

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК \_\_\_\_\_

Балбуцкий  
Роман Владимирович

Подруливающее устройства обеспечения автоматического параллельного  
вождения сельскохозяйственного транспортного средства

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-40 80 01 Элементы и устройства вычислительной  
техники и систем управления

Научный руководитель  
Черемисинова Людмила Дмитриевна  
Проф., докт. техн. наук

Минск 2015

## ВВЕДЕНИЕ

В век информационных технологий, когда великое множество технических идей и решений находят свое место в повседневной жизни людей, тысячи устройств используются в различных сферах деятельности, облегчая выполнение задач различного уровня сложности.

Одним из таких устройств является система автоматического подруливания для сельскохозяйственных транспортных средств. Такая система позволяет осуществлять автоматическое управление направлением движения сельскохозяйственного транспорта при посеве, сборе сельскохозяйственных культур или удобрении полей. Устройства подруливания благоприятствуют более качественному проведению сельскохозяйственных мероприятий путем осуществления более точного управления сельскохозяйственной техникой, а также возможностью работы в условиях недостаточной видимости и тяжелых погодных условий.

На рынке ведущих зарубежных стран и России предлагаются готовые системы автоматического подруливания для сельскохозяйственного транспорта. В Беларуси не налажен выпуск таких систем. Остро стоит вопрос разработки систем автоматического подруливания в Беларуси с тем, чтобы производить отечественные аналоги таких систем, ориентированные на почвы, условия и практику организации сельскохозяйственных работ в Беларуси, а также сократить импорт такой техники.

Целью данной работы является исследование алгоритмической базы проектирования систем автоматического подруливания с целью адаптации их для работы в условиях Беларуси.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Для осуществления автоматического подруливания необходимо решить три основные задачи:

- задать маршрут;
- определить положение объекта в пространстве;
- реализовать управление на основе отклонения от маршрута.

Основная цель работы – проанализировать методики реализаций задач подруливания и обосновать целесообразность их применения в условиях проведения сельскохозяйственных работ.

При разработке устройства были проанализированы методики высокоточного спутникового позиционирования, из чего сделан вывод, что применение метода Real Time Kinematics (RTK) является наиболее предпочтительным.

В ходе анализа алгоритмов управления были исследованы подходы к построению моделей подвижных объектов, в результате которого для моделирования была выбрана велосипедная модель.

В результате моделирования установлено, что использование универсального алгоритма управления для криволинейных траекторий может быть более ресурсозатратным для прямолинейных участков, по сравнению с более простым алгоритмом управления движения вдоль прямой.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В диссертации рассмотрены проблемы, связанные с реализацией автоматического подруливания. Рассмотрена область применения устройств автоматического подруливания и необходимость их использования.

В 1-ом разделе приведен обзор проблемной области реализации автоматического подруливания, осуществлена классификация этапов осуществления подруливания, произведен краткий обзор подходов к реализации этих этапов.

Во 2-ом разделе осуществлен анализ методов позиционирования. Для реализации определения местоположения объекта в полевых условиях наиболее подходящими явились технологии с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Вследствие этого, во втором разделе также приведено описание алгоритма определения местоположения объектов, охарактеризованы основные причины ухудшения точности позиционирования, а также проведен анализ подходов к высокоточному позиционированию. Применения метода RTK для определения положения подвижного объекта является целесообразным с точки зрения высоких показателей точности (ошибка определения местоположения от 2 до 4 см) и быстродействия, что позволяет осуществлять позиционирование в реальном времени.

В 3-м разделе рассмотрены подходы к моделированию движения транспортных средств. Для подробного рассмотрения выбрана велосипедная модель, в виду простоты реализации, а также начального этапа исследований с перспективой перехода к более сложным моделям.

Произведен синтез алгоритма управления на основе имеющихся методик и осуществлено моделирование управления движением в пакете прикладных программ Matlab. Анализ результатов моделирования позволяет судить о перспективности использования нескольких алгоритмов управления, вместо одного универсального, в виду специфики движения при проведении сельскохозяйственных работ. Специфика заключается в том, что в большинстве случаев траектории движения с/х техники составляют прямолинейные участки. Для осуществления движения вдоль прямолинейных участков более рациональным является использование простых алгоритмов движения вдоль заданной прямой. Это позволяет улучшить показатели скорости сходимости траекторий объекта и цели, а также упростить алгоритмическую реализацию, что позволит сэкономить ресурсы используемых аппаратных средств.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка подруливающего устройства является сложной и комплексной задачей. На точность его работы влияет качество реализации каждой из его составных частей. Так, например, на точность подруливания будут в совокупности влиять точность навигационных определений, погрешность расчета модели движения транспортного средства по указанному маршруту, а также качество алгоритмической и аппаратной реализации управления.

В работе показаны результаты моделирования движения на примере упрощенных моделей. Для применения подобных алгоритмов в реальных условиях необходим учет дополнительных параметров, так как движению, как правило, препятствуют различные факторы.

Тем не менее, в работе показано, что применение сложных алгоритмов не всегда является наиболее рациональным решением и комплексный подход к решаемой задаче позволит найти пути ее альтернативного решения.

Библиотека БГУИР

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

- [1] Балбуцкий, Р.В. Обзор структуры системы автоматического подруливания для сельскохозяйственной техники / Р.В. Балбуцкий // Материалы 51 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов: Тезисы докл. – Минск, 2015.

Библиотека БГУИР