

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»

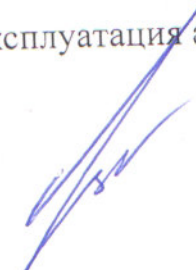
Кафедра «Организация перевозок и безопасность движения»

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД

об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации)
**Планирование затрат времени работы подвижного состава при перевозке
грузов на спусках и подъёмах участков дорог в условиях Крайнего Севера**

по направлению 23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта
научная направленность: Эксплуатация автомобильного транспорта

аспирант

 Вахрушев Сергей Александрович

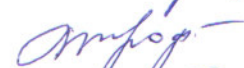
Допустить к защите научного доклада:

Заведующий кафедрой «ОПиБД»

Научный руководитель

Нормоконтроль

 Л.С.Трофимова

 Л.С Трофимова

 Н.В. Кузин

Омск 2025

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Практика работы подвижного состава автомобильного транспорта при перевозке грузов в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия)) показывает необходимость организации мероприятий, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения на участках дорог с подъемами и спусками. Для предотвращения съездов подвижного состава с дороги и их опрокидывания в качестве тягача для автомобильного транспорта используют тракторную технику, применение которой требует затрат времени.

На основании представленного можно утверждать, что тема настоящего исследования является актуальной.

Степень разработанности темы исследования.

В работах Ю.А.Бабаевой, М.В.Волкова, Singh H., Kathuria A. проблему обеспечения безопасности движения грузового автомобильного транспорта в сложных условиях движения предлагается решать за счёт эффективной связи водителей и диспетчеров. Были разработаны системы контроля за состоянием водителя, которые состоят из камеры в кабине, блока контроля, способного принять решение вместо водителя в экстремальной ситуации, выполнено проектирование инфраструктуры и интеллектуальных систем безопасности транспортных средств. Автором Н.А.Пономаревым установлено, что перевозка при низких температурах требует адаптации дорожной сети, подвижного состава, труда водителей к сложной работе.

Научные исследования влияния природно-климатических факторов в суровых условиях на эксплуатацию подвижного состава проводились в Западной Сибири под руководством Л.Г. Резника, Н.С.Захарова.

Л.Г. Резник дал определение суровых условий как отличающихся от стандартных (нормальных) условий для данной машины.

На примере автомобилей-самосвалов, эксплуатируемых в Западной Сибири было Н.С.Захаровым доказано, что на их надёжность влияют условия

эксплуатации (температурой окружающего воздуха, влажностью, ветровой нагрузкой, уровнем солнечной радиации и др.), сезонные условия (колебания температуры окружающего воздуха, изменение дорожных условий по времени года).

О.И.Бредихин., И.Ф.Михалевич делают акцент на необходимости изменения в конструкции автомобилей, которые предназначены для работы в сложных дорожных условиях.

А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова, В. С. Дорохина разработали маршруты перевозок грузов в условиях Крайнего Севера с применением оптимизации при закреплении потребителей за поставщиками. Авторы не исследуют особенности организации безопасного движения на сформированных маршрутах.

P. Intini, P. Colonna, E. O. Ryeng делают вывод о том, что знание особенностей маршрута перевозок грузов для водителей является важным фактором, влияющим на безопасность движения.

Исследование работ ученых и практиков показало, что внимание уделяется расчету энергозатрат грузового автомобиля при перевозке грузов по автозимникам, в которой учитывается норма расхода топлива, удельная теплота сгорания топлива, расстояние перевозки, грузоподъемность автомобиля и коэффициент её использования .

Mahmud S.M. предложил применение имитационной модели, микросимуляционной модели непосредственно для оценки безопасности дорожного движения в неоднородных транспортных средах, без учета временных затрат, которые повлекут за собой мероприятия для организации безопасного дорожного движения.

Исследование работ А.А.Лотышева, А.А.Конорева и практики работы показало, что внимание уделяется расчету энергозатрат грузового автомобиля при перевозке грузов по автозимникам, в которой учитывается норма расхода топлива, удельная теплота сгорания топлива, расстояние перевозки, грузоподъемность автомобиля и коэффициент её использования.

Авторами Allaoui H., Guo Y., Sarkis J. для эффективного планирования перевозок грузов предлагается «Инструмент планирования совместной работы», учитывающий функционирование всех участников транспортного процесса. В качестве инструмента для планирования автором Kurenkov P. было предложено применять SWOT-анализ, тем самым оценивать сильные и слабые стороны применения автомобильного транспорта при перевозке.

Представленные исследования отечественных и зарубежных ученых, практических работников показывают, что ранее предложенные методы не учитывают затраты времени на реализацию мероприятий по безопасности дорожного движения при перевозке грузов в интересах предприятий основного производства по разведке и добыче нефти и газа в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия)). Совершенствование существующих подходов позволит разработать теоретический инструментарий для планирования работы подвижного состава при перевозке грузов в суровых условиях Крайнего Севера.

Объект исследования – система, представляющая собой совокупность единиц подвижного состава автомобильного транспорта, выполняющего перевозки грузов в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия)) и тракторной техники при движении на подъёмах и спусках участков дорог.

Предмет исследования – плановые показатели работы подвижного состава автомобильного транспорта при перевозке грузов в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия)) с использованием тракторной техники на подъёмах и спусках участках дорог.

Целью исследования является разработка нового теоретического инструментария для планирования работы подвижного состава, позволяющего определить затраты времени на перевозку с применением тракторной техники в качестве тягача, обеспечивающей организацию безопасного дорожного движения грузового автомобильного транспорта в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия)).

Достижение цели требует решения взаимосвязанных **задач**:

– изучение научных трудов, связанных с решением проблем перевозок грузов с учетом особенностей организации дорожного движения при перевозке грузов в особых условиях эксплуатации автомобильного транспорта;

– проведение натурных наблюдений за работой подвижного состава при перевозке грузов на маршрутах, где присутствуют участки дорог с подъемами и спусками;

– определение вероятностных значений времени движения подвижного состава IVECO-AMT 733910 С/Т на маршрутах при перевозке грузов с применением тракторной техники в качестве тягача;

– определению вероятности применения тракторной техники в качестве тягача на маршрутах перевозок грузов, где движение осуществляется на спусках и подъемах, т.е. вероятности того, что за определенный период времени движение подвижного состава будет осуществляться с применением тракторной техники в качестве тягача;

– разработка рекомендаций для практического применения результатов исследований.

– установление вероятностных значений времени движения подвижного состава IVECO-AMT 733910 С/Т в результате натурных наблюдений и выяснение, соответствует ли функция распределения значений показателя нормальному закону;

– определить вероятности применения тракторной техники в качестве тягача на маршрутах перевозок грузов, где движение осуществляется на спусках и подъемах.

Материалы и методы

При исследовании применяются натурные наблюдения для ездов, при выполнении которых использовалась тракторная техника в качестве тягача для автомобильного транспорта на маршрутах перевозок грузов, где движение осуществлялось на спусках и подъемах. Для определения вероятности возникновения события, значений доверительных интервалов времени движения подвижного состава с учетом доверительной вероятности – 0,95 использовались

методы теории вероятностей и математической статистики. В качестве основы выполненных исследований использовались научные работы ученых по планированию работы подвижного состава с учетом особенностей организации дорожного движения при перевозке грузов в сложных условиях эксплуатации.

Научная новизна исследования заключается в совершенствовании существующих научных положений при планировании работы подвижного состава, представленных в ранее изученных научных трудах в части применения научных методов для определения времени необходимого для организации дорожного движения при перевозке грузов в особых условиях эксплуатации автомобильного транспорта с применением тракторной техники.

Теоретическая значимость включает в себя применение методов теории вероятностей и математической статистики, натурные наблюдения для получения:

- вероятностных значений времени движения подвижного состава грузового автомобильного транспорта в суровых условиях Крайнего Севера на маршрутах перевозок грузов, где существуют дороги с подъемами и спусками и применяется тракторная техника в качестве тягача, обеспечивающая организацию безопасного дорожного движения в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия));

- вероятности применения тракторной техники в качестве тягача для подвижного состава грузового автомобильного транспорта в суровых условиях Крайнего Севера на маршрутах перевозок грузов, где движение осуществляется на спусках и подъемах.

К положениям, выносимым на защиту относятся

- результаты определения затрат времени на перевозку грузов с применением тракторной техникой в качестве тягача, обеспечивающей организацию дорожного движения в суровых условиях Крайнего Севера для планирования работы подвижного состава IVECO-AMT 733910 С/Т,

- плановые показатели времени движения подвижного состава IVECO-AMT 733910 С/Т (грузоподъемностью 30 тонн) с декабря по март на маршрутах

перевозки разборных элементов конструкций и имущества бригад бурения скважин, полученные при проведении натурных наблюдений в реальных условиях эксплуатации.

Область исследований соответствует требованиям паспорта научной специальности 2.9.5 – Эксплуатация автомобильного транспорта, п. 2 – Оптимизация планирования, организации и управления перевозками пассажиров и грузов, технического обслуживания, ремонта и сервиса автомобилей, использования программно-целевых и логистических принципов.

Степень достоверности обеспечивается корректностью применения положений и математического аппарата теории грузовых автомобильных перевозок, результатов исследований других ученых, использованием результатов натурных наблюдений практики оптимизации перевозок грузов в суровых условиях Крайнего Севера, статистики; представлением и обсуждением результатов на научных конференциях и форумах, в том числе международных, результатами моделирования.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований доложены, обсуждены и одобрены на V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Омск, 04–05 февраля 2021 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2021

Публикации по работе. Основные положения диссертации опубликованы в 3 статьях, в том числе 1 – в ведущем издании из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов проводится государственная регистрация программы для ЭВМ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение

Планирование работы подвижного состава автомобильного транспорта при перевозке грузов в интересах предприятий основного производства по разведке и

добыче нефти и газа в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия)) имеет свои особенности, которые связаны с необходимостью учета влияния природно-климатических, дорожных, транспортных, сезонных факторов. Планируются показатели, зависящие от фактической грузоподъемности подвижного состава, пробега и времени работы. Сменное время работы подвижного состава грузоподъемностью 26 т. при перевозке груза на конкретном маршруте определяется по времени оборота, которое учитывает вероятностные значения ряда временных показателей, в том числе вероятностную величину времени движения подвижного состава с применением тракторной техники;

В рамках реализации ФЗ от 10.12.1995 №196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» разработаны «Методические рекомендации по проведению мероприятий по улучшению условий дорожного движения и повышению безопасности дорожного движения в целях ликвидации мест концентрации дорожно-транспортных происшествий, включающие типовые решения» (утв. протоколом заседания проектного комитета по национальному проекту «Безопасные и качественные автомобильные дороги» от 31.07.2019 N 5). Для ликвидации дорожно-транспортных происшествий на участках дорог с высоким риском таких происшествий организации реализуют мероприятия, связанные с обеспечением безопасности дорожного движения.

В научных работах делается вывод о том, что в условиях образования скользкости степень опасности на подъемах и спусках, кривых в плане, а также их сочетании значительно увеличивается. К строительству автомобильных дорог на нефтегазовых месторождениях предъявляются требования, учитывающие природно-климатические факторы Крайнего Севера. Организация дорожного движения на автозимниках и ледовых переправах не отличается от обычных дорог. На зимниках и переправах устанавливаются дорожные знаки, шлагбаумы, разделительные полосы.

Содержание автомобильных дорог включает в себя защиту от снежных заносов, очистку от снега, борьбу с зимней скользкостью и с наледями для

обеспечения бесперебойного и безопасного движения грузового автомобильного транспорта.

В результате исследования практики работы подвижного состава при перевозке грузов в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия)) установлено, что маршруты с подъемами и спусками для грузового подвижного состава являются опасными участками с высоким риском дорожно-транспортных происшествий. Для безопасного преодоления таких участков на колёса крепятся специальные приспособления (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид колеса грузового автомобиля с цепью против скольжения для движения на участках дорог с подъемами и спусками в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия))
(фото сделано самостоятельно С.А. Вахрушевым)

Для улучшенного сцепления колеса грузового автомобиля с дорогой разработаны различные приспособления, установлены преимущества их использования в сложных климатических условиях.

В результате ранее выполненных исследований установлено, что из конструктивных факторов наибольшее значение на формирование скоростного режима при движении на участках дорог с подъемами и спусками оказывают полная масса автопоезда, мощность двигателя и передаточные отношения трансмиссии.

Натурные наблюдения за перевозкой грузов в условиях Крайнего Севера показали, что наличие специальных приспособлений для движения на участках

дорог с подъемами и спусками не всегда предотвращают съезды подвижного состава с дороги и их опрокидывание (рисунок 2).



Рисунок 2 – Съезды грузового подвижного состава с дорог на участках с подъемами и спусками в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия))

(фото сделано самостоятельно С.А. Вахрушевым)

В практике перевозок грузов в условиях Крайнего Севера для предотвращения съездов подвижного состава с дороги и их опрокидывания в качестве тягача используют тракторную технику (бульдозеры KOMATSU D275A-5, Б 10М.6000-1В и т.п.) (рисунки 3, 4).



Рисунок 3 – Применение тракторной техники в качестве тягача для перемещения грузового автомобильного транспорта в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия))

(фото сделано самостоятельно С.А. Вахрушевым)

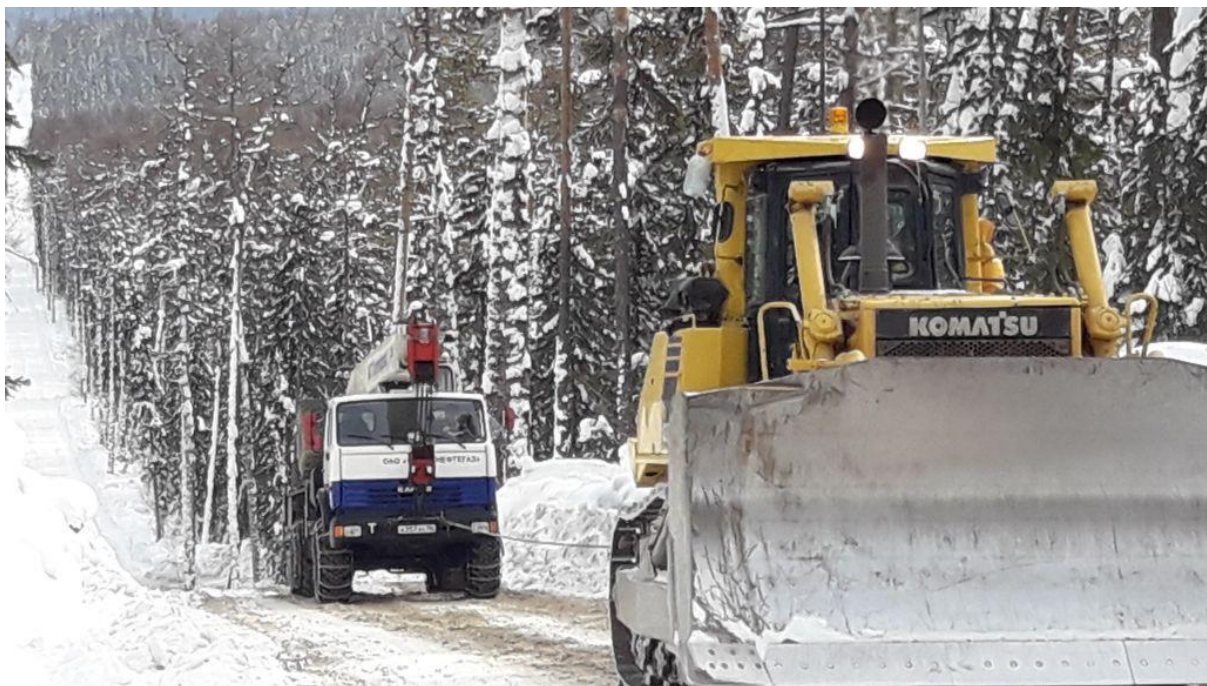


Рисунок 4 – Пример применения тракторной техникой в качестве тягача (фото сделано самостоятельно С.А. Вахрушевым)

Натурные наблюдения за перевозкой грузов в интересах предприятий основного производства по разведке и добыче нефти и газа в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия)) показали, что применение тракторной техники в качестве тягача для перемещения грузового автомобильного транспорта на маршрутах, где существуют дороги с подъемами и спусками требует временных затрат. Время на перевозку грузов снижается.

Представленные в настоящем исследовании разработки отечественных и зарубежных ученых, практических работников показали, что ранее предложенные методы не учитывают затраты времени на реализацию мероприятий по безопасности дорожного движения при перевозке грузов в интересах предприятий основного производства по разведке и добыче нефти и газа в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия)). Совершенствование существующих

подходов позволит разработать теоретический инструментарий для планирования работы подвижного состава при перевозке грузов в суровых условиях Крайнего Севера. Можно утверждать, что тема настоящего исследования является актуальной.

При разработке нового теоретического подхода для планирования работы подвижного состава, позволяющего определить затраты времени на перевозку грузов с применением тракторной техники в качестве тягача, обеспечивающей организацию безопасного дорожного движения при перевозке грузов в суровых условиях Крайнего Севера (Республика Саха (Якутия)), применяются методы теории вероятностей и математической статистики. Показатели транспортного процесса являются вероятностными, так как формируются под влиянием большого количества факторов.

При исследовании выполнены натурные наблюдения, количество которых определяется с учетом теории больших чисел. Бесповторная выборка представляет собой общее количество ездов на маршрутах перевозок грузов, где присутствуют участки дорог с подъемами и съездами. В настоящей работе в качестве случайной величины рассматривается число ездов с применением тракторной техники в качестве тягача на маршрутах перевозок грузов, где движение осуществляется на спусках и подъемах. Эта величина может принимать различное значение, которое в точности нельзя предсказать до выполнения натурных наблюдений.

Для определения вероятности возникновения события применяется биномиальный закон распределения и формула Я. Бернулли в связи с тем, что в результате исследований:

- проводится определенное количество наблюдений,
- в результате одного наблюдения может появиться одно из двух противоположных событий: перевозка грузов на спусках и подъемах выполняется с применением тракторной техники в качестве тягача или перевозка грузов на спусках и подъемах выполняется подвижным составом самостоятельно,

– при выполнении указанных условий наблюдаются различные комбинации событий.

При проведении натурных наблюдений были сформированы фотографии рабочего дня водителей, в которых фиксировалось время движения на спусках и подъемах с применением тракторной техники в качестве тягача. В результате использования методов математической статистики определялся закон распределения случайной величины, значения доверительных интервалов времени движения подвижного состава с учетом доверительной вероятности – 0,95. Для проверки научной гипотезы по критериям Пирсона и Романовского, полученные значения показателя формировались в интервальные вариационные ряды, позволяющие определить статистические характеристики вероятностного показателя. Полуширина доверительных интервалов для математического ожидания времени движения подвижного состава при перевозке грузов с применением тракторной техникой в качестве тягача на маршрутах определялась с применением среднего квадратического отклонения воспроизводимости эксперимента и обращенного значения функции Стьюдента.

Результаты

Представлен результат натурных наблюдений за работой подвижного состава IVECO-AMT 733910 С/Т (грузоподъемностью 26 тонн), которые проводились с декабря 2022 года по март 2023 года. На шести маршрутах при перевозке разборных элементов конструкций и имущества бригад бурения скважин были зафиксированы участки с подъемами и спусками. Перевозка осуществлялась с отработанных площадок разведочного бурения на новые площадки разведочного бурения. На маршрутах ежедневно работали от 36 до 40 единиц подвижного состава грузового автомобильного транспорта.

В таблице 1 представлен вариационный ряд значений времени движения подвижного состава грузового автомобильного транспорта IVECO-AMT 733910 С/Т при перевозке грузов с применением тракторной техникой в качестве тягача на маршруте №1.

Таблица 1 – Вариационный ряд значений времени движения подвижного состава IVECO-AMT 733910 С/Т при перевозке грузов с применением тракторной техникой в качестве тягача на маршруте №1

№ п\п	Значение, ч	№ п\п	Значение, ч	№ п\п	Значение, ч
1	2	1	2	1	2
1	1,82	7	2,12	13	2,40
2	1,99	8	2,13	14	2,41
3	2,06	9	2,25	15	2,44
4	2,08	10	2,26	16	2,44
5	2,09	11	2,33	17	2,45
6	2,12	12	2,33	18	2,64
				19	3,09

В результате проверки научной гипотезы по критериям Пирсона и Романовского доказано, что время движения подвижного состава грузового автомобильного транспорта IVECO-AMT 733910 С/Т при перевозке грузов с применением тракторной техникой в качестве тягача на маршруте распределено по нормальному закону.

В таблице 2 представлены результаты исследований при перевозке грузов подвижным составом IVECO-AMT 733910 С/Т с применением специальной техники на шести маршрутах.

Таблица 2 – Результаты определения затрат времени на перевозку грузов с применением тракторной техникой в качестве тягача, обеспечивающей организацию дорожного движения в суровых условиях Крайнего Севера для планирования работы подвижного состава IVECO-AMT 733910 С/Т

Показатель	Значение по маршрутам					
	1	2	3	4	5	6
Математическое ожидание, ч	2,29	2,46	1,91	2,36	2,24	2,28
Среднее квадратическое отклонение	0,27	0,18	0,33	0,26	0,17	0,19
Верхняя граница доверительного интервала математического ожидания времени движения, ч	3,11	3,01	2,01	3,13	2,76	2,86
Нижняя граница доверительного интервала математического ожидания времени движения, ч	1,74	2,09	1,23	1,84	1,89	1,90

Величина вероятности (p) использования тракторной техникой в качестве тягача, обеспечивающей организацию дорожного движения в суровых условиях Крайнего Севера на исследуемых маршрутах для планирования работы подвижного состава IVECO-AMT 733910C/T:

- $p_{m1} - 0,31$;
- $p_{m2} - 0,24$;
- $p_{m3} - 0,28$;
- $p_{m4} - 0,26$;
- $p_{m5} - 0,35$;
- $p_{m6} - 0,32$.

Плановые показатели времени движения подвижного состава IVECO-AMT 733910 C/T (грузоподъемностью 30 тонн) с декабря по март на маршрутах перевозки разборных элементов конструкций и имущества бригад бурения скважин представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Плановые показатели времени движения подвижного состава IVECO-AMT 733910 C/T (грузоподъемностью 30 тонн) с декабря по март на маршрутах перевозки разборных элементов конструкций и имущества бригад бурения скважин

Показатель	Значение по маршрутам					
	1	2	3	4	5	6
Максимальное время движения, ч	0,96	0,72	0,56	0,81	0,97	0,92
Минимальное время движения, ч	0,54	0,50	0,34	0,48	0,66	0,61

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сделан вывод о том, что поставленная в исследовании цель достигнута за счет решения задач, позволяющих получить следующие научные знания:

- установлены вероятностные значения времени движения подвижного состава IVECO-AMT 733910 С/Т в результате натурных наблюдений и доказано, что функция распределения значений показателя соответствует нормальному закону;

- определены вероятности применения тракторной техники в качестве тягача на маршрутах перевозок грузов, где движение осуществляется на спусках и подъемах.

Результаты проведённых исследований позволяют совершенствовать существующие научные положения планирования работы подвижного состава, представленные в ранее изученных научных трудах в части применения научных методов для определения времени необходимого для организации дорожного движения при перевозке грузов в особых условиях эксплуатации автомобильного транспорта.

Для практического применения определены значения времени движения подвижного состава IVECO-AMT 733910 С/Т при перевозке грузов с применением тракторной техникой в качестве тягача на шести маршрутах. Показатели могут быть использованы в период с декабря по март при перевозке разборных элементов конструкций, имущества бригад бурения скважин и прочих грузов в интересах предприятий основного производства по разведке и добыче нефти и газа.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Вахрушев, С. А. Особенности обеспечения основного производства по добыче нефти и газа подвижным составом в условиях Крайнего Севера / С. А. Вахрушев // Вестник Сибирского Отделения Академии Военных Наук. – 2022. – № 65. – С. 141-148. – EDN QIJOST.

2. Вахрушев, С. А. Особенности планирования технического обслуживания подвижного состава при эксплуатации в условиях Крайнего Севера / С. А. Вахрушев // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Омск, 04–05 февраля 2021 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2021. – С. 52-55. – EDN FNVYBM.

3. Вахрушев, С. А. Особенности практики работы подвижного состава при перевозке грузов в условиях Крайнего Севера / С. А. Вахрушев // Техника и технологии строительства. – 2020. – № 3(23). – С. 4-12. – EDN TRJYRI.