видом покрытия (разравнивание, профилирование, повышение шероховатости); весенняя ликвидация УСП. Поэтому при назначении стратегий на выполнение работ по зимнему содержанию дорог данного типа необходимо в качестве ограничений рассматривать: 1) интенсивность движения по дороге; 2) температура воздуха и покрытия с учетом влажности воздуха; 3) способы повышения шероховатости покрытия (нарезка продольных бороздок; создание рифленой поверхности с помощью специального оборудования; свойства и нормы расхода фрикционных материалов); 4) способы ликвидации УСП в весеннее время (механический; химический; комбинированный).

Если рассматривать вторую группу зимней скользкости – это обледенения, то по предъявляемым требованиям к автомобильным дорогам не допускается их образование. При этом на стадии эксплуатации автомобильных дорог применяются химический, комбинированный и фрикционный способы борьбы с наступлением обледенений на дорогах [2].

Химический способ основан на использовании химических реагентов, обладающих способностью при контакте со снежно-ледяными отложениями переводить их в раствор, не замерзающий при отрицательных температурах.

Комбинированный способ (химико-фрикционный) предусматривает совместное применение химических и фрикционных противогололедных материалов (ПГМ).

Химический и комбинированный способы направлены на предупреждение или ликвидацию зимней скользкости. Преимущества профилактики зимней

скользкости с использованием химического способа подробно отражены в работах Т. В. Самодуровой [4]. В них описана организация работ на стадии оперативного управления на основе специализированного дорожного метеорологического обеспечения (СДМО) и информационных технологий.

Фрикционный способ предназначен для снижения отрицательного влияния зимней скользкости и направлен на повышение коэффициента сцепления покрытия. Его используют в случае невозможности или низкой эффективности применения химического или комбинированного способов. Данный способ всегда сопряжен с предварительной механической очисткой.

Для борьбы с зимней скользкостью используют различные ПГМ, к которым относятся: химические (твердые сыпучие (кристаллические, гранулированные или чешуирированные); жидкие растворы или рассолы различных реагентов); фрикционные (мелкий щебень; песок; песчано-гравийная смесь (ПГС); шлак; золы уноса); комбинированные (смесь фрикционных и химических материалов).

Более подробная информация о ПГМ изложена в ОДН 218.2.027-2003. При этом ПГМ отличаются плавящей способностью, т.е. количеством грамм льда, которое может расплавить один грамм реагента.

Все представленные способы борьбы с зимней скользкостью, как с использованием химических реагентов, так и с комбинированными (фрикционными) материалами требуют применения различного оборудования машин и производственных баз.

С одной стороны альтернативные стратегии борьбы с зимней скользкостью будут отличаться по виду и количеству ресурсов: ПГМ и техника, что определяет различие по затратам на их реализацию. С другой стороны, каждая стратегия будет обеспечивать различные показатели уровня содержания, например, сроки производства работ и воздействие на окружающую среду.

Таким образом задача выбора оптимальной стратегии борьбы с зимней скользкостью заключается в выборе способа и вида ПГМ, обеспечивающих максимально возможные значения показателей уровня содержания не ниже требуемых с минимальными затратами на её реализацию. На рисунке 1 представлена структурная схема конструктивной модели организации борьбы с зимней скользкостью.

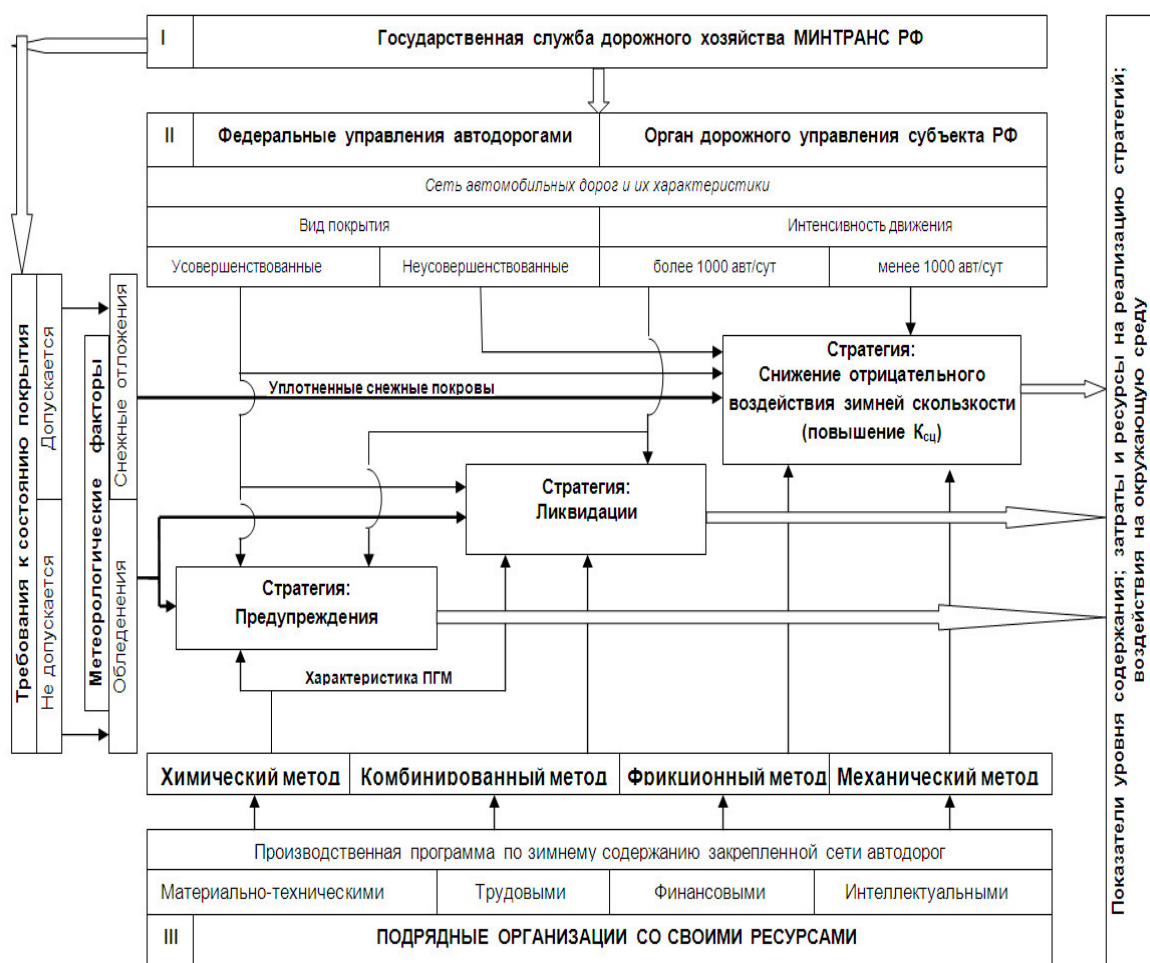


Рис. 1. Структурная схема концептуальной модели организации борьбы с зимней скользкостью

При формировании и назначении стратегии борьбы с зимней скользкостью исходными данными являются виды и количество случаев ее образования. В настоящее время накоплены статистические массивы метеорологической информации в виде условий образования зимней скользкости. Наличие моделей формирования зимней скользкости позволяет определять и прогнозировать их виды и число случаев их возникновения.

Однако существуют ограничения по использованию, как способа борьбы с зимней скользкостью, так и вида ПГМ. Основным ограничением по использованию ПГМ является температура воздуха или покрытия, которой соответствуют температура плавления и точка замерзания вещества.

Одним из ограничений по использованию сухих химических реагентов является интенсивность движения, так как использование последних требует перемешивания колесами автомобилей.

Поэтому при назначении стратегий на выполнение работ по зимнему содержанию дорог данного типа необходимо в качестве ограничений рассматривать: интенсивность движения по дороге; температура воздуха и покрытия с учетом влажности воздуха, которые необходимо сравнивать с температурами плавления и точками замерзания веществ в составе ПГМ; физико-механические свойства и химический состав противогололедных материалов; техническое оборудование машин и производственных баз; способ борьбы с обледенением на дороге (механический; химический; комбинированный); нормы расхода противогололедных материалов.

Заключение

Изложенные выше положения являются основными принципами концептуальной модели для разработки и выбора оптимальной стратегии борьбы с зимней скользкостью. В результате данного исследования при анализе видов зимней

скользкости, рассмотрении всех возможных способов снижения и удаления их воздействия на дорогу нами выявлены и определены в три основные стратегии организации борьбы с зимней скользкостью:

- *предупредительные работы*, связанные с выполнением профилактических мероприятий в основном не допущения условий образования обледенений на дорогах;

- *ликвидация* с большей степени связана с борьбой со снежными отложениями на дорогах, имеющие высокую интенсивность движения и с обледенениями;

- *снижение отрицательного воздействия зимней скользкости*, что связано с повышением коэффициента сцепления автомобиля с дорогой, в особенности на дорогах с низкой интенсивностью движения.

В дальнейшем необходимо данную концептуальную модель включить в математическую модель оценки эффективности принятых решений по назначенным стратегиям организации борьбы с зимней скользкостью с учетом ОДМ 218.4.023-2015.

Кроме этого, характер изменения, продолжительного отрицательного воздействия различных видов зимней скользкости на покрытие дороги имеет свои региональные особенности, что делает актуальным в дальнейшем разработку регионального районирования территорий по условиям содержания дорог в зимний период.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 50597-93 Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, М., 1993. – 25с.
2. ОДМД «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах». Росавтодор, М., 2003. Утвержден распоряжением Минтранса РФ от 16.06.2003г. № ОС-548-р. – 72с.
3. Бялобжевский, Г.В. Борьба с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / Г.В. Бялобжевский. – М.: Транспорт, 1975. – 111 с.
4. Самодурова, Т.В. Оперативное управление зимним содержанием дорог: Научные основы: Монография; ВГАСУ / Т.В. Самодурова. – Воронеж, Изд-во ВГАСУ, 2003. – 168 с.
5. Самодурова, Т.В. Метеорологическое обеспечение зимнего содержания автомобильных дорог / Т.В. Самодурова. – ассоциация «РАДОР» – М.: ТИМР, 2003. – 183с.
6. Боброва, Т.В. Проектно-ориентированное управление производством работ на региональной сети автомобильных дорог: Монография / Т.В. Боброва. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. – 334 с.

7. Сакута, Н.Б. Совершенствование оперативного регулирования по производству работ зимнего содержания автомобильных дорог: автореф. дис...канд. техн. наук / Н.Б. Сакута. – Омск, 2002. – 24с

8. Коденцева, Ю.В. Обоснование ресурсоемкости зимнего содержания сети автомобильных дорог на основе районирования территорий по неблагоприятным климатическим факторам дисс...канд. техн. наук / Ю.В. Коденцева. – СибАДИ, Омск, 2007. – 190с.

9. Приказ Минтранса РФ от 08 июня 2012 г. N 163 "Об утверждении Порядка проведения оценки уровня содержания автомобильных дорог общего пользования федерального значения

BASIC PRINCIPLES OF FORMING OF CONCEPTUAL MODEL OF ORGANIZATION OF WORKS ON FIGHT AGAINST WINTER SLIPPERINESS ON HIGHWAYS

N.B. Sakuta, Y. V. Kodentseva, I. N. Gaynulina

Abstract. The article deals with the organization of the struggle with the winter slipperiness as a destination of strategies to ensure the required levels of performance on the roads. The conceptual model of the organization to combat icy roads subject identify key quality characteristics and factors of winter road maintenance has been formulated and is defined as the authors of the research objectives. In conclusion, the authors refined three main strategies to combat icy roads and ways for further study.

Keywords: winter road maintenance, winter slipperiness, anti-icing materials strategy to combat icy roads.

References

1. GOST R 50597-93 *Trebovaniia k eksploatatsionnomu sostojaniuu dopustimomu po usloviiam obespecheniia dopozhogo dvizhenia* [State standard R 50597-93 Requirements for operational states, permissible under the terms of the road safety] Moscow, 1993. 25 p.
2. ODM *Rukovodstvo po borbe s zimney skolzkostiu* [Guide to Combat winter slipperiness on the road] *Rosavtdor*, Moscow, 2003. Approved by the order of Ministry of Transport of the Russian Federation from 16.06.2003g. Number OS-548-p. 72 p.
3. Byalobzhevsky G.V. *Borba s zimney skolzkostiu na avtomobilnih dorogah* [Combating winter slipperiness on the road]. Moscow, Transport, 1975. 111p.
4. Samodurova T.V. *Operativnoe upravlenie zimnim soderzhaniem dorog* [Operational administration winter road maintenance]. *Voronezh, Publishing House of VGASU, 2003. 168p.*
5. Samodurova T.V. *Meteorologicheskoe obespechenie zimnim soderzhaniem avtomobilnih dorog* [Meteorological Service for the winter maintenance of roads]. Moscow, TIMR, 2003 – 183p.
6. Bobrova T.V. *Proektno-orientirovannoe upravlenie proizvodstvom rabot na regionalnoy seti avtomobilnih dorog* [Project-oriented production

management work on a regional road network]. Omsk, SibADI 2006. 334p.

7. Sakuta N.B. *Sovershensnovanie operativnogo regulirovaniia po proizvodstvu rabot zimnego soderzhaniia avtomobilnih dorog* [Improvement of operational control for the production of works of the winter maintenance of roads Avtor. dis. cand. tehn. sciences]. Omsk, 2002. 24 p.

8. Kodentseva J.V. *Obosnovanie resursoemkosti zimnego soderzhaniia seti avtomobilnih dorog na osnove rayonirovaniia territoriy po neblagopriiatnim klimatisheskim faktoram* [Justification resource-winter maintenance of the road network on the basis of zoning by adverse climatic factors diss. cand. tehn. sciences]. Omsk, 2007. 190p.

9. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated June 8, 2012 N 163 "On Approval of the Procedure for the assessment of the level of public highways of federal importance.

Сакута Надежда Борисовна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, начальник отдела ООО «Омскдорпроект» (644043, г. Омск, пр. Красный путь, 101).

Коденцева Юлия Викторовна (Россия, г. Омск) – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедры «Экономика и проектное управление в транспортном строительстве» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, пр. Мира, 5, e-mail: kodjul78@mail.ru).

Гайнулина Ирина Николаевна (Россия, г. Москва) – начальник технического отдела ФКУ «Центравтомагистраль» (125080, Москва, Ленинградский проспект, 23, e-mail: Fuadto@mail.ru).

Sakuta Nadegda Borisovna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor, head of department ООО "Omskdorproekt.

Kodentseva Yulia Viktorovna (Russian Federation, Omsk) – candidate of technical sciences, the associate professor of The Siberian state automobile and highway academy (SibADI) (644080, Omsk, Mira Ave., 5, kodjul78@mail.ru).

Gaynulina Irina Nikolaevna (Russian Federation, Moscow) – head of department FGI «Tsentravtomagistral» (125080, Moscow, Leningradskiy pr., 23, e-mailFuadto@mail.ru).