

ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЗИРОВАННОГО УДАЛЕНИЯ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

¹Платонов А.А., ²Платонова М.А.

¹*Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова, Воронеж, Россия*

²*Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, Россия*

DYNAMIC SYSTEM OF THE WORKING PROCESS OF MECHANIZED REMOVAL OF UNWANTED VEGETATION

¹Platonov A.A., ²Platonova M.A.

¹*Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

²*Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Russia*

Аннотация: Выполнение работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности целесообразно выполнять с применением различных машин и механизмов. В статье рассматривается структура динамической самонастраивающейся системы механизированного удаления деревьев и кустарников с территорий линейных объектов.

Abstract: It is advisable to perform work on removing unwanted trees and shrubs using various machines and mechanisms. The article examines the structure of a dynamic self-adjusting system for mechanized removal of trees and shrubs from the territories of linear objects.

Ключевые слова: нежелательная растительность, удаление, механизация, система, объекты, взаимодействие.

Keywords: unwanted vegetation, removal, mechanization, system, objects, interaction.

Механизированное удаление нежелательной растительности [1, 2], произрастающей на территориях линейных объектов инфраструктуры [3], призвано обеспечить быстрое и качественное приведение указанных территорий в нормативно-техническое состояние, под которым подразумевается отсутствие деревьев и кустарников, наличие которых способно нарушить нормальное течение соответствующего производственного процесса.

Динамическая система рабочего процесса механизированного удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий линейных инфраструктурных объектов, включающая в себя ряд условий и факторов самонастраивания на получение оптимального, качественного и долгосрочного результата удаления НДКР, представляет собой структуру взаимосвязанных

элементов [4], объединённых в 7 следующих подсистем: «Линейный инфраструктурный объект», «Производство», «Природа», «Нежелательная древесно-кустарниковая растительность», «Оснащение», «Базовое транспортное средство» и «Система управления» (рис. 1).

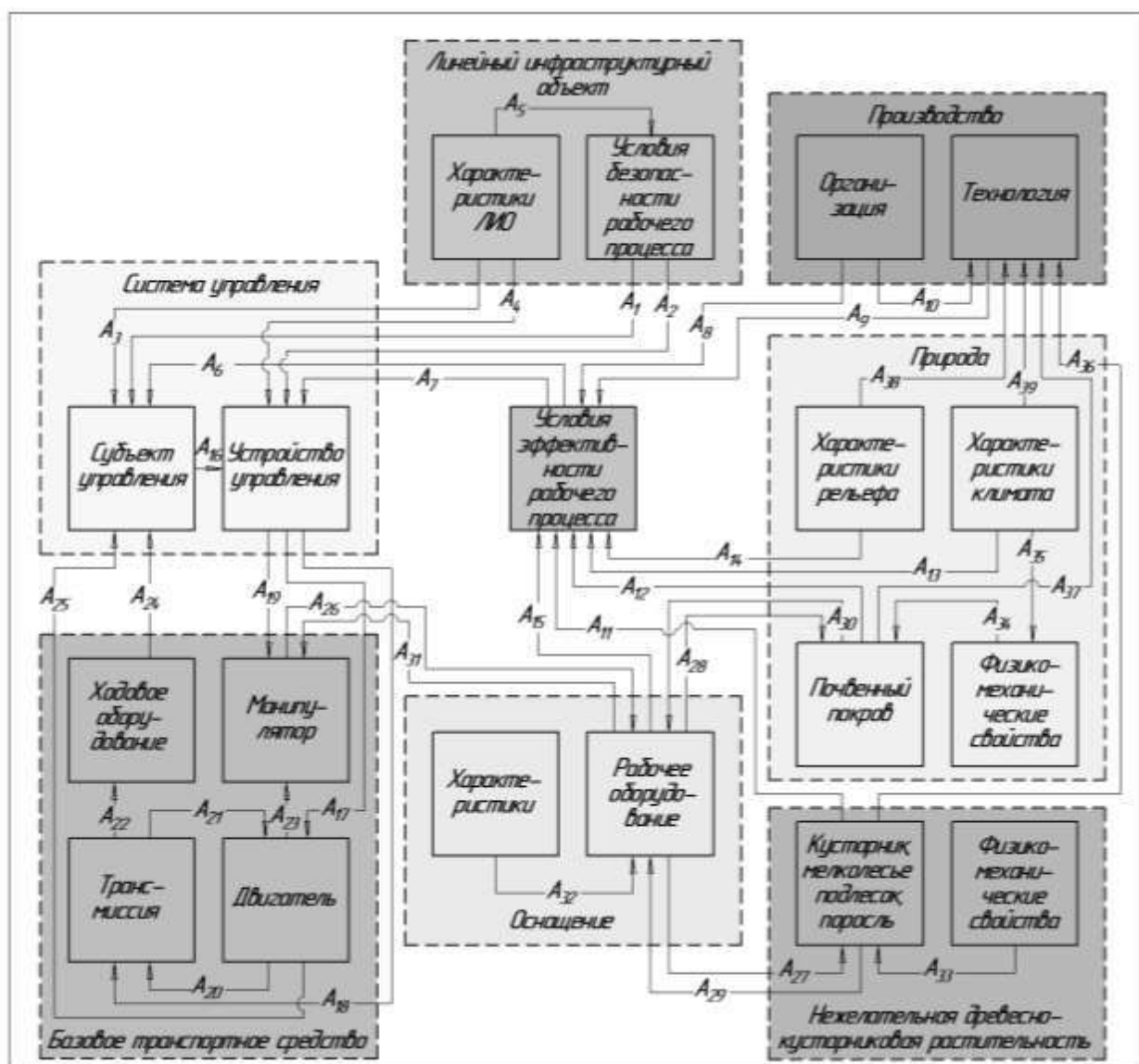


Рисунок 1 – Динамическая система рабочего процесса механизированного удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий линейных инфраструктурных объектов

В качестве элементов подсистемы «Линейный инфраструктурный объект» понимаются рассматриваемые в настоящей работе территории, очищаемые от нежелательной древесно-кустарниковой растительности, особенности и характеристики рассматриваемых территорий, а также условия безопасного выполнения работ на данных территориях, принимаемые и утверждаемые соответствующими компетентными органами, ответственными за нормативно-техническое их содержание [5].

В целом, линейный инфраструктурный объект (ЛИО) представляет собой совокупность капитальных инженерных конструкций, начало сооружений ко-

торых уходит в века (достаточно вспомнить сооружение древних каналов-водоходов, а также появившиеся на рубеже XVIII-XIX веков железные дороги). ЛИО создаются для поддержки самых различных производственных процессов и обеспечения нормальной жизнедеятельности людей. Указанные рабочие процессы определяют типы линейного объекта: транспортные (для обеспечения перевозки грузов и пассажиров посредством движения автомобильного и железнодорожного транспорта, передачи на большое расстояние жидкостей и газов), коммунальные (для обеспечения передачи электрической или тепловой энергии, доставки воды к потребителям или сбора и отведения сточных вод), для обеспечения связи. Ключевыми особенностями ЛИО являются прочные связи с поверхностью земли и выраженная протяжённость, где длина существенно превосходит ширину (рис. 2).

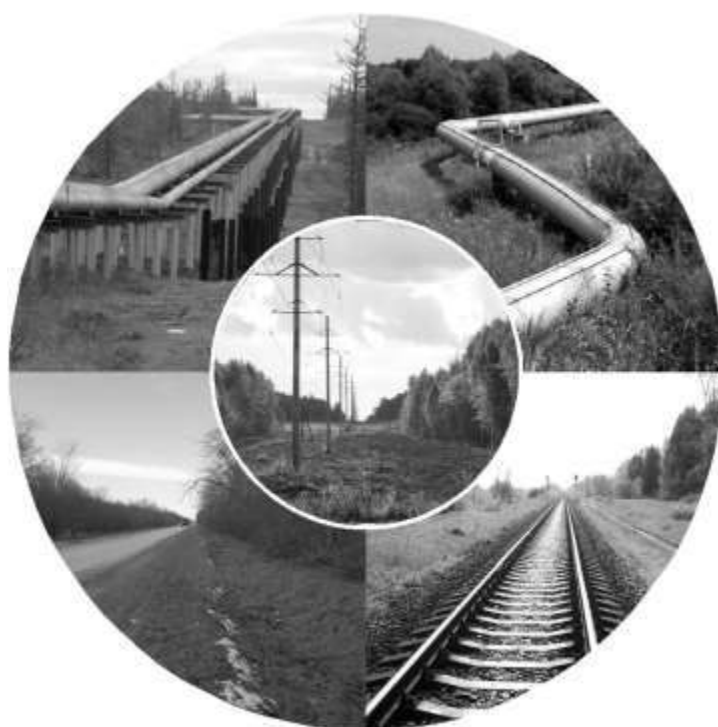


Рисунок 2 – Совокупность линейных объектов инфраструктуры

Линейные объекты могут включать в себя различные элементы, такие как мосты, тоннели, развязки, станции и терминалы, которые обеспечивают их функциональность. Однако при этом на указанных элементах удаление нежелательной растительности не производится, ввиду отсутствия условий для её произрастания (в частности – плодородного слоя почвенных частиц).

В качестве элементов подсистемы «Производство» понимаются мероприятия, связанные с организационными действиями (самостоятельными силами, аутсорсинг и т.д.) по подготовке к выполнению работ по удалению с территорий ЛИО нежелательной древесно-кустарниковой растительности, а также принимаемый для конкретных условий работ технологический процесс удаления указанной растительности, включающий в себя одну или несколько технологических операций.

В целом, технологический процесс (ТП) представляет собой регламентированную документами последовательность взаимосвязанных операций, выполняемых над линейным инфраструктурным объектом для достижения заданного результата (удаления произрастающей нежелательной растительности), и подлежащих контролю.

Технологические процессы, осуществляемые на территориях ЛИО, чаще всего нацелены на удаление НДКР методом срезания. Соответствующие технологические операции (самый мелкий шаг в технологическом процессе, который сам по себе является законченным этапом и имеет все характеристики всего процесса) в этом случае представляют собой воздействие на нежелательную растительность ручными переносными кусторезами или бензопилами (рис. 3, а; при относительно небольших объёмах работ или при отсутствии трактора) или механизированными кусторезами, приводимыми в действие трактором (рис. 3, б; при больших объёмах работ, ровной без посторонних включений поверхности и т.д.).



Рисунок 3 – Удаление НДКР методом срезания

В качестве элементов подсистемы «Система управления» понимаются субъект управления (человек-оператор или автоматическое устройство, принимающий (принимающее) решения по управлению базовым транспортным средством, в том числе – его элементами), а также устройство управления, формирующее и передающее управленческие решения элементам указанного транспортного средства.

В качестве подсистемы «Базовое транспортное средство» понимаются машины (а именно: трактор; многофункциональное транспортное средство типа «экскаватор», «погрузчик», «мини-погрузчик»; или специализированное транспортное средство типа «мульчер самоходный»), обладающие такими элементами, как двигатель, трансмиссия, ходовое оборудование и манипулятор.

В части многофункционального транспортного средства речь идёт о транспортном средстве с гусеничным или пневмоколёсным шасси, способном адаптироваться к разным функциям удаления нежелательной растительности за

счёт применения сменного навесного оборудования, которое крепится к концу управляемой стрелы или рукояти манипулятора. Чаще всего рассматриваемое транспортное средство выполнено по схеме «шасси-экскаватор» (рис. 4, а), практически не применяются многофункциональные транспортные средства, выполненные по схеме «шасси-мини-погрузчик» (рис. 4, б)



Рисунок 4 – Многофункциональные транспортные средства

В качестве элемента «Манипулятор» понимаются механизмы, обеспечивающие перемещение рабочего оборудования (органа [6]) в пространстве при неподвижном или подвижном транспортном средстве, в том числе введение в соприкосновение и выведение из соприкосновения с нежелательной растительностью рабочего оборудования (органа).

В качестве элементов подсистемы «Оснащение» понимаются технические средства механизации (рабочее оборудование) по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий линейных инфраструктурных объектов, перемещение которых в пространстве обеспечивается манипулятором базового транспортного средства, а также особенности и характеристики указанных средств механизации. В качестве оснащения технологических операций удаления НДКР могут применяться лесные грабли (рис. 5, а), косилки-кусторезы (рис. 5, б), мульчеры (рис. 5, в) и иные устройства [7, 8].

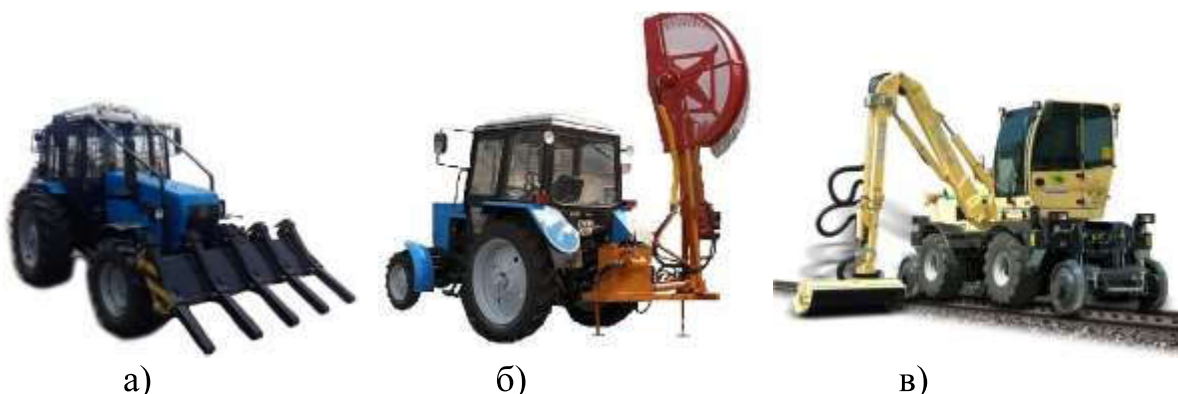


Рисунок 5 – Оснащение базовых транспортных средств удаления НДКР

В качестве элементов подсистемы «Природа» понимаются геолого-геоморфологические особенности и характеристики территорий линейных инфраструктурных объектов (а именно: почвенного покрова поверхности ЛИО,

обеспечивающего произрастание НДКР, и рельефа местности), а также метеорологические и климатические факторы, характеризующих суровость (в том числе – неустойчивость) сезонов года и значительность колебаний среднегодовых температур в местности расположения ЛИО.

В качестве элементов подсистемы «Нежелательная древесно-кустарниковая растительность» понимаются рассматриваемые в настоящей работе кустарник, мелколесье, подлесок и поросль, удаляемые с территорий линейных инфраструктурных объектов, а также их особенности и характеристики [9]. В частности, характеристикой кустарника является его описание как многолетнее растение, которое во взрослом состоянии не имеет одного главного ствола, а вместо этого имеет несколько одревесневших побегов, достигающих высоты от 0,8 до 6 метров.

Реакции связей, характеризующих воздействие (Action (*англ.*) – воздействие) одних элементов подсистем на другие элементы указывается с обозначением их порядкового номера.

Суть рассматриваемой динамической системы заключается в следующем.

При удалении нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территории линейного инфраструктурного объекта субъект управления подсистемы «Система управления», исходя из условий безопасности рабочего процесса (A1, A2) и характеристик ЛИО (A3, A4, A5) подсистемы «Линейный инфраструктурный объект», динамически изменяющихся условий эффективности рабочего процесса (A6, A7; на которые оказывают влияние организационные (A8) и технологические (A9, A10) особенности производства (удаления НДКР) подсистемы «Производство», реакции кустарника (мелколесья, подлеска и поросли; A11) и почвенного покрова (A12), характеристик климатической зоны (A13) расположения ЛИО и рельефа (A14) местности, а также реакции (A15) рабочего оборудования), оказывает влияние (A16) на устройство управления и формирует управляющие воздействия на двигатель (A17), трансмиссию (A18) и манипулятор (A19) базового транспортного средства.

Элементы подсистемы «Базовое транспортное средство», воспринимая управляющие воздействия от устройства управления, перераспределяют энергию между двигателем и трансмиссией (A20, A21), оказывая при этом влияние на ходовое оборудование (A22) и манипулятор (A23). Ходовое оборудование, в свою очередь, воздействует (A24) на субъект управления, на которое одновременно может оказывать влияние и двигатель (A25) базового транспортного средства.

В подсистеме «Оснащение» рабочее оборудование, воспринимая воздействия от манипулятора (A26), формирует воздействия на нежелательные кустарник (мелколесье, подлесок, поросль; A27) и почвенный покров (A28), получая от них ответные реакции (A29, A30) и оказывая в свою очередь ответное влияние на манипулятор (A31), при этом реакции рабочего оборудования, нежелательной растительности и почвенного покрова зависят соответственно от характеристик указанного оборудования (A32) и физико-механических свойств растительности и почвы (A33, A34), при этом на последние оказывают влияние

климатические характеристики (А35) зоны расположения линейного инфраструктурного объекта.

Получаемая в результате воздействия рабочего оборудования реакция кустарника (мелколесья, подлеска, поросли) оказывает влияние (А36) на принимаемую технологию подсистемы «Производство», на которую кроме того оказывают влияние элементы подсистемы «Природа», а именно: существующий почвенный покров (А37), характеристики рельефа (А38) и климата (А39).

Чёткое взаимодействие элементов рассмотренной структуры динамической системы рабочего процесса механизированного удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территориями линейных инфраструктурных объектов является условием быстрого, качественного и, в целом, эффективного удаления НДКР с вышеозначенных территорий.

Список литературы

1. Абдразаков Ф.К. Совершенствование технологии и технических средств утилизации древесно-кустарниковой растительности вдоль каналов, дорог, ЛЭП. Ч.1 / Ф.К. Абдразаков, Д.А. Соловьев, Р.Н. Бахтиев // Строительные и дорожные машины. – 2003. – № 3. – С. 22-23.
2. Экспертное обоснование концепции машины для удаления нежелательной растительности вдоль железнодорожных путей / А.А. Шубин, Н.А. Витчук, С.О. Илюхин [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 4. – С. 39-44. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-4-39-40.
3. Платонов А.А. Классификация линейных инфраструктурных объектов: линии электропередачи / А.А. Платонов // Актуальные проблемы современного транспорта. – 2023. – № 1(11). – С. 14-22.
4. Платонов А.А. Структура формирования технологических процессов удаления нежелательной растительности с эксплуатационных объектов инфраструктуры / А.А. Платонов // Ползуновский альманах. – 2020. – № 1. – С. 65-68.
5. Платонов А.А. Аутсорсинг в области борьбы с нежелательной растительностью на эксплуатационных объектах инфраструктуры / А.А. Платонов // Научное обозрение. – 2017. – № 8. – С. 68-73.
6. Платонов А.А. Ручные средства механизации воздействия на нежелательную поросль в охранных зонах транспортных инфраструктур / А.А. Платонов // История и перспективы развития транспорта на севере России. – 2021. – № 1. – С. 94-98.
7. Терновская О.В. Моделирование классификационных признаков лесных граблей / О.В. Терновская, А.А. Платонов // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11, № 3(43). – С. 172-182. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2021.3/14.
8. Драпалюк М.В. Современные машины и оборудование для лесного хозяйства на комбинированном ходу / М.В. Драпалюк, А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 12.
9. Платонов А.А. Оценка видового разнообразия растительности, произрастающей на территориях линейных инфраструктурных объектов Централь-

ной России / А.А. Платонов // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 1(49). – С. 180-193. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2023.1/12.

10. Минаев В.Н. Таксация леса: учеб. пособие / В.Н. Минаев, Л.Л. Леонтьев, В.Ф. Ковязин. – СПб: Лань, 2022. – 240 с.

References

1. Abdrazakov F.K. Improving the technology and technical means of recycling woody and shrubby vegetation along canals, roads, and power lines. Part 1 / F.K. Abdrazakov, D.A. Soloviev, R.N. Bakhtiev // Construction and road machines. – 2003. – № 3. – pp. 22-23.

2. Expert substantiation of the concept of a machine for removing unwanted vegetation along railway tracks / A.A. Shubin, N.A. Vitchuk, S.O. Ilyukhin [et al.] // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. – 2024. – № 4. – pp. 39-44. – DOI 10.24412/2071-6168-2024-4-39-40.

3. Platonov A.A. Classification of linear infrastructure facilities: power transmission lines / A.A. Platonov // Actual problems of modern transport. – 2023. – № 1 (11). – pp. 14-22.

4. Platonov A.A. Structure of formation of technological processes for removing unwanted vegetation from operational infrastructure facilities / A.A. Platonov // Polzunovsky almanac. – 2020. – № 1. – pp. 65-68.

5. Platonov A.A. Outsourcing in the field of combating unwanted vegetation at operational infrastructure facilities / A.A. Platonov // Scientific review. – 2017. – № 8. – pp. 68-73.

6. Platonov A.A. Manual means of mechanization of impact on unwanted growth in security zones of transport infrastructures / A.A. Platonov // History and Prospects of Transport Development in the North of Russia. – 2021. – № 1. – pp. 94-98.

7. Ternovskaya O.V. Modeling Classification Features of Forest Rake / O.V. Ternovskaya, A.A. Platonov // Forest Engineering Journal. – 2021. – Vol. 11, № 3(43). – pp. 172-182. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2021.3/14.

8. Drapalyuk M.V. Modern Combined-Rail Forestry Machines and Equipment / M.V. Drapalyuk, A.A. Platonov // Modern Problems of Science and Education. – 2013. – № 3. – pp. 12.

9. Platonov A.A. Assessment of species diversity of vegetation growing on the territories of linear infrastructure facilities of Central Russia / A.A. Platonov // Forestry journal. – 2023. – Vol. 13, № 1 (49). – pp. 180-193. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2023.1/12.

10. Minaev V.N. Forest taxation: textbook / V.N. Minaev, L.L. Leontiev, V.F. Kovyazin. – St. Petersburg: Lan, 2022. – 240 p.