

УДК 629.1

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

НЕКОТОРЫЕ АЛГОРИТМЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ

Акинин Дмитрий Вячеславович
к.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 2521-5330
akinin@mgul.ac.ru

Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана, Россия, 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

Алябьев Алексей Федорович
д.т.н., профессор
Scopus Author ID: 57208470075
РИНЦ SPIN-код: 6093-1882
alyabiev@mgul.ac.ru

Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана, Россия, 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

Баженов Евгений Евгеньевич
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 5670-3549
Bazhenov@mgul.ac.ru

Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана, Россия, 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

Создание эффективных лесозаготовительных погрузочно-транспортных машин не возможно без использования IT-технологий. Компьютерные программы для управления машинами реализованы на базе алгоритмов системы управления. Для составления таких алгоритмов необходимо рассмотреть граф состояния машины в процессе эксплуатации по назначению с одной стороны, и с другой, алгоритм управления движением машины. Представленный алгоритм содержит блок схему, условия реализации, действия оператора, индикацию

Ключевые слова: ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНАЯ МАШИНА, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, АЛГОРИТМ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-173-001>

UDC 629.1

05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

SOME ALGORITHMS OF THE LOGGING LOADING AND TRANSPORT MACHINE CONTROL SYSTEM

Akinin Dmitry Vyacheslavovich
Cand.Tech.Sci., assistant professor
RSCI SPIN-code:2521-5330
akinin@mgul.ac.ru

Mytishchi branch Bauman Moscow State Technical University, Russia, 141005, Moscow region, Mytishchi, 1-ya Institutskaya, 1

Alyabiev Alexey Fedorovich
Dr.Sci.Tech., professor
Scopus Author ID: 57208470075
RSCI SPIN-code: 6093-1882
alyabiev@mgul.ac.ru

Mytishchi branch Bauman Moscow State Technical University, Russia, 141005, Moscow region, Mytishchi, 1-ya Institutskaya, 1

Bazhenov Evgeny Evgenievich
Dr.Sci.Tech., professor
RSCI SPIN-code:5670-3549
Bazhenov@mgul.ac.ru

Mytishchi branch Bauman Moscow State Technical University, Russia, 141005, Moscow region, Mytishchi, 1-ya Institutskaya, 1

The creation of efficient logging loading and transport vehicles is impossible without the use of IT technologies. Computer programs for controlling machines are implemented on the basis of control system algorithms. To create such algorithms, it is necessary to consider the graph of the state of the machine during operation for its intended purpose on the one hand, and on the other, the algorithm for controlling the movement of the machine. The presented algorithm contains a block diagram, implementation conditions, operator actions, and an indication

Keywords: FORWARDER, CONTROL SYSTEM, ALGORITHM

Введение. Рост производительности труда в лесозаготовительной отрасли должен быть достигнут за счет оснащения ее новейшими высокопроизводительными машинами и оборудованием, исключаящими

<http://ej.kubagro.ru/2021/09/pdf/01.pdf>

ручной труд на всех фазах лесозаготовительного производства. Решение этой задачи требует от специалистов нового подхода в осуществлении механизации и совершенствовании технологии лесоразработок [1].

Решение вопросов механизации на трелевке сортиментов связано с применением погрузочно-транспортной машины (ПТрМ). Повышение эффективности использования колесных ПТрМ на трелевке древесины является оптимальное (рациональное) использование рабочего времени на всех этапах технологического процесса. Следовательно, алгоритмы системы управления ПТрМ являются наиболее актуальными при разработке таких машин [2, 3, 4].

Граф состояний погрузочно-транспортной машины (ПТрМ) в процессе эксплуатации по назначению. Граф состояний ПТрМ показывает процессы, выполняемые ПТрМ и последовательность перехода из состояния в состояние. Направление перехода показано стрелками. Граф является ориентированным, но не размеченным, так как условия перехода из состояния в состояние не формализованы и определяются выполняемыми операциями в общем технологическом процессе и нормами выработки, устанавливаемыми экспериментально для данной машины. Нормы выработки определяются в процессе производственных испытаний и зависят от категории леса, квалификации оператора, почвенно-грунтовых условий, расстояния перемещения ПТМ в производственном цикле и другими факторами [5, 6].

Глобально для ПТрМ возможны 2 варианта состояний ИСПРАВНОЕ и НЕИСПРАВНОЕ. В данном случае неисправное состояние рассматриваться не будет, так как переход в это состояние не входит в задачи настоящей статьи.

Исправное состояние подразумевает выполнение технологического процесса, предусмотренного целевым назначением ПТрМ.

При осуществлении технологического процесса возможны следующие состояния ПТрМ:

- 1 - парковка;
- 2 – движение порожнее;
- 3 – погрузка сортиментов;
- 4 – движение грузовое;
- 5 – разгрузка сортиментов.

К рассмотрению на данном этапе приняты укрупненные состояния, не отражающие конкретные операции.

Например, состояние «движение порожнее» подразумевает запущенный ДВС, включенное в селекторе положение «Д» (движение), движение ПТрМ без нагрузки на грузовую платформу, манипулятор находится в закрепленном «транспортном» положении, стояночный тормоз ПТрМ разблокирован, ходовые огни включены, проблесковый маячок желтого цвета отключен, управляющее воздействие на механизм поворота машины осуществляет оператор вручную.

Исходя из специфики технологического процесса возможны три варианта состояний системы:

- перемещение только порожней ПТрМ (например, от одного места стоянки к другому);
- выполнение полного, повторяющегося во времени, предусмотренного прямым назначением ПТрМ, цикла технологического процесса;
- выполнение заключительного цикла технологического процесса и постановка машины на парковку.

На рисунке 1 показан граф состояний ПТрМ.

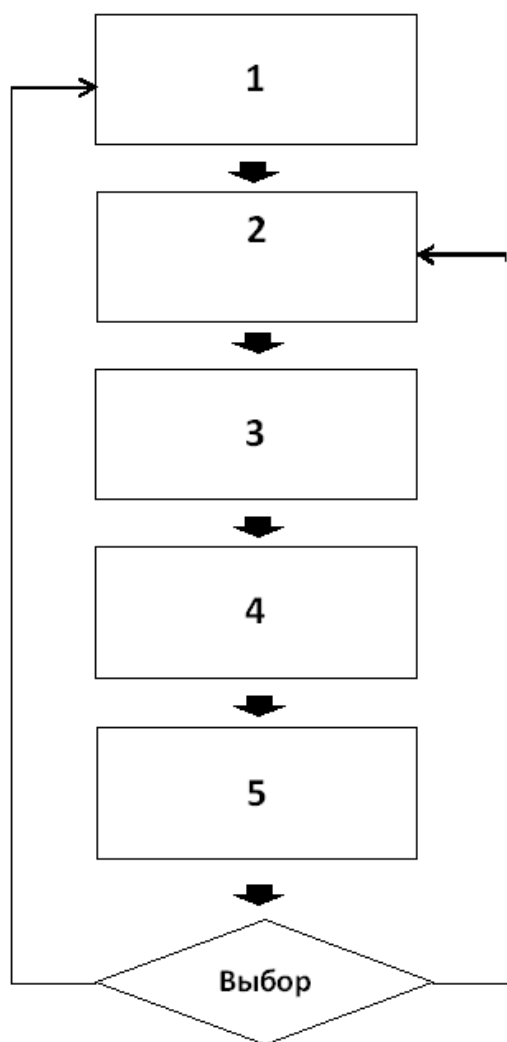


Рисунок 1 – Граф состояний погрузочно-транспортной машины в процессе эксплуатации по назначению: 1 - парковка; 2 – движение порожнее; 3 – погрузка сортиментов; 4 – движение грузовое; 5 – разгрузка сортиментов.

Первый вариант состояний системы (состояния 1-2-1 на рис. 1).

Случай, свойственный для перемещения ПТрМ с одного места дислокации к другому. Начальное состояние системы – «Парковка». Переходное состояние – «Движение». Конечное состояние – «Парковка». На рисунке 1 – встречные стрелки.

Второй вариант состояний системы (состояния 1 – 5 + логический блок).

Вариант соответствует выполнению полного периодического выполнения технологического цикла. Цикличность состояний определяется логическим блоком «да – нет».

Третий вариант состояний системы (состояния 1 – 5 + логический блок – 1).

Заключительный цикл – конечное состояние – постановка ПТрМ на парковку.

Рассмотренный граф состояний не учитывает критическое состояние системы – неисправное состояние. Переход в это состояние возможно на любом этапе выполнения технологического процесса. Это состояние изучается и формализуется на этапе производственных испытаний на основе собранных статистических данных по выходу из строя отдельных элементов и систем ПТрМ. На этом же этапе определяется и вероятность перехода в предельное состояние ПТрМ, когда дальнейшая использование машины по назначению не целесообразно экономически или невозможно по техническим причинам.

Алгоритм управления движением ПТрМ. Условием реализации алгоритма управления ПТрМ является, то что, ДВС запущен, прогрет до температуры, не ниже предусмотренной условиями эксплуатации, монитор оператора включён, нарушений в системах двигателя, трансмиссии и систем управления нет.

Действия оператора при «прямом» движении ПТрМ:

- выключить стояночный тормоз;
- перевести селектор контроллера управления трансмиссией из положения «парковка» в транспортный режим движения «движение»;
- указателями поворота указать направление дальнейшего движения;
- плавно перемещая педаль управления подачей топлива начать движение;

- при движении скорость ПТрМ изменять увеличением или уменьшением количества подаваемого в двигатель топлива и переходом на высшую передачу в контроллере управления трансмиссией.

При поворотах:

- снижать скорость до минимального перехода на низшую передачу и снижением частоты вращения коленчатого вала двигателя;

- внимательно следить за дорожной обстановкой, а при движении по технологическим и дорогам общего пользования соблюдать ПДД;

- внимательно следить за показаниями приборов, сигнальных ламп.

Реверсивное движение ПТрМ:

- снизить обороты двигателя до минимальных;

- остановить ПТрМ педалью тормоза;

- селектором контроллера управления трансмиссией установить прямое «движение» или реверсивное движение «реверс»;

- плавно перемещая педаль управления подачей топлива начать движение.

Кратковременная стоянка ПТрМ:

- двигатель глушить не рекомендуется;

- включить стояночный тормоз;

- опустить рабочее оборудование (отвал);

- селектор контроллера управления трансмиссией установить в нейтральное положение.

Парковка:

- установить селектор контроллера управления трансмиссией в положение «парковка»;

- опустить рабочее оборудование и трап;

- включить стояночный тормоз;

- заглушить двигатель.

- «массу» не отключать.

На экране монитора появляется указатель направления движения и указатель «Парковка».

Ограничениями реализации алгоритма движения ПТрМ служат.

Перед началом движения:

- переключение селектора контроллера управления трансмиссией из положения «паркинг» только при прогреве двигателя 50°C и выше;

- переключение контроллера управления трансмиссией из положения «паркинг» только при наличии давления в гидроприводе рабочих тормозных механизмов (при нажатой педали тормоза).

Во время движения:

- движение с минимальным радиусом поворота осуществлять только на минимальной скорости;

- движение со склонов осуществлять только с включённым двигателем;

- движение по дорогам с твёрдым покрытием осуществлять только с разблокированным меж секционным дифференциалом;

- торможение на скользких дорогах (грязь, мокрый асфальт, гололёд, укатанный снег) производить только с включённым двигателем.

На парковке:

- выключатель «массы» в состоянии «парковка» не отключать.

Алгоритм управления движением ПТрМ показан на рисунке 2.

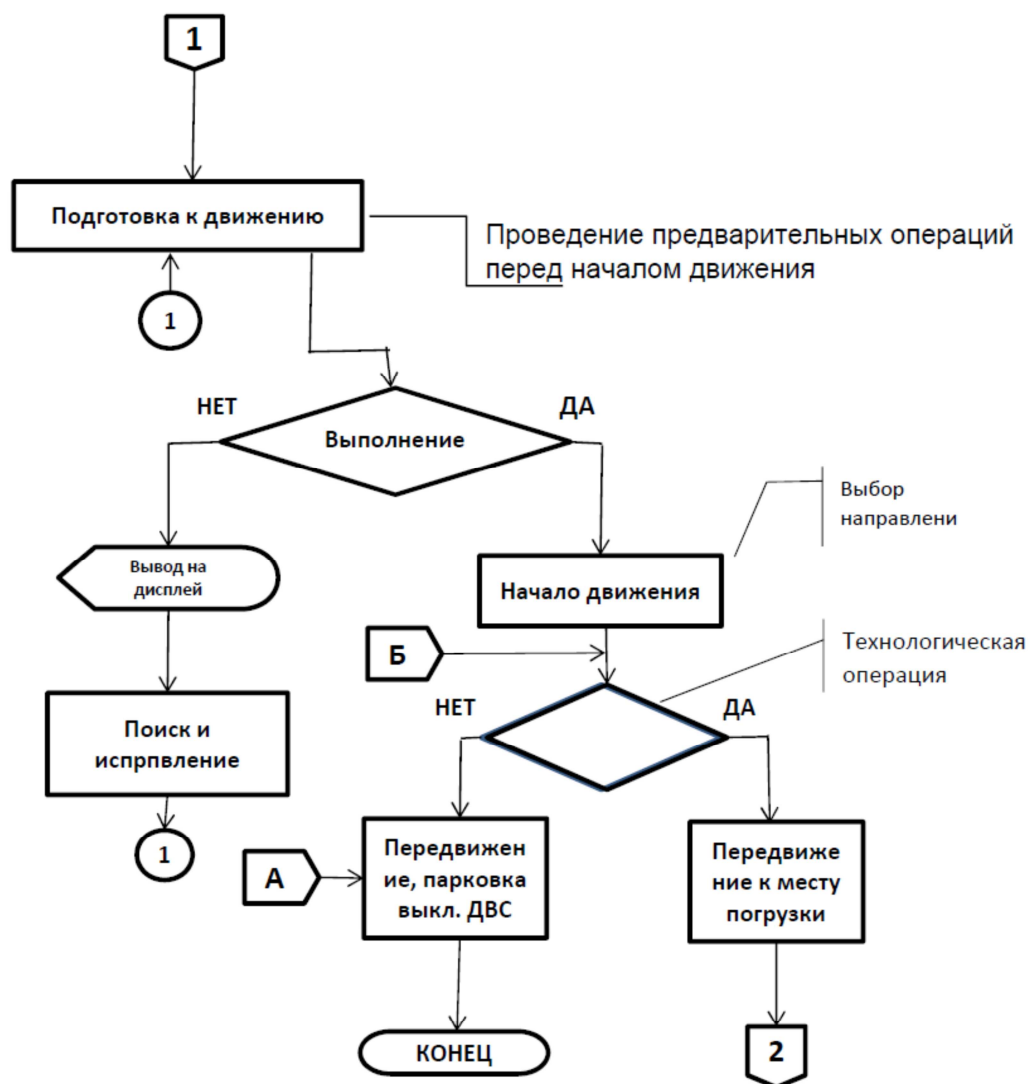


Рисунок 2 - Алгоритм управления движением ПТрМ

Выводы

Компьютерная программа управления работой ПТрМ реализована на представленных алгоритмах и позволят избежать издержек на эксплуатацию ПТрМ, рационально (оптимально) спланировать загрузку ПТрМ, отслеживать работу как машины в целом, так и различных ее механизмов, предотвращая перегрузки, нецелевое использование и необоснованные простои.

Благодарности: Работа выполнена в МГТУ им. Н.Э. Баумана при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования

Российской Федерации в рамках соглашения №075-11-2019-030 от 22 ноября 2019 г.

Литература

1. Акинин Д.В, Казначеева Н.И., Борисов В.А. Лесные машины и почвенная часть лесной экосистемы. В сборнике: НАУКА ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2015. С. 23-31.
2. Клубничкин, В.Е. Краткий анализ тенденций развития лесозаготовительных машин/ В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, А.Б. Карташов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2020. – № 3 (130). – С. 93–102.
3. Порубов, Д.М. Интеллектуальная система управления автономным мобильным робототехническим комплексом / Д.М. Порубов, В.С. Макаров, Д.В. Зезюлин [и др.] // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2016. – Т. 4. – № 5-3(25-3). – С. 330-335.
4. Акинин Д.В., Комаров Г.О., Прохоров В.Ю. Методика проектирование близкой к оптимальной структуре парка лесных машин. Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 2. С. 178-179.
5. Баженов Е.Е. Модульный принцип синтеза транспортных и технологических систем. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2010. № 2 (14). С. 78-88.
6. Баженов Е.Е. Моделирование сочлененных транспортно-технологических систем. Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 2. С. 20-23.

References

1. Akinin D.V, Kaznacheeva N.I., Borisov V.A. Lesnye mashiny i pochvennaja chast' lesnoj jekosistemy. V sbornike: NAUKA TRET'EGO TYSJaChELETIJa. Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2015. S. 23-31.
2. Klubnichkin, V.E. Kratkij analiz tendencij razvitija lesozagotovitel'nyh mashin/ V.E. Klubnichkin, E.E. Klubnichkin, A.B. Kartashov // Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva. – 2020. – № 3 (130). – S. 93–102.
3. Porubov, D.M. Intellektual'naja sistema upravlenija avtonomnym mobil'nyim robototehničeskim kompleksom / D.M. Porubov, V.S. Makarov, D.V. Zezjulin [i dr.] // Aktual'nye napravlenija nauchnyh issledovanij XXI veka: teorija i praktika. – 2016. – T. 4. – № 5-3(25-3). – S. 330-335.
4. Akinin D.V., Komarov G.O., Prohorov V.Ju. Metodika proektirovanie blizkoj k optimal'noj strukture parka lesnyh mashin. Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo. 2014. T. 2. S. 178-179.
5. Bazhenov E.E. Modul'nyj princip sinteza transportnyh i tehnologičeskijh sistem. Izvestija vysshijh uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Tehničeskie nauki. 2010. № 2 (14). S. 78-88.
6. Bazhenov E.E. Modelirovanie sochlenennyh transportno-tehnologičeskijh sistem. Traktory i sel'hozmashiny. 2010. № 2. S. 20-23.