

*Меньшиков С. В.  
Ухтинский государственный  
технический университет  
аспирант кафедры Технологии и  
транспортно-технологических машин*

*Бурмистрова О. Н.  
Ухтинский государственный  
технический университет  
профессор кафедры Технологии и  
транспортно-технологических машин, д.т.н.*

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ ТРАССИРОВАНИИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

*Аннотация: В настоящее время проектирование дорог на практике ограничивается описанием природных условий и хозяйственной деятельности человека, характеризуя географическую среду только с качественной стороны: «районы с нормальными условиями для сложности строительства лесной дороги, районы с условиями повышенной сложности, районы с особо сложными условиями». Очевидно, что классификация или аналогичная оценка природных условий дорожного строительства не решает проблем, связанных с выполнением экономических, технических и экологических требований, которые предъявляются к современным дорогам. Комплексное изучение географической среды для проектирования дорог предоставляет возможности для повышения рентабельности проектных решений,*

*совершенствования методов планирования капитальных вложений, обеспечения рационального использования и охраны природных ресурсов. В данной статье рассмотрены геоинформационное обеспечение при трассировании лесовозных автомобильных дорог.*

*Ключевые слова: лесовозная автомобильная дорога, трассирование, продольный профиль, цифровая модель местности, транспортные средства.*

***Menshikov S.V.***

***Ukhta State Technical University***

***Postgraduate student of the***

***Department of Technology and  
transport and technological machines***

***Burmistrova O. N.***

***Ukhta State Technical University***

***Professor of the Department of Technology and  
transport and technological machines,***

***Doctor of Technical Sciences***

## **GEOINFORMATION SUPPORT WHEN TRACING LOGGING ROADS**

*Abstract: Currently, road design in practice is limited to describing natural conditions and human economic activity, characterizing the geographical environment only from the qualitative side: "areas with normal conditions for the complexity of the construction of a forest road, areas with conditions of increased complexity, areas with particularly difficult conditions." It is obvious that the classification or similar assessment of the natural conditions of road construction does not solve the problems associated with the*

*fulfillment of economic, technical and environmental requirements that are imposed on modern roads. A comprehensive study of the geographical environment for road design provides opportunities to increase the profitability of design solutions, improve capital investment planning methods, and ensure the rational use and protection of natural resources. This article discusses geoinformation support for the tracing of logging roads.*

*Keywords: logging road, tracing, longitudinal profile, digital terrain model, vehicles.*

Трассирование дороги тесно связана со всем набором природных условий, поэтому искусство выбора оптимального расположения дорожной разметки зависит от способности изыскателя определить основные стороны каждого процесса и оценить его положительные и отрицательные стороны. Постоянно совершенствуя систему изучения природной среды для целей разметки дорог, предлагает оценивать дорожные условия в соответствии с "вероятностными трудностями". Составленная система кодов позволяет оценить степень влияния на инженерное строительство компонентов географической среды, таких как климат, рельеф, геологическое строение, гидрология, хозяйственная деятельность человека. Этот метод не вызывает трудностей на практике и, самое главное, исключает возможность недооценки природных явлений.

В последние годы был достигнут значительный прогресс в планировке лесных дорог, благодаря внедрению современных технологий в проектировании дорог. Это позволило добиться прогресса в поиске новых принципов оценки планировки дорог, разработке математических моделей и методов проектирования, следовательно, постоянное повышение эффективности дорожного строительства напрямую связано с совершенствованием методологических основ для планировки лесных дорог с помощью поддержки геоинформационного обеспечения. Поиск

новых и эффективных решений потребовал значительных разработок и постоянных исследований по этому вопросу.

Энергоэффективность и безопасность традиционно входят в число основных тенденций развития автомобильной промышленности. Возможности автопроизводителей по совершенствованию базовых алгоритмов проектирования и управления, по-видимому, исчерпаны, и повышение безопасности дорожных транспортных средств является сложной задачей. Анализ дорожно-транспортных происшествий с участием большегрузных транспортных средств показал, что 85,2% дорожно-транспортных происшествий вызваны различными человеческими факторами во Франции, Германии, Италии, Венгрии, Нидерландах, Словении и Испании [1].

Примерно 80% дорожно-транспортных происшествий в России происходят по вине водителей. Следовательно, наиболее эффективным подходом могло бы быть повышение активной безопасности дорожных транспортных средств и исключение водителей-людей из цикла вождения транспортного средства.

Проекты по разработке технологий автономных транспортных средств в настоящее время реализуются всеми мировыми производителями автомобилей, особенно в Соединенных Штатах, Германии, Японии и Китае. В этих проектах также участвуют автомобильные концерны, такие как Ford, Daimler, Volkswagen, Toyota, Honda, GM, Geely, Tata и Tesla, а также другие крупные технологические организации, такие как Google, Continental, Delphi, Siemens и Bosch.

Поэтому тенденции в развитии технологий автономного вождения важны и актуальны. Общий акт вождения можно разделить на три уровня усилий водителя: стратегический, тактический и оперативный уровни.

Стратегический уровень включает в себя планирование поездки. Тактический уровень заключается в маневрировании транспортным

средством в условиях дорожного движения (смена полосы движения, обгон, ограничение скорости и т.д.). Операционный уровень включает в себя врожденные действия, такие как рулевое управление, торможение и другие системы управления транспортным средством для отслеживания траектории. Стратегический уровень занимается задачами логистики, маршрутизации, навигации [2].

Одна из основных задач, применяемых на этом уровне, связана с созданием высокоточных геоинформационных моделей пространственной местности, называемых картами высокой четкости. Tактический уровень имеет дело с вопросами психофизиологии и критически зависит от безупречной работы технической системы распознавания дорожных сцен, включая подсистему техническое видение. Кроме того, существует огромный пласт проблем принятия решений на тактическом уровне, которые исследователи и разработчики в основном пытаются решить с помощью систем искусственного интеллекта.

К основным проблемам тактического уровня относятся все неопределенности, возникающие в процессе вождения, которые требуют корректировки маршрута. Предполагается, что оперативный уровень управления транспортным средством должен быть хорошо изучен.

Это исследование сосредоточено на новых подходах, которые решают некоторые проблемы тактического и оперативного уровней в области трассирования лесовозных автомобильных дорог.

Геоинформационная обеспечение как инструмент быстрого внедрения и широкого распространения автономных транспортных средств Известные способы автономного вождения в основном основаны на использовании данных из различных навигационных систем реального времени и электронной карты, загруженной в память ЭБУ. Точные действия по управлению движением обычно выполняются с использованием вычислительных алгоритмов, которые работают в режиме

реального времени и часто зависят от систем искусственного интеллекта. Эти системы требуют значительных вычислительных мощностей на борту для таких задач, как обнаружение объектов, классификация, распознавание сцен, оценка рисков и принятие решений [3].

Коррекция траектории в таких системах постоянно происходит на каждом участке маршрута, что приводит к высоким требованиям к бортовым вычислениям, увеличению задержки для команд управления с увеличением скорости движения, снижению точности управления на высоких скоростях и риску непредсказуемых сбоев в случаях неправильного распознавания сцены.

Имеется упрощенный подход к автономному вождению и более надежное и менее дорогостоящее решение “базовой трассы”, которая представляет собой высокоточный пространственный маршрут движения, содержащий дополнительные блоки, обеспечивающие оптимальное управление транспортным средством в зависимости от требуемой транспортной задачи и условий движения. Базовую трассу можно сравнить с виртуальной пространственной железной дорогой для транспортного средства, которая действует как поезд.

Соответственно, в простейшем случае транспортное средство должно снизить скорость движения и остановиться в случае обнаружения препятствия или опасности. Если у вас возникли проблемы, система принятия решений должна начать переключать систему отслеживания траектории на другой трек из базы данных или на другой фрагмент сгенерированного маршрута объезда.

Информационные слои могут быть добавлены с соответствующими объектами, такими как дорожная разметка и элементы инфраструктуры.

Геопространственные данные могут быть получены с помощью космической или аэрофотосъемки, лазерного сканирования (наземного или

воздушного базирования), радиолокационного сканирования и других методов[4].

Однако мы считаем использование традиционных карт высокой четкости нецелесообразным в предлагаемом концептуальном подходе. Вместо этого мы предлагаем использовать базовые треки, которые представляют собой программные продукты, разработанные на основе DTM и технических знаний об определенном транспортном средстве, дороге, дорожном движении и условиях окружающей среды.

Структура базовой трассы включает в себя: - набор данных кинематических параметров движения транспортного средства; - навигационный набор данных; - набор данных о контрольных действиях; - набор данных о дорожных характеристиках; - набор данных об условиях вождения с критериями оптимальности.

Набор данных кинематических параметров движения транспортного средства содержит рассчитанные справочные данные, которые типичны для рассматриваемого транспортного средства при движении в нормальных условиях (отсутствие дополнительной ветровой нагрузки, вес загруженного автомобиля, сухой асфальт и т.д.).

Навигационный набор данных позволяет определять местоположение транспортного средства на базовой трассе во время движения с помощью любой точной бортовой навигационной системы.

Набор данных контрольных воздействий соответствует набору данных кинематических параметров и содержит команды управления для нормальных условий вождения.

Набор данных характеристик дорог содержит информацию о типе дороги, продольных и поперечных уклонах, среднем коэффициенте трения дорожного покрытия при нормальных погодных условиях, Международном индексе шероховатости и кривизне дороги.

Набор данных условий вождения содержит информацию, которая включает, но не ограничивается следующим: - максимально допустимая скорость в соответствии с правилами дорожного движения и дорожными знаками; - коэффициент погодных условий, с помощью которого можно регулировать допустимую скорость; - критическая скорость для определенного транспортного средства (максимально возможная скорость для транспортного средства и дорожных условий); - комплексный коэффициент регулировки скорости, который отражает критерий энергоэффективности; - коэффициент регулировки скорости, который учитывает особенности дорожной инфраструктуры; - коэффициент степени надежности для полученных спутниковых навигационных данных в заданном местоположении [5].

Этот фактор учитывает инфраструктурные и природные помехи и является показателем перехода со спутниковой системы на другую систему позиционирования (оптическую, инерциальную и т.д.) при использовании гибридной навигационной системы. Набор данных об условиях вождения может обновляться в интерактивном режиме. Важно отметить, что некоторые параметры набора данных условий вождения являются взаимоисключающими.

Соответственно, конкретные управляющие действия для режима автономного вождения будут определены из рассмотренного набора данных в отношении транспортной задачи. Некоторые примеры представлены критериями оптимальности, такими как минимальное время в пути, экономия топлива или безопасное вождение с уменьшением рисков.

В другом примере тяжелый грузовик, движущийся автономно с задачей минимизации расхода топлива. Набор файлов с последовательными базовыми дорожками формирует дорожку большей длины. Перед началом автономного вождения файл трека или, по крайней



мере, первый файл длинного трека должен быть загружен во встроенный блок памяти. Остальные файлы треков и набор данных об условиях вождения могут быть загружены или обновлены по мере движения транспортного средства по маршруту.

Также возможно предварительно загрузить все файлы дорожек в блок памяти. Мы предлагаем использовать концепцию базовой трассы на стратегическом уровне автономного управления транспортным средством, рассматривая информацию современных карт высокой четкости как избыточную. Использование базовых маршрутов на тактическом уровне исключает или сводит к минимуму проблему принятия решений и динамической коррекции маршрута, что приводит к повышению надежности автономной системы вождения, снижает требования к бортовой вычислительной мощности и улучшает производительность системы, позволяя ей управлять транспортным средством на более высоких скоростях.

В то же время концепция базовой трассы предусматривает различные заранее определенные способы движения по одному и тому же маршруту. Экономическое преимущество достигается на основе соотношения оптимизированных управляющих воздействий в автономном режиме по отношению к запрашиваемой транспортной задаче [6].

Таким образом использование концепции базовой трассы на тактическом уровне исключает или сводит к минимуму проблемы принятия решений и динамической коррекции маршрута, что может повысить надежность систем автономного вождения, снизить требования к бортовой вычислительной мощности и улучшить производительность системы, позволяя транспортным средствам работать на более высоких скоростях. Важно решить проблемы оптимального управления транспортным средством для режима автономного вождения при моделировании с привязкой к точной геоинформационной среде.

## Список использованных источников

1. Роль состояния лесных дорог в обеспечении комфорта и безопасности дорожного движения в неблагоприятные периоды года // Наука. Технология. Производство. 2015. № 2(6). Страница 66–

2. Быстрянец Е.В., Скрыпников А. Б., Чернышова Е.В., Логойда Б. С. Исследование технологии экспертной оценки качества информационного обеспечения автомобильного транспорта. Автоматизация. Moderna технология. 2017. Т.71. № 9. С. 429-432.

3. Афоников, Д. Н. Аспекты оптимального расположения временных лесных дорог в лесосеках / Д. Н. Афоников [и др.] // Moderna научно-практические решения XXI века: Матер. Международная научно-практическая конференция. -2016. - С. 106-111.

4. Бурмистров Д.В., Скрыпников А.В., Козлов В.Г., Могутов Р.В., Абасов М.А. Рабочая гипотеза ритмичного строительства лесовозных автомобильных дорог и ее экономико-математическое развитие // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 5. С. 69–76. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-5-69-76.

5. Птицын П.С., Радько Д.В., Скрыпников А.В. Разработка метода интеграции мобильных приложений и Корпоративных информационных систем // Журнал управления цифровой информацией. 2016. № 14(5). С. 322-332.

6. Скрыпников А.В., Дорохин С.В., Козлов В.Г., Чернышова Е.В. Математическая модель статистической идентификации информационного обеспечения автомобильного транспорта // Журнал инженерных и прикладных наук. 2017. Том 12, 2. С. 511-515.