

УДК 630*372

**ОБОСНОВАНИЕ СХЕМ РАЗРАБОТКИ ЛЕСОСЕКИ УЗКОЗАХВАТНЫМИ
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ****Григорьев Игорь Владиславович**

Доктор технических наук, профессор, Арктический государственный
агротехнологический университет, г. Якутск, Россия
e-mail: silver73@inbox.ru

Куницкая Ольга Анатольевна

Доктор технических наук, профессор, Арктический государственный
агротехнологический университет, г. Якутск, Россия
e-mail: ola.ola07@mail.ru

Должиков Илья Сергеевич

Кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: idolzhikov222@mail.ru

Михайлова Люция Михайловна

Аспирант, Арктический государственный агротехнологический университет
г. Якутск, Россия
e-mail: lyutsiya.losotova@mail.ru

Григорьева Ольга Ивановна

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Санкт-Петербургский
государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова
г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: grigoreva_o@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрены узкозахватные лесозаготовительные машины, флангового и фронтального типов. Предложены типовые схема разработки лесосек при сплошных и выборочных рубках фронтальными узкозахватными лесозаготовительными машинами. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Часть материалов работы получена при выполнении исследований

по гранту Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Ключевые слова: лесозаготовительные машины, узкозахватные лесозаготовительные машины, схемы разработки лесосек, лесосечные работы.

SUBSTANTIATION OF SCHEMES FOR THE DEVELOPMENT OF A CUTTING AREA BY NARROW-RANGE LOGGING MACHINES

Grigorev Igor Vladislavovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

Kunitskaya Olga Anatolyevna

Doctor of Technical Sciences, Professor, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

Dolzhikov Ilya Sergeevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
St. Petersburg, Russia

Mikhailova Lucia Mikhailovna

Postgraduate student, Arctic State Agrotechnological University,
Yakutsk, Russia

Grigoreva Olga Ivanovna

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov, St. Petersburg, Russia

Abstract. The article discusses narrow-range logging machines, flanking and frontal types. Typical schemes for the development of cutting areas with continuous and selective logging by frontal narrow-range logging machines are proposed. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University. Some of the materials of the work were obtained during research under the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Keywords: logging machines, narrow-range logging machines, cutting schemes, logging operations.

ВВЕДЕНИЕ. Узкозахватные лесозаготовительные машины отличаются от широкозахватных отсутствием гидроманипулятора, в связи с чем они вынуждены подъезжать к каждому дереву при выполнении рубок лесных насаждений.

Первые отечественные лесозаготовительные машины – валочные (ВМ-4), и валочно-трелевочные (ВМ-4А, ВМ-4Б, ВМ-55 (рисунки 1 и 2)) являлись узкозахватными фланговыми машинами. Их технологическое оборудование для валки деревьев размещалось по левому борту, поскольку оператора размещался также слева в кабине, и такое размещение технологического оборудования давало ему наилучший, из возможных, обзор [1].



Рис. 1. Узкозахватная фланговая гусеничная валочно-трелевочная машина ВМ-4А

Эти машины были оснащены не захватно-срезающими устройствами (ЗСУ), а просто срезающими устройствами (консольными пильными цепными гарнитурами), и сталкивающими рычагами. Это приводило к частым сколам в комлевой части спиливаемых деревьев, т.е. к экономическим потерям [2].

В связи с особенностями конструкции и размещения технологического оборудования эти лесозаготовительные машины, в основном, разрабатывали лесосеки круговым перемещением вокруг вырубаемого древостоя (круговыми лентами), или лентами, перпендикулярными усу лесовозной дороги (рисунок 3). Работать на выборочных рубках и с сохранением подроста они не могли. Зато очень существенно повышали производительность и безопасность труда, по сравнению с механизированной валкой [3].

Поваленные валочной машиной деревья собирались в пачки и трелевались в полупогруженном положении чокерными, или бесчокерными трелевочными тракторами.

При разработке лесосек узкозахватными фланговыми валочно-трелевочными машинами (ВТМ) кольцевые схемы (рисунок 3, а) обычно не использовались, предпочтение отдавалось разработке лесосек прямыми лентами, перпендикулярными или параллельными усу лесовозной дороги (рисунки 4 и 5) [4, 5].

Значительно устаревшие к настоящему времени узкозахватные лесозаготовительные машины флангового типа в настоящее время сменили широкозахватные лесозаготовительные машины – валочно-пакетирующие, харвестеры, валочно-трелевочно-процессорные.



Рис. 2. Узкозахватная фланговая гусеничная валочная машина ВМ-55

Но наличие гидроманипулятора, позволяющего лесозаготовительной машине спиливать несколько деревьев с одной технологической стоянки, существенно увеличивает как все, так и стоимость машины. В том числе по этой причине, в современном лесозаготовительном производстве находят применение и узкозахватные машины фронтального типа, не имеющие гидроманипулятора, зато имеющие меньший вес и стоимость.

В современной технологической литературе в области рубок лесных насаждений (лесосечных работ) отсутствуют рекомендации по схемам разработки лесосек при использовании таких машин.

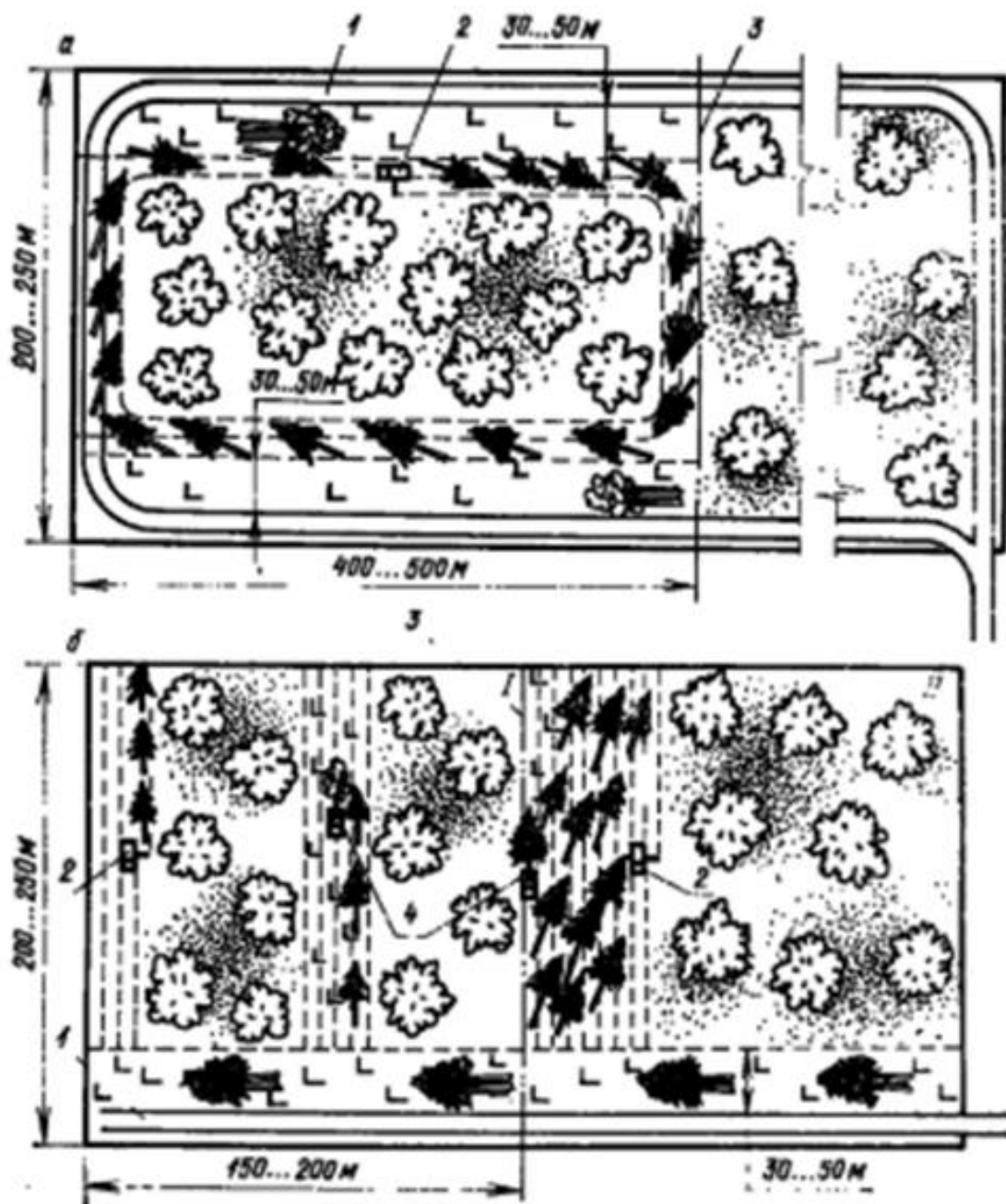


Рис. 3. Схемы разработки лесосек узкозахватной фланговой валочной машиной:
а) круговыми лентами; б) лентами перпендикулярными усу лесовозной дороги;
1 – ус лесовозной дороги; 2 – узкозахватная фланговая валочная машина;
3 – граница лесосеки; 4 – трелевочный трактор

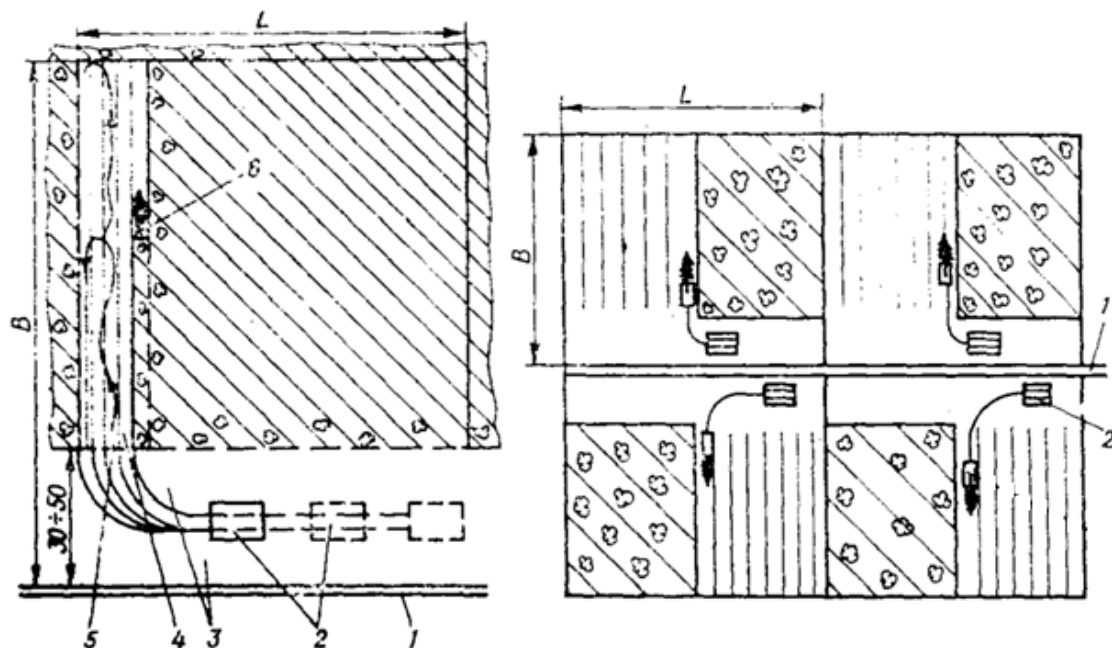


Рис. 4. Схемы разработки лесосеки узкозахватной фланговой ВТМ лентами, перпендикулярными усу лесовозной дороги:

1 — лесовозный ус; 2 — верхний склад; 3 — зона безопасности; 4 — лента; 5 — заездной волок; 6 — ВТМ

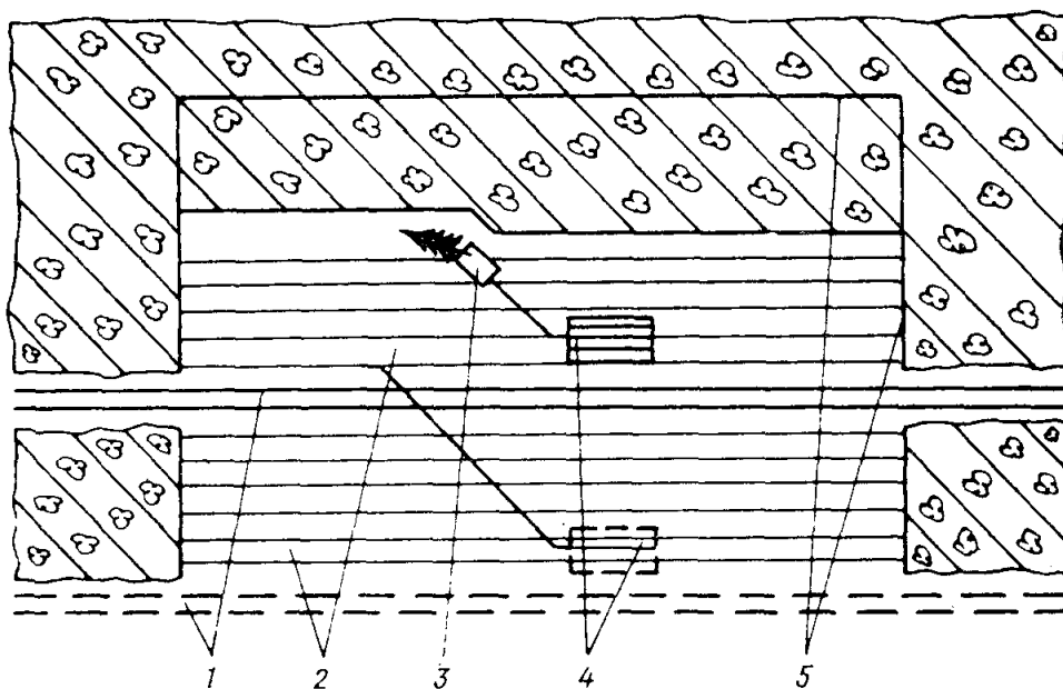


Рис. 5. Схема разработки узкозахватной фланговой ВТМ лесосеки лентами, параллельными усу лесовозной дороги:

1 — лесовозный ус; 2 — ленты; 3 — ВТМ; 4 — верхний склад; 5 — визир

Целью работы является анализ технологических схем разработки лесосек узкозахватными лесозаготовительными машинами фронтального типа на сплошных и выборочных рубках лесных насаждений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Материалы данной статьи получены путем анализа литературных источников и анализа производственного опыта в области проведения рубок лесных насаждений.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Известные современные узкозахватные лесозаготовительные машины (Delta FFD-35, John Deere 843J, Caterpillar 563C, Varco 1080 C, Bell, и др.) являются фронтальными (рисунки 6-9), могут иметь колесную или гусеничную базу. В отличие от рассмотренных выше они оснащены ЗСУ, с режущим органом цепного или дискового типа. У ряда машин ЗСУ имеет функции накопителя, что существенно повышает их производительность, особенно при небольшом объеме хлыста (рисунок 10).



Рис. 6. Колесная узкозахватная фронтальная лесозаготовительная машина John Deere 843J (фото)

Безусловно, при прочих равных условиях, узкозахватные лесозаготовительные машины имеют меньшую производительность, по сравнению с широкозахватными. Это связано с необходимостью их частых перемещений, от дерева к следующему дереву, по аналогии с вальщиком леса.

Но благодаря специальной защите кабины, в отличие от механизированной валки деревьев, при проведении подготовительных работ нет необходимости уборки опасных деревьев по всей территории лесосеки. Производительность узкозахватной лесозаготовительной машины хотя и меньше, чем у широкозахватной, но больше, чем у вальщика леса, при прочих равных условиях [6].

Благодаря оснащению машин ЗСУ современные узкозахватные лесозаготовительные машины могут не только валить деревья, но и перемещать их по лесосеке на небольшие расстояния в вертикальном, или в полуподвешенном положении. Т.е. эти машины могут работать в режиме валка-пакетирования. Это позволяет использовать с ними в паре самый высокопроизводительный тип трелевочных тракторов – тракторы с пачковым захватом, которые часто на практике называют скиддерами (рисунок 8).

Отсутствие у этих машин гидроманипулятора и связанная с этим необходимость подъезжать к каждому дереву, приводит, как и у старых машин, к невозможности сохранения равномерно распределенного подроста. Но благодаря их относительно небольшим габаритам и хорошей маневренности, они могут успешно использоваться на выборочных рубках высокой и очень высокой интенсивности. Для более точных рекомендаций по их использованию на выборочных рубках необходимы натурные производственные испытания, с измерением количества поврежденных деревьев, из оставляемых на дорастивание, и степени их повреждения при проведении рубок различной интенсивности.

В паре с вальщиками леса, при механизированной валке деревьев на пасеках, современные узкозахватные лесозаготовительные машины могут использоваться и при проведении выборочных рубок слабой, умеренной, и умеренно высокой интенсивности, при прорубке пасечных и магистральных трелевочных волоков.

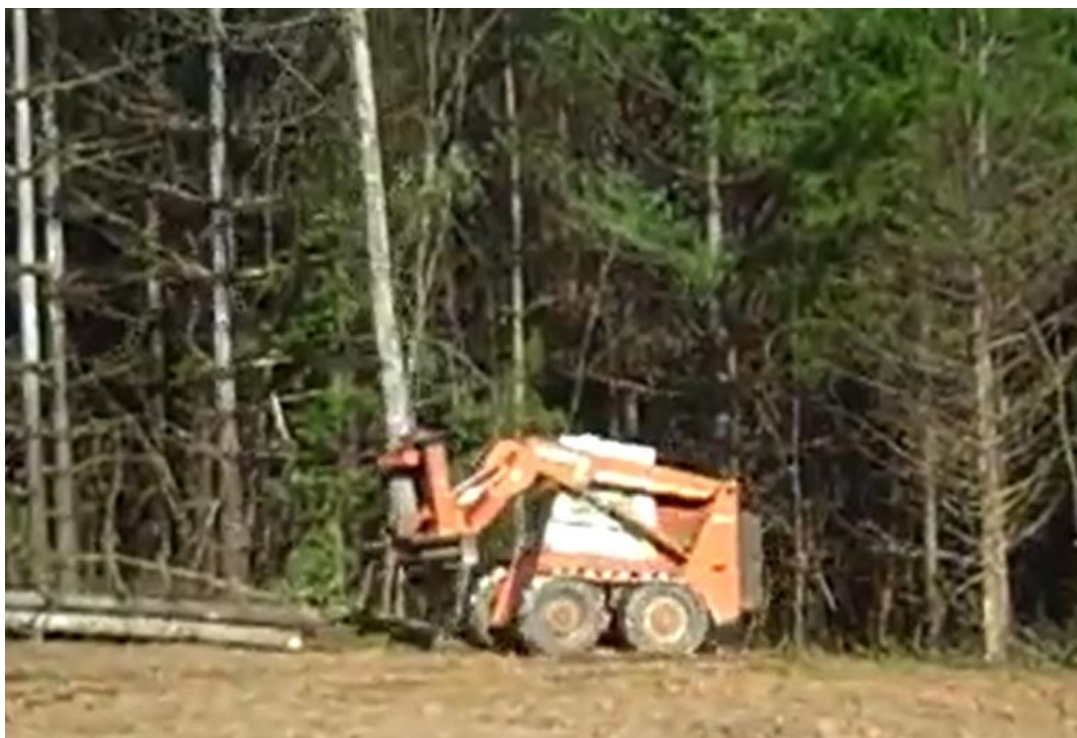


Рис. 7. Колесная узкозахватная фронтальная лесозаготовительная машина Barco 1080 C



Рис. 8. Колесная (трицикл) узкозахватная фронтальная лесозаготовительная машина Bell



Рис. 9. Гусеничная узкозахватная фронтальная лесозаготовительная машина Bell



Рис. 10. Колесная узкозахватная фронтальная лесозаготовительная машина John Deere 843J с ЗСУ с накопителем

Как и для любых лесных машин, для узкозахватных лесозаготовительных наилучшими условиями эксплуатации являются равнинные условия, сухие почвогрунты с хорошей несущей способностью (I и II категории), или неглубокий снежный покров зимой. Это особенно важно для машин, представленных на фото рисунков 6 и 7. Поскольку вынос ЗСУ с деревьями за габариты машины дает существенный опрокидывающий момент, перегружающий колеса переднего моста, а, следовательно, существенно нагружающий опорную поверхность. Это, на почвогрунтах с недостаточно несущей способностью может приводит к переуплотнению, и колееобразованию [7].

С учетом того, что представленные на рисунках 6-10 узкозахватные лесозаготовительные машины не предназначены для дальних перемещений спиленных деревьев, но конструктивно способны собирать их с некоторой площади в пакеты, т.е. работать в режиме валка-пакетирования, то для их использования на сплошной рубке без сохранения равномерно распределенного подроста можно использовать схему, схожую с рекомендуемой для широкозахватных полноповоротных валочно-пакетирующих машин (ВПМ), рисунок 11 [8].

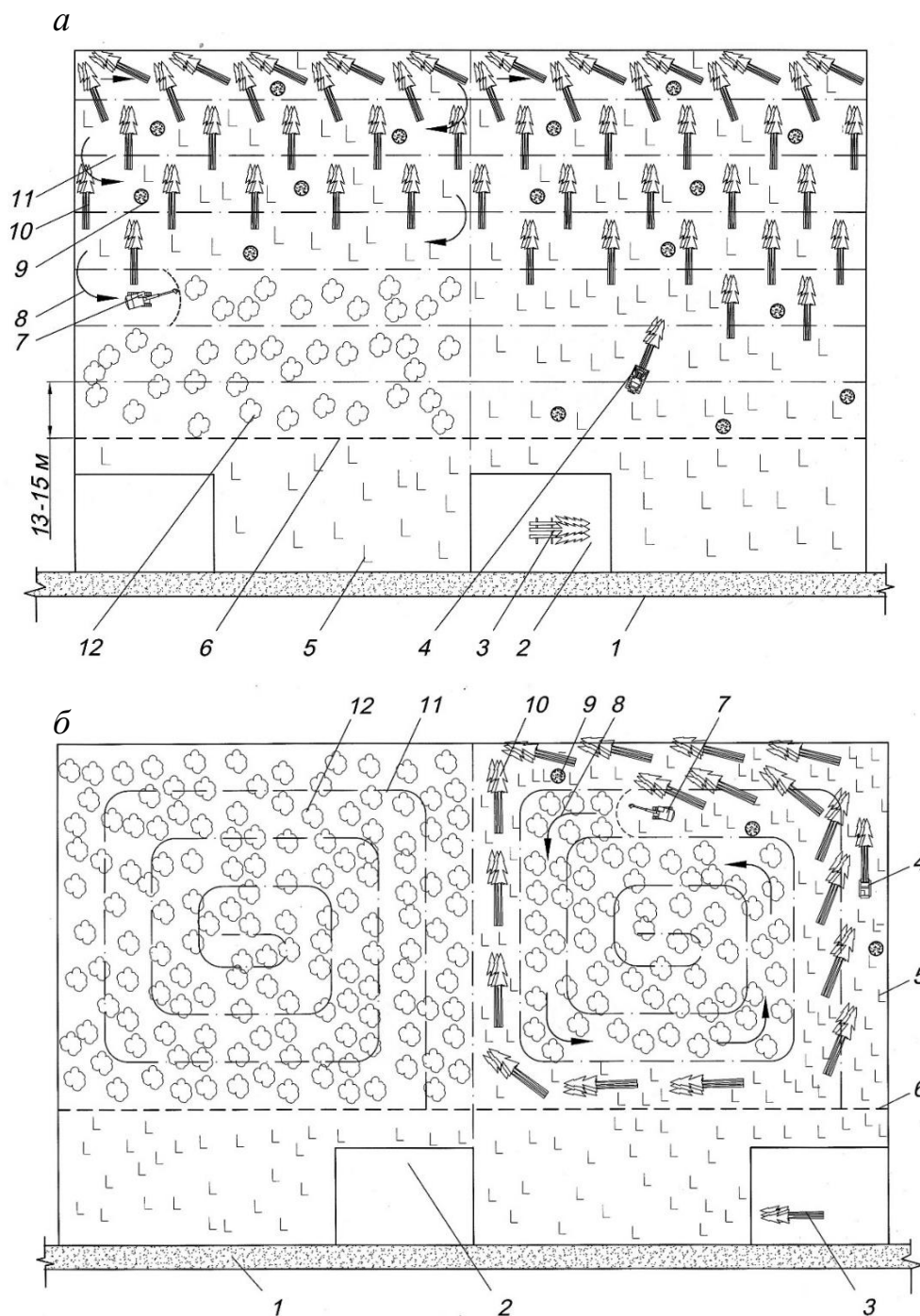


Рис. 11. Схема разработки лесосек ВПМ и трелевочных тракторов:

а – с пакетированием деревьев под углом, близким к прямому к направлению технологического хода ВПМ; *б* – кольцевая схема: 1 – ус лесовозной дороги; 2 – верхний склад; 3 – штабель деревьев; 4 – скиддер; 5 – пни; 6 – граница зоны безопасности; 7 – ВПМ; 8 – направление хода ВПМ; 9 – семенные деревья; 10 – пакеты деревьев; 11 – ленты; 12 – растущее лесное насаждение

Если узкозахватные фронтальные лесозаготовительные машины будут работать в режиме только валки деревьев, что, безусловно, существенно повысит их производительность, то использовать на последующей трелевке скиддеры будет

нерационально. В таком случае возможно рекомендовать схемы разработки лесосеки, представленные на рисунке 12.

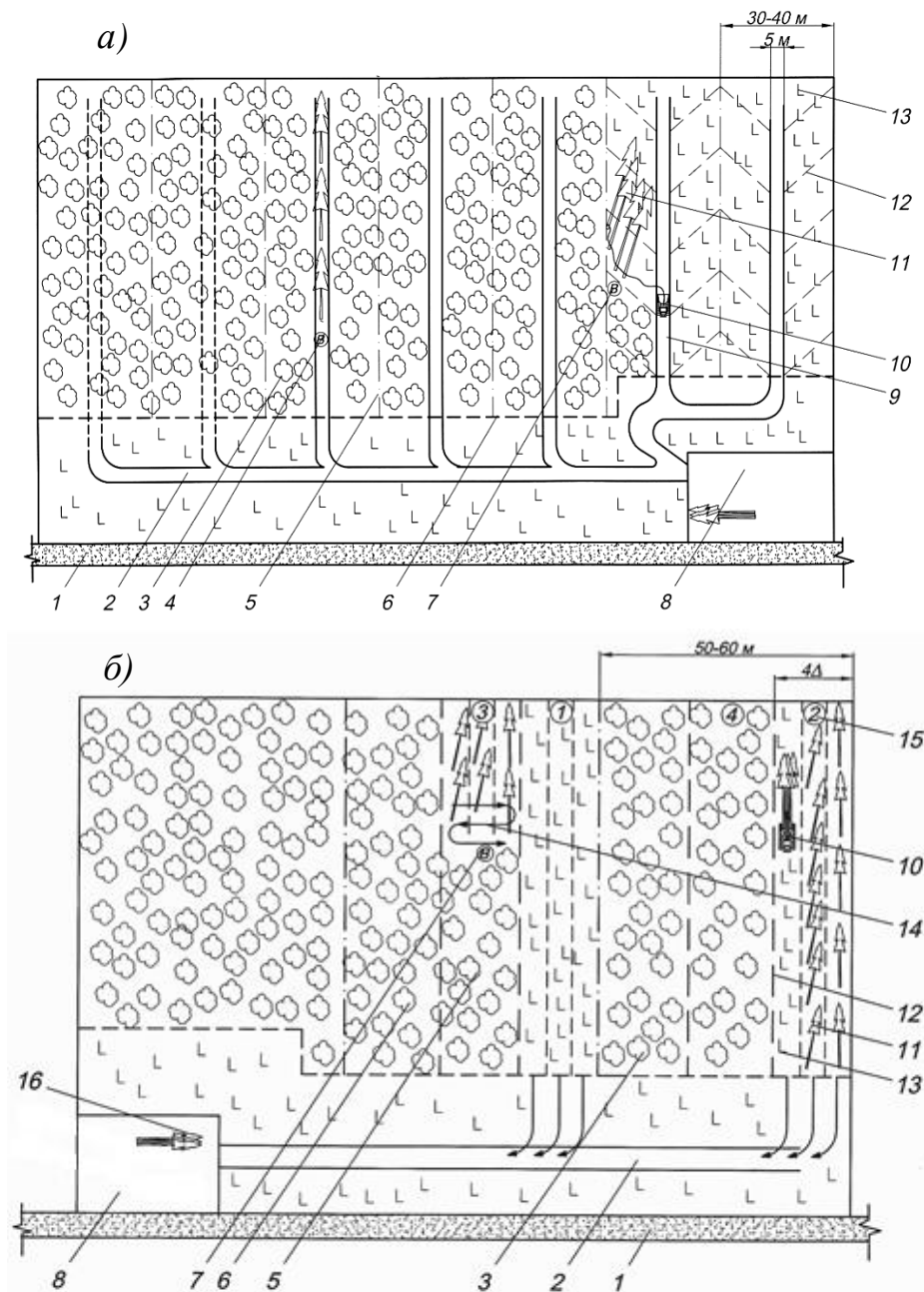


Рис. 12. Схема разработки лесосеки с трелевкой деревьев за комли:
а – по среднepassечной технологии на базе чокерными трелевочными тракторами;
б – по широкоpassечной технологии бесчокерными трелевочными тракторами;
 1 – ус лесовозной дороги; 2 – магистральный трелевочный волок; 3 – растущее лесное насаждение; 4 – прорубка волоков узкозахватной валочной машиной;
 5 – граница пасек; 6 – граница зоны безопасности; 7 – узкозахватная валочная машина; 8 – верхний склад; 9 – пасечный трелевочный волок; 10 – трелевочный трактор; 11 – спиленные деревья; 12 – граница лент; 13 – пни; 14 –ходы узкозахватной валочной машины; 15 – очередность разработки пасек; 16 – штабель деревьев

При использовании узкозахватных фронтальных лесозаготовительных машин на выборочных рубках можно рекомендовать схему, представленную на рисунке 13. При этом машина прорубает пасечные трелевочные волоки, и прореживает полупасеки, например, радиальными заездами (рисунок 14).

В связи с тем, что затраты времени на маневрирование существенно снижают производительность узкозахватных лесозаготовительных машин, для сплошной рубки лесных насаждений может быть также рекомендована технология разработки пасек в три ленты (трехленточная), представленная на рисунке 15.

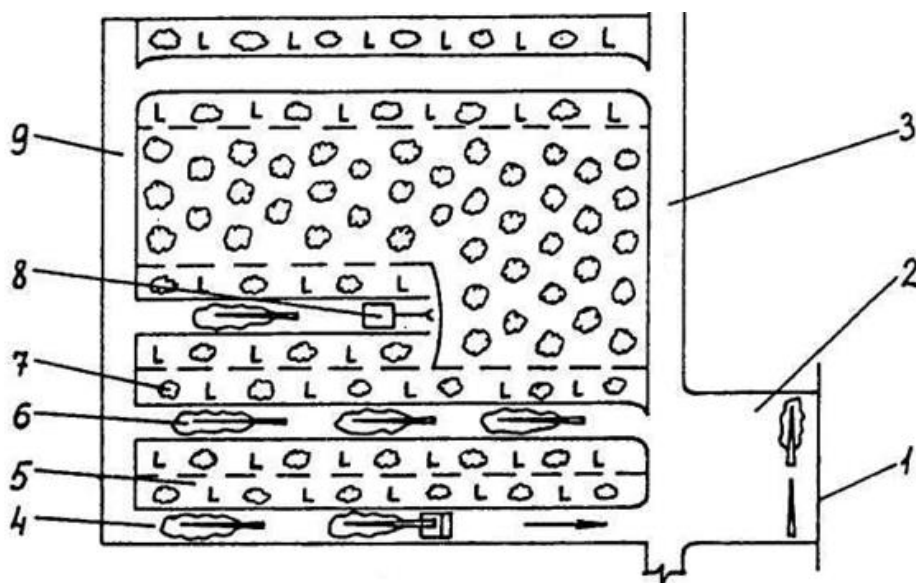


Рис.13. Схема выполнения выборочной рубки узкозахватной лесозаготовительной машиной фронтального типа

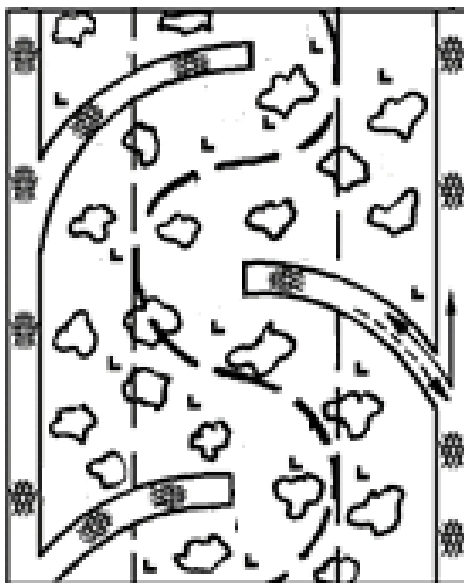


Рис.14. Схема прореживания пасек узкозахватной фронтальной лесозаготовительной машиной при выборочных рубках радиальными заездами

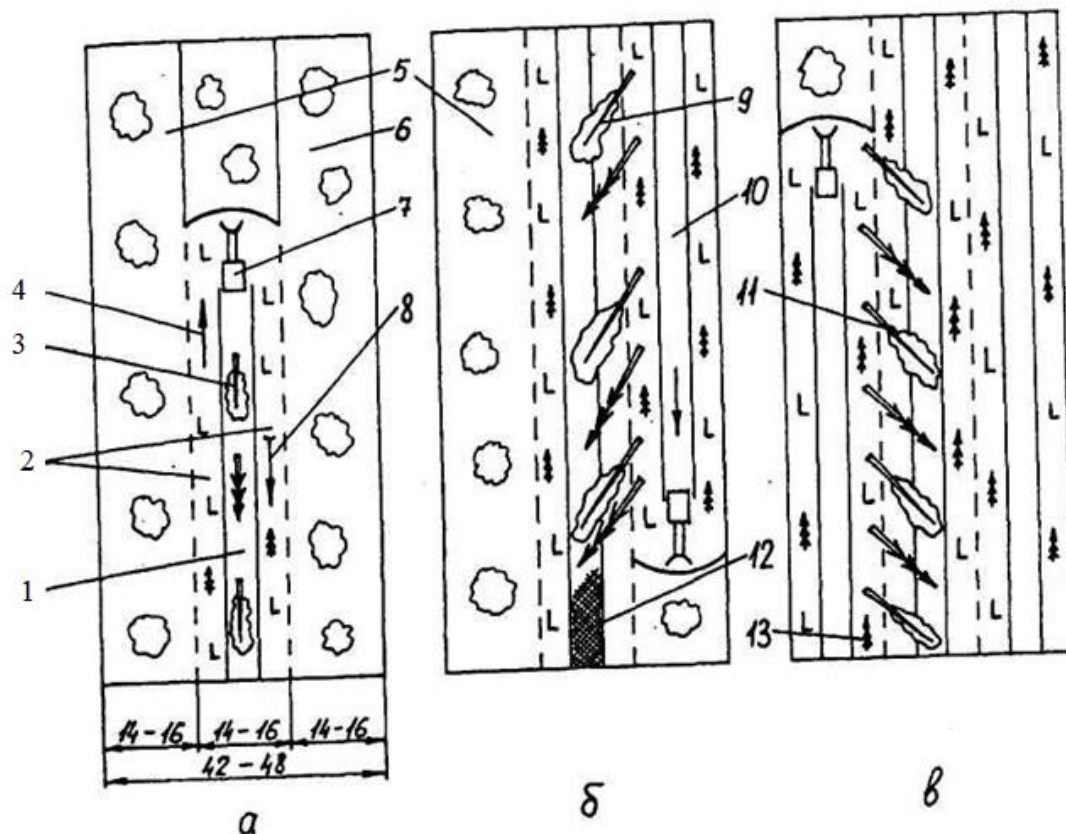


Рис. 15. Схема разработки лесосеки узкозахватной фронтальной лесозаготовительной машиной по трехленточной технологии:

а – разработка пасечного трелевочного волока и средней ленты; б – разработка правой ленты; в – разработка лесой ленты; 1 – пасечный трелевочный волок; 2 – средняя лента; 3 – спиленные деревья (пакеты спиленных деревьев); 4 – направление движения лесозаготовительной машины; 5, 6 – правая и левая ленты; 7 – лесозаготовительная машина; 8 – направление грузового хода трелевочных тракторов; 9, 11 – спиленные на правой и левой лентах деревья (пакеты деревьев); 10 – технологический коридор движения лесозаготовительной машины по правой ленте; 12 – укрепление волока (при необходимости); 13 – подрост

Теоретически, при желании предприятия работать по машинной скандинавской технологии заготовки древесины, например, при наличии из трелевочной техники только форвардера, при сплошной рубке без сохранения подроста, после узкозахватной лесозаготовительной машины, на требуемом по технике безопасности расстоянии, на пасеке может использоваться процессор (самоходная сучкорезно-раскряжевая машина) [9]. После процессора форвардер может собирать сортименты и трелевать их полностью погруженном положении на погрузочный пункт (рисунок 16).

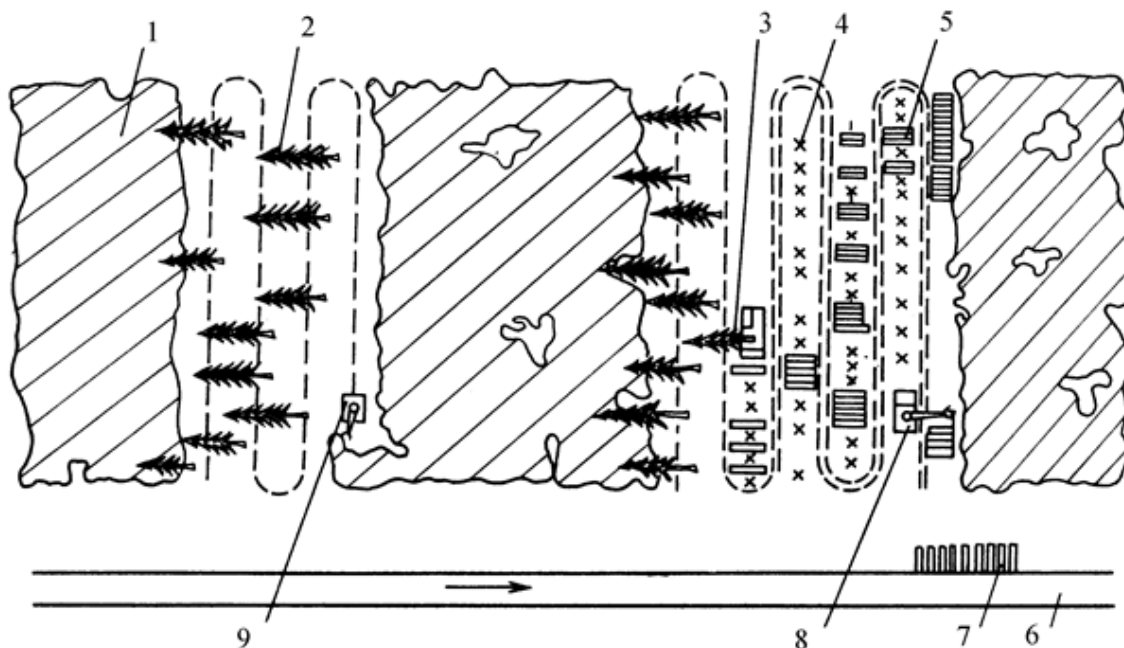


Рис. 16. Схема разработки лесосеки при сплошной рубке лесных насаждений по скандинавской технологии без сохранения подроста системой машин: узкозахватная лесозаготовительная машина + процессор + форвардер:
 1 – растущее лесное насаждение; 2 спиленные деревья; 3 – процессор;
 4 – ось укладки сортиментов, произведенных процессором; 5 – сортименты, произведенные процессором; 6 – ус лесовозной дороги; 7 – штабель сортиментов на погрузочном пункте; 8 – форвардер; 9 – узкозахватная лесозаготовительная машина

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выполненный в настоящей статье анализ технологических схем разработки лесосек узкозахватными лесозаготовительными машинами фронтального типа показывает, что они могут эффективно использоваться на сплошных и выборочных рубках лесных насаждений, в составе различных современных систем машин.

Литература

1. Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Галактионов О.Н. Техническое оснащение современных лесозаготовок. М.: Профи-Информ, 2005. - 344 с.
2. Шегельман В.И. Скрыпник О.Н., Лукашевич В.М. Малозатратные и ресурсосберегающие технологии на лесозаготовках: учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. - 200 с.
3. Иванов В.А., Иванова А.В., Козик П.С., Степанищева М.В. Сравнение хлыстовой и сортиментной технологий лесозаготовок // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 8-2 (19-2). С. 181-185.

4. Шегельман И.Р. Исследование направлений модернизации технологий и техники лесозаготовок // Инженерный вестник Дона. 2012. № 2 (20). С. 714-719.
5. Шегельман И.Р., Кузнецов А.В., Скрыпник В.И., Баклагин В.Н. Методика оптимизаций транспортно-технологического освоения лесосырьевой базы с минимизацией затрат на заготовку и вывозку древесины // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4-2 (23). С. 35.
6. Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Кузнецов А.В. Анализ показателей работы и оценка эффективности лесозаготовительных машин в различных природно-производственных условиях // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2010. № 4 (109). С. 66-75.
7. Шапиро В.Я. Влияние анизотропии свойств массива грунта на особенности разрушения его краевой части от нагрузки трелевочной системы // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2023. № 64. С. 285-290
8. Пятакин В.И. Технология и машины лесосечных работ: учебник / В.И. Пятакин и др.; под ред. В.И. Пятакина. СПб.: СПбГЛТУ, 2012. 362 с.
9. Попиков П.И., Юдин Р.В., Поздняков Е.В., Малюков С.В. Процессы и машины в лесном комплексе. - Воронеж, 2022. - 151 с.

© Григорьев И.В., Куницкая О.А., Должиков И.С.,
Михайлова Л.М., Григорьева О.И., 2025