

УДК 630*375

**РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИЕМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РУБОК ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ
УНИВЕРСАЛЬНОЙ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНОЙ****Швецов Александр Сергеевич**

Начальник учебной лаборатории 2 кафедры боевого применения авиационного вооружения, Филиал Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» в г. Сызрань, г. Сызрань, Россия, Kapitan2304@yandex.ru

Кривошеев Андрей Александрович

Аспирант, Ухтинский государственный агротехнологический университет
г. Ухта, Россия, ugtukrivosheev@mail.ru

Должиков Илья Сергеевич

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

Григорьев Игорь Владиславович

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

Курочкин Павел Александрович

Руководитель департамента, охрана труда, промышленная безопасность и экология
Научно-исследовательский и проектный институт по переработке газа (АО «НИПИГАЗ»)
г. Москва, Россия, pavel.a.kurochkin@yandex.ru

Григорьева Ольга Ивановна

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

Аннотация. В статье рассмотрены рациональные схемы разработки лесосек при помощи валочно-трелевочно-процессорных машин, в различных природно-производственных условиях, а также рациональные схемы их маневрирования при заходе на ленту набора пачки. На основании анализа литературных источников и производственного опыта в области лесосечных работ обоснована возможность использования данных машин не только по классической схеме, но и в режиме валка-пакетирования, с привлечением

дополнительного трелевочного трактора. Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства» Арктического государственного агротехнологического университета. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Ключевые слова: лесосечные работы, одномашинные лесозаготовительные комплексы, валочно-трелевочно-процессорные машины, валочно-трелевочные машины, трелевка.

RATIONAL METHODS OF FOREST STANDS LOGGING WHEN USING A UNIVERSAL LOGGING MACHINE

Alexander S. Shvetsov

Head of the Training laboratory of the 2nd Department of Combat Use of Aviation Weapons, Branch of the Military Training and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin" in Syzran, Syzran, Russia
Kapitan2304@yandex.ru

Andrey A. Krivosheev

Postgraduate student, Ukhta State Agrotechnological University
Ukhta, Russia, ugtukrivosheev@mail.ru

Илья S. Dolzhikov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
St. Petersburg, Russia, idolzhikov222@mail.ru

Igor V. Grigorev

Doctor of Technical Sciences, Professor
Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia, silver73@inbox.ru

Pavel A. Kurochkin

Head of the Department, Occupational Safety, Industrial Safety and Ecology, Scientific Research and Design Institute for Gas Processing (JSC NIPIGAZ)
Moscow, Russia, pavel.a.kurochkin@yandex.ru

Olga I. Grigoreva

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

Abstract. The article considers rational schemes for the development of cutting areas using felling-skidding-processing machines, in various natural and industrial conditions, as well as

rational schemes for their maneuvering when entering the tape of a set of bundles. Based on the analysis of literary sources and production experience in the field of logging, the possibility of using these machines is justified not only according to the classical scheme, but also in the roll-packing mode, with the involvement of an additional skidding tractor. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of logging industry and forestry" of the Arctic State Agrotechnological University. The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

Keywords: logging operations, single-machine logging complexes, felling-skidding-processing machines, felling-skidding machines, skidding.

Введение

Строго говоря, к лесозаготовительным машинам принято относить лесные машины на колесной или гусеничной тракторной базе, технологическое оборудование которых предназначено или только для валки деревьев (однооперационные лесозаготовительные машины), или для выполнения валки деревьев и одно или нескольких последующих операций (транспортных или смешанных) – многооперационные лесозаготовительные машины. Наиболее распространенным современным примером многооперационной лесозаготовительной машины является харвестер (валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина) [1].

Отметим, что процессор (сучкорезно-раскряжевочная машина) является лесной машиной, а не лесозаготовительной, поскольку его технологическое оборудование не предназначено для валки деревьев. К лесным, а не лесозаготовительным машинам также относятся трелевочные тракторы, погрузчики, подборщики, и т.д. [2].

Но при разработке лесосеки, чтобы выполнить полный цикл основных лесосечных работ, к лесозаготовительной машине необходимо придавать еще ряд лесных машин. Например, к харвестеру – форвардер, к валочно-пакетирующей машине (ВПМ) – скиддер и процессор (при работе по сортиментной технологии) [3].

К универсальным лесозаготовительным машинам принято относить такую технику, которая может провести полный цикл основных лесосечных работ без привлечения других машин, так называемые одномашинные лесозаготовительные комплексы, или просто одномашинные комплексы [4].

К таким машинам относятся харвардеры, форвестеры, чипперы, и валочно-трелевочно-процессорные машины (ВТПМ).

Наиболее универсальным современным вариантом ВТПМ, представленным на российском рынке, являются машины HIGHLANDER, производства австрийской машиностроительной компании «Konrad Forsttechnik». В настоящее

время данная компания представляет 2 модели: HIGHLANDER HL10-2 (с колесной формулой 4к4 (рисунок 1)) и HIGHLANDER HL20-2 (с колесной формулой 6к6 (рисунок 2)).

ВТПМ могут выполнять рубку лесных насаждений по нескольким технологическим процессам, и даже группам технологических процессов [5]:

Сортиментная технология:

Валка-формирование пачки-трелевка-обрезка сучьев-раскряжевка-штабелевка;

Валка-обрезка сучьев-формирование пачки-трелевка-раскряжевка-штабелевка;

Валка-обрезка сучьев-раскряжевка (в режиме харвестера);

Валка-обрезка сучьев-раскряжевка–трелевка-штабелевка (при замене коникового зажима на кониковую площадку для сортиментов (рисунок 3)).

Хлыстовая технология:

Валка-формирование пачки-трелевка-обрезка сучьев-штабелевка;

Валка-обрезка сучьев-формирование пачки-трелевка-штабелевка.

Валка-формирование пачки-трелевка штабелевка (при вывозке деревьями).

И, кроме этого, за счет очень удачной конструкции харвестерной головки WOODY, которой оснащаются машины HIGHLANDER, с небольшой производительностью (поштучно) они могут выполнять операцию погрузки заготовленной древесины на лесовозный автотранспорт (рисунок 4).

Помимо классических лесосечных работ ВТПМ могут быть высоко эффективны при разрубке трасс линейных объектов, давно заросших древесно-кустарниковой растительностью земель сельскохозяйственного назначения, и других вариантов лесосводки [6].

Материалы и методы исследования

Материалы данной статьи получены путем анализа литературных источников и производственного опыта в области лесосечных работ.

Результаты

При классическом варианте использования ВТПМ в цикл ее работы на пасеке входит: валка-формирование пачки-трелевка, и в цикл работы на верхнем складе – обрезка сучьев-раскряжевка-штабелевка.



Рис.1. ВТПМ HIGHLANDER HL10-2



Рис. 2. ВТПМ HIGHLANDER HL20-2

В СССР для широкозахватных валочно-трелевочных машин (ВТМ), функции которых выполняет ВТПМ на пашеке, были разработаны типовые технологические схемы разработки лесосек, к настоящему моменту, в

большинстве своем забытые не только производителями, но представителями научного и вузовского сообщества. В основном, это связано с крушением отечественного лесного машиностроения, и прекращением выпуска таких машин, как ЛП-17, ЛП-49, и др. [7].



Рис. 3. Харвардер на базе ВТИМ HIGHLANDER HL20-2



Рис.4. Поштучная погрузка круглых лесоматериалов ВТИМ HIGHLANDER

Безусловно, за прошедшие со времен СССР годы существенно изменились и требования нормативной документации к проведению рубок лесных насаждений. В частности на смену «Руководству по проведению лесовосстановительных работ в государственном лесном фонде таежной зоны Европейской части РСФСР», «Лесоводственным требованиям к технологическим процессам лесосечных работ», «Инструкции по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса» пришли «Правила лесовосстановления, форма, состав, порядок согласования проекта лесовосстановления, основания для отказа в его согласовании, а также требования к формату в электронной форме проекта лесовосстановления» «Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации», «Виды лесосечных работ, порядок и последовательность их выполнения, формы технологической карты лесосечных работ, формы акта заключительного осмотра лесосеки и порядка заключительного осмотра лесосеки». В частности, последний документ содержит следующее нормативное требование: «Общая площадь трасс волоков и дорог должна составлять при сплошных рубках не более 20%, при выборочных - не более 15% от площади лесосеки. На лесосеках сплошных рубок, проводимых с применением многооперационной техники, допускается увеличение площади волоков и дорог до 30% общей площади лесосеки».

Очевидно, что ВТПМ является многооперационной машиной, причем полноповоротной, в отличие от фланговых ВТМ ЛП-17, ЛП-49, и при вылете гидроманипулятора 10,5 м, вполне может обеспечить соблюдение указанного выше требования, в части не более «30% общей площади лесосеки». Более того, при ширине 2,95 м, и ширине обрабатываемой ленты леса в 21 м, ВТПМ HIGHLANDER способна обеспечить площадь под волоками менее 15%, т.е. полностью укладываясь в указанный выше норматив, и для сплошных, и для выборочных рубок, при необходимости.

Кроме этого, при работе ВТПМ «по целине» встает вопрос: что считать волоком, а что технологическим коридором? Если машина с дальнего конца пасеки собрала пачку и прошла для ее трелевки по одному следу один раз, это уже волок, или еще коридор? С учетом того, что движители лесных машин начинают оказывать негативное воздействие на почвогрунты только со второго-третьего, а обычно, с четвертого-пятого проходов [8].

Очевидно, что эти нормативно-практические тонкости еще нуждаются в уточнении, прежде всего со стороны Министерства природных ресурсов и экологии РФ.

Безусловно, наиболее благоприятными для ВТПМ, как и для других трелевочных машин, почвенно-грунтовыми условиями в теплый период года, как впрочем и для других лесных машин, будут почвогрунты I и II категории и соответствующие им типы леса - лишайниковые, брусничные, черничные [9]. В зимний период, глубина снежного покрова, желательно, до 0,7 м. При оснащении заднего тандема HIGHLANDER HL20-2 колесными гусеницами проходимость достаточно существенно повысится.

При благоприятных почвенно-грунтовых и рельефных условиях для работы ВТПМ на пасаках, в режиме валка-формирование пачки-трелевка, могут быть рекомендованы следующие типовые схемы, разработанные лабораторией организации и технологии лесозаготовок СевНИИП [10].

1. Параллельно-ленточная (рисунок 5).

При таком варианте освоения лесосеки длину лент желательно подбирать равными или кратными оптимальному объему набираемой ВТПМ пачки, в зависимости от размеров коника, и таксационных характеристик насаждения (среднего объема хлыста и запаса леса на гектаре). ВТПМ проходит пасеку с дальнего конца, и выходит на магистральный трелевочный волок, выводящий к верхнему складу. Ленты (пасеки) начинают разрабатываться с дальнего конца лесосеки. Среднее расстояние трелевки при такой схеме разработки лесосеки составляет: $l_{cp}=(A+B)/2$.

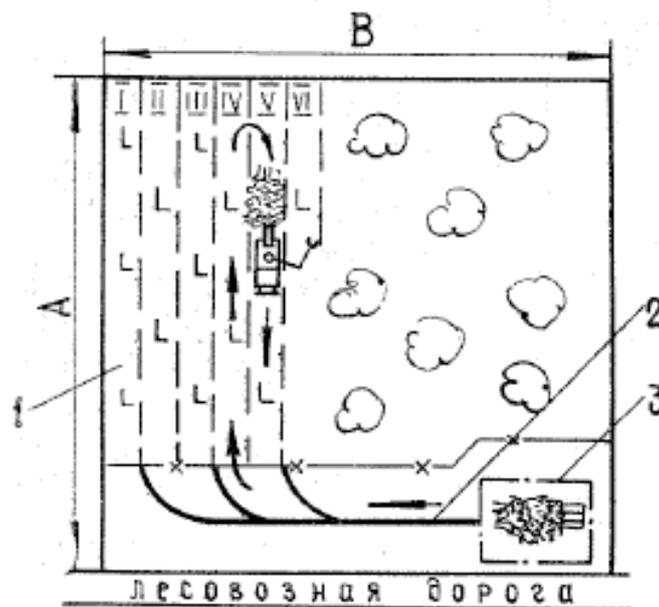


Рис. 5. Параллельно-ленточная схема разработки лесосеки ВТПМ:

1 – ленты набора пачки, магистральный трелевочный волок, 3 – верхний склад

2. Веерная (рисунок 6).

Такая схема разработки лесосеки предпочтительна при неравномерном запасе древесины по территории лесосеки. Длина лент также выбирается, по возможности, исходя из задачи сбора пачки оптимального для конкретных природно-производственных условий объема, а трелевка производится по кратчайшему до верхнего склада расстоянию. Среднее расстояние трелевки при такой схеме разработки лесосеки можно определить по формуле:

$$l_{cp} = \sqrt{\frac{A^2 + B^2}{2}}.$$

К сожалению, далеко не всегда есть возможность подобрать лесосечный фонд в теплый период года на почвогрунтах с высокой несущей способностью, как и зимой, особенно в условиях Сибири, глубина снега вполне может превышать 0,7 м [11]. Для таких неблагоприятных условий эксплуатации ВТПМ могут быть рекомендованы следующие типовые схемы, также разработанные лабораторией организации и технологии лесозаготовок СевНИИП.

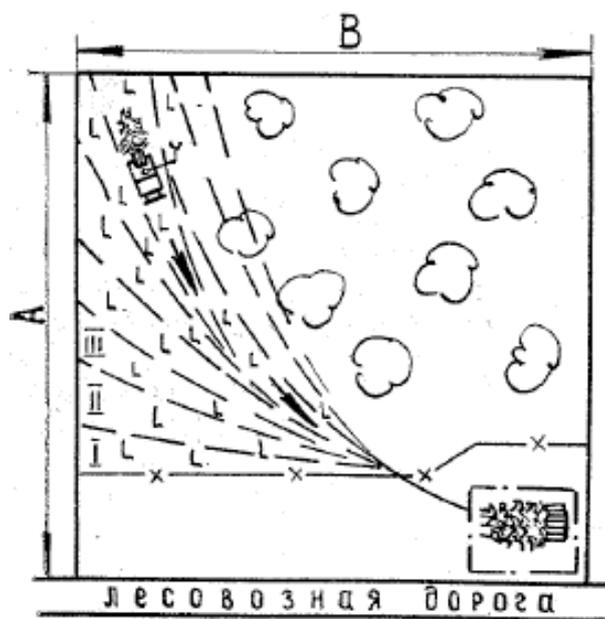


Рис.6. Веерная схема разработки лесосеки ВТПМ

3. Веерно-елочная (рисунок 7).

При такой схеме разработки лесосеки магистральный трелевочный волок проходит по середине лесосеки (при необходимости его укрепляют порубочными остатками, что может сделать и ВТПМ), а ленты примыкают к магистральному волоку под углом до 45°. Среднее расстояние трелевки при такой схеме разработки лесосеки составит: $l_{cp} = 0,5A + 0,2B$.

4. Кольцевая схема (рисунок 8).

При такой схеме разработки лесосеки заранее подготовленные магистральные трелевочные волокна располагаются по бокам лесосеки, ВТПМ заходит по ним к началу лент набора пачки, и сходит для ее набора «на целину», после чего заезжает вновь на подготовленный магистральный волок и перемещается к верхнему складу. Среднее расстояние трелевки при такой схеме разработки лесосеки составляет: $l_{cp}=(A+B)/2$.

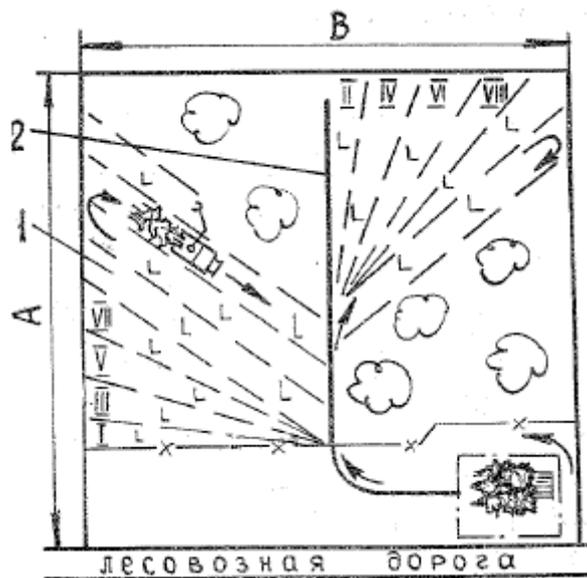


Рис. 7. Веерно-елочная схема разработки лесосеки ВТПМ:
1 – ленты набора пачки, магистральный трелевочный волок

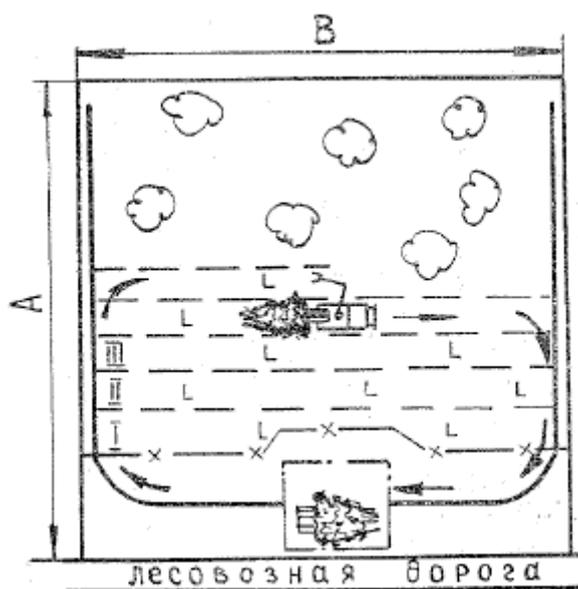


Рис. 8. Кольцевая схема разработки лесосеки ВТПМ

5. Челночная схема (рисунок 9).

Такая схема разработки лесосеки во многом напоминает принцип размещения трелевочных волоков по схеме «с широким фронтом отгрузки», которая в настоящее время практически не применяется. При таком варианте достаточно сложно соблюсти требование по проценту площади лесосеки, занятой волоками и площадками складов, или длина лент набора пачек будет очень большая. Но, например, при разрубке трасс линейных объектов, и т.д., на которые не распространяются указанные выше нормативные требования, такой вариант может быть вполне удачным [12]. Как видно из схемы рисунка 9, при Челночной схеме разработки лесосеки ленты набора паки параллельны, и соединены заранее подготовленными магистральными трелевочными волоками, перпендикулярными усу лесовозной дороги. Но, в отличие от Кольцевой схемы, трелевка собранных на лентах пачек производится не на один, а на разные верхние склады, которые, при разрубке линейного объекта (представляющего собой очень узкую и очень вытянутую лесосеку), могут располагать вдоль его трассы.

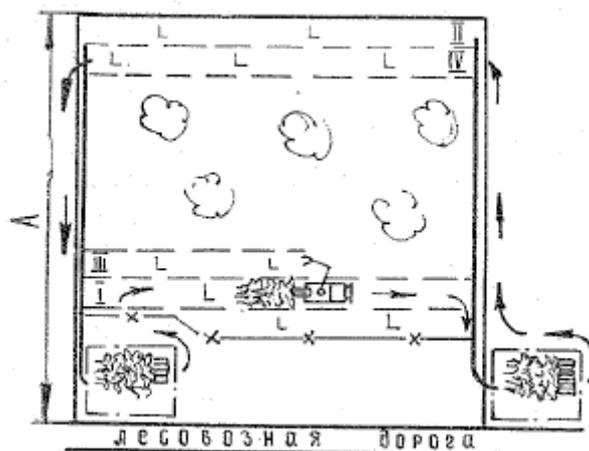


Рис. 9. Челночная схема разработки лесосеки ВТПМ

Как известно, в одну лесосеку могут входить два или более смежных лесотаксационных выдела, если они достигли возраста спелости, и в сумме по площади не превышают максимально допустимую площадь лесосеки, нормативно установленную для данного региона [13].

У смежных, но разных лесотаксационных выделов могут оказаться различными не только таксационные, но и почвенно-грунтовые условия, что приведет к тому, что в пределах одной лесосеки наиболее оптимальным будет использование более чем одной типовой схемы разработки, т.е. комбинированной схемы (рисунок 10) [14]. В любом случае, магистральные трелевочные волоки подготавливаются заранее, во время проведения подготовительных работ.

Среднее расстояние трелевки при такой схеме разработки лесосеки составит:
 $l_{cp}=0,6A+0,5B$.

При вылете гидроманипулятора ВТПМ HIGHLANDER 10,5 м, и возможности харвестерной головки WOODY поднимать спиленные деревья за комлевою часть, данные машины вполне могут выполнять сплошные рубки с сохранением результатов предварительного естественного лесовозобновления. В случае разработки лесосеки с ориентацией на последующее естественное лесовозобновление, или при необходимости сохранять объекты биоразнообразия, т.е. выделять на лесосеке неэксплуатационные площади, для ВТПМ могут быть рекомендованы типовые схемы разработки лесосек, представленные на рисунке 11, также разработанные лабораторией организации и технологии лесозаготовок СевНИИП.

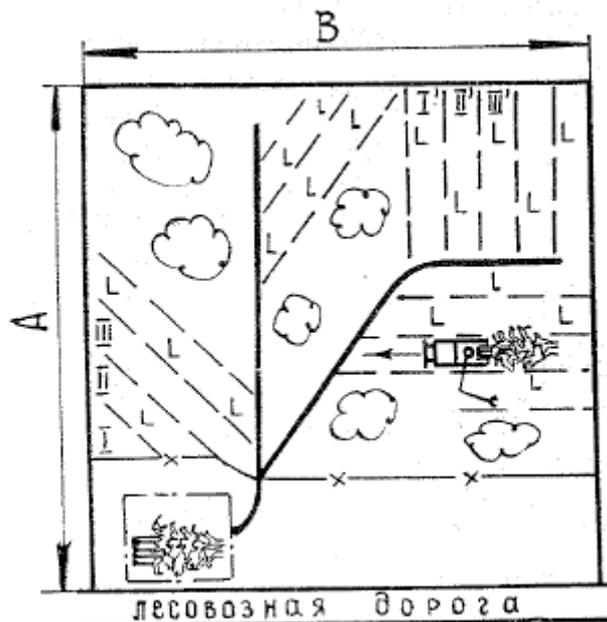


Рис. 10. Комбинированная схема разработки лесосеки ВТПМ

Как видно из рисунков 5-11, при разработке лесосеки ВТПМ приходится маневрировать при заходе на ленту набора пачки, и сходе с нее. Лабораторией организации и технологии лесозаготовок СевНИИП были разработаны способы разворота (поворота) ВТМ, вполне применимые для работы ВТПМ (рисунки 12-14).

Схема разворота «по дуге» (рисунок 12) может быть рекомендована в качестве основного способа при заходе ВТПМ на ленту набора пачки. При этом машина выполняет поворот за 6-9 м от стены леса, с выездом к началу ленты.

Схема разворота «по радиусу» (рисунок 13) может быть рекомендована при глубине снежного покрова более 0,7 м, т.е. требующей предварительной

проминки следа для движения ВТПМ при наборе пачки. При этом за 10-15 м до начала валки деревьев и формирования пачки машина, совершив порожний заход вдоль стены леса, разворачивается и движется задним ходом, как при стандартной пробивке пасечного трелевочного волока.

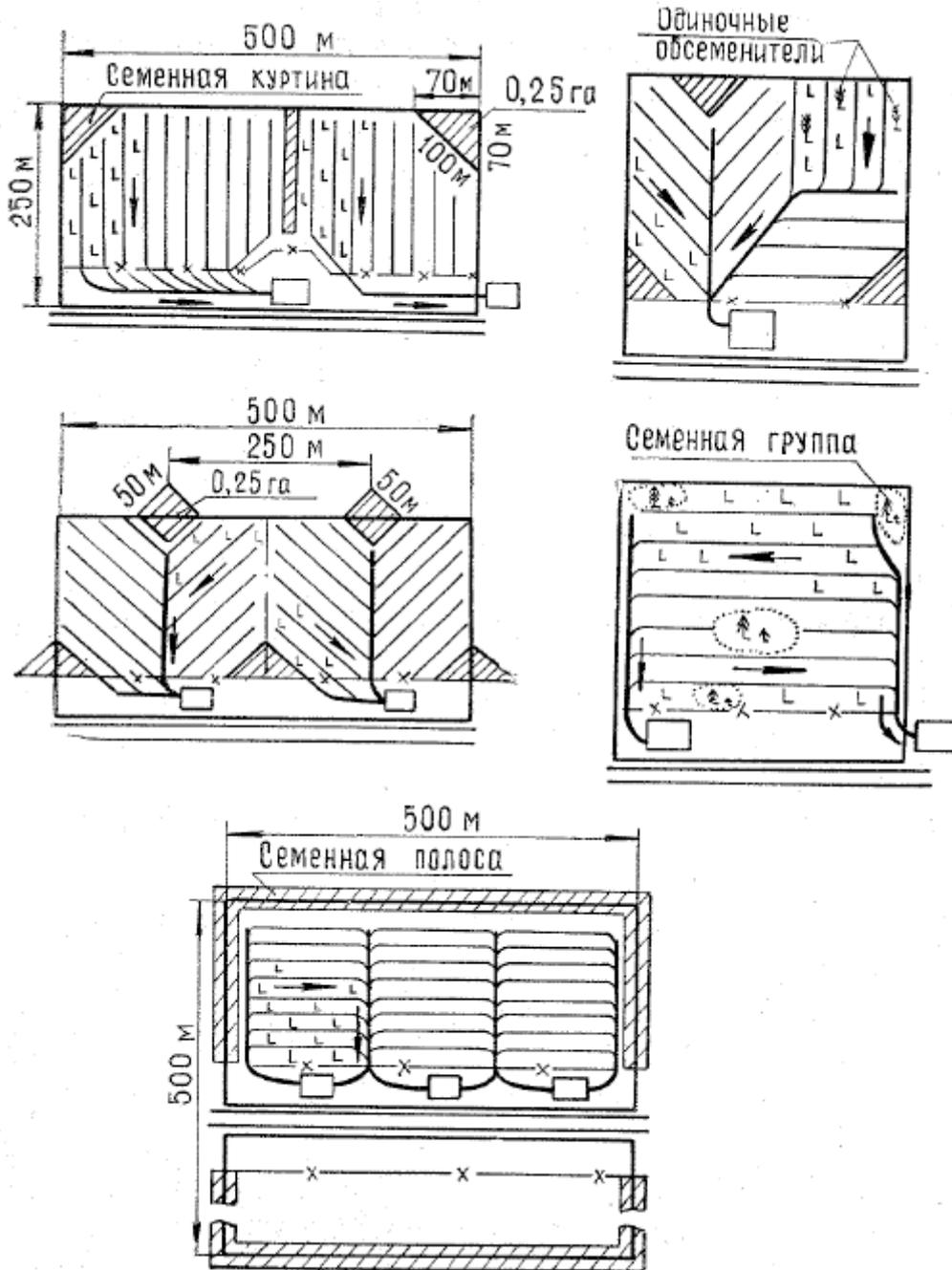


Рис. 11. Примеры расположения неэксплуатационных площадей (источников обсеменения, ключевых биотопов) при разработке лесосек широкозахватной ВТПМ

В случаях, когда нет возможности использовать описанные выше варианты захода на ленту набора пачки «по дуге» и «по радиусу», рекомендуется использовать «маятниковый» вариант (рисунок 14). В этом случае, за 6-10 м до начала ленты, используя задний ход, за два маятниковых движения (вперед-назад), машину разворачивают на 180° .

Как известно, советское лесное машиностроение, в основном, базировалось на специализированных гусеничных лесных тракторах Онежского и Алтайского тракторных заводов, к сожалению, не существующих в настоящее время [15]. Соответственно, упомянутые широкозахватные ВТМ ЛП-17 и ЛП-49 были гусеничными. И рекомендуемые на рисунках 11-13 схемы маневрирования разработаны с учетом гусеничного хода машин. ВТМ HIGHLANDER имеют колесное шасси, кроме того, имеют конструктивную возможность маневрирования «крабовым ходом». Это делает машины HIGHLANDER значительно более маневренными, и дает возможность использования других приемов маневрирования, кроме варианта, когда задний тандем ВТМ HIGHLANDER HL20-2 оснащен колесными гусеницами.

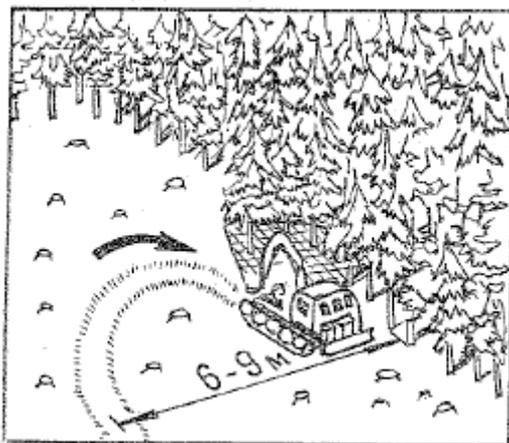


Рис. 12. Схема захода ВТМ на ленту набора пачки «по дуге»

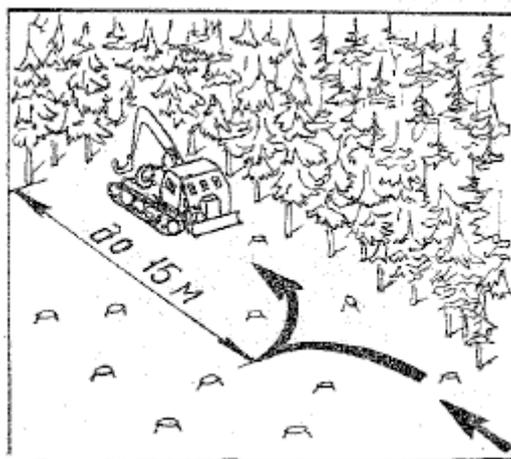


Рис. 13. Схема захода ВТМ на ленту набора пачки «по радиусу»

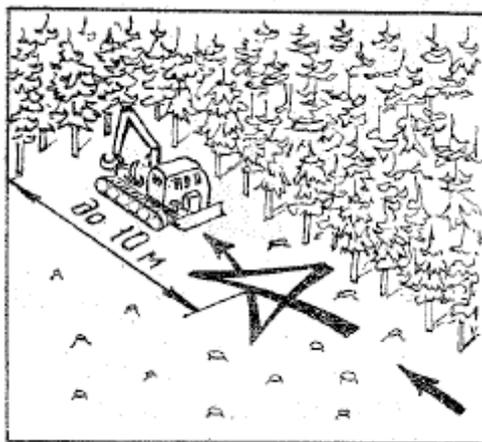


Рис. 14. «Маятниковая» схема захода ВТПМ на ленту набора пачки

Заключение

В качестве заключения отметим, что технология работы ВТПМ на пасаках, в классическом варианте их применения (в режиме валка-формирование пачки-трелевка), практически не отличается от известных приемов работы широкозахватных ВТМ.

Вместе с тем, как показывает практика, что в определенных условиях рациональным будет использование ВТМ в режиме валка-формирование пачки и ее сброс на пасаке, т.е. в режиме валка-пакетирование [16]. Но не в классическом современном понимании технологии работы широкозахватных валочно-пакетирующих машин (ВПМ), собирающих пакет с одной технологической стоянки, а варианте машины типа ЛП-2 (рисунок 15), кстати, явившейся первой в мире ВПМ.

Поскольку харвестерная головка имеет значительный вес, при выполнении транспортной операции – трелевки она увеличивает удельный расход топлива на кубометр древесины. В этой связи использование ВТПМ в качестве ВПМ снижает удельные энергозатраты.

При работе ВТПМ в режиме ВПМ практически гарантированно всегда может быть собрана полновесная пачка, оптимальная для следующего за ней трелевочного трактора в конкретных природно-производственных условиях.

Для данного варианта работы ВТПМ может быть рекомендована схема разработки лесосеки, представленная на рисунке 16.

При работе ВТПМ по представленной на рисунке 16 схеме длину лент от начала до сброса пачки следует рассчитывать, по возможности, кратно полновесным пачкам, оптимальным для следующего за ней трелевочного трактора в конкретных природно-производственных условиях. При этом можно

исходить из рекомендаций, полученных расчетным путем, для ширины ленты ВТПМ HIGHLANDER 21 м, и представленных в таблице 1.



Рис. 15. ЛП-2 («Дятел-2»)

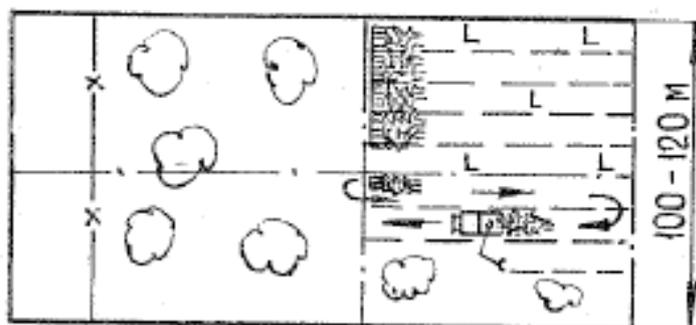


Рис. 16. Схема работы ВТПМ в режиме ВПМ

Таблица 1. Длина ленты набора пачки, шириной 21 м для набора одной пачки деревьев заданного объема

Объем хлыста, м ³	Объем пачки, м ³ /шт	Длина ленты набора пачки, м, при запасе леса на 1 га, м ³				
		100	150	200	250	300
0,22-0,29	4,5/18	22	15	11	9	8
0,30-0,39	5,0/14	25	16	12	10	9
0,40-0,75	5,5/12	26	18	13	11	10

При иных исходных данных длина ленты набора одной полновесной пачки деревьев может быть определена по формуле:

$$l_{\Pi} = \frac{10000q}{Qb},$$

где: q – требуемый (оптимальный) объем одной пачки деревьев, m^3 ; Q – запас леса на га, m^3 ; b – ширина ленты, м.

Правда в таком варианте использования ВТПМ уже не будет являться одномашинным лесозаготовительным комплексом, поскольку потребуются, как минимум, еще отдельный трелевочный трактор.

При круглосуточном режиме работы ВТПМ, наиболее эффективным вариантом в таком случае, будет ее использование в качестве ВПМ в светлое время суток, и в качестве процессора, или сучкорезной машины, на верхнем складе в темное время суток.

Литература

1. Пятакин В.И., Григорьев И.В., Редькин А.К., и др. Технология и машины лесосечных работ. СПб.: ГПУ, 2012. - 362 с.
2. Анисимов Г.М., Григорьев И.В., Жукова А.И. Экологическая эффективность трелевочных тракторов. СПб.: Изд-во СПб ГЛТА, 2006. - 352 с.
3. Никитина Е.И., Куницкая О.А., Николаева Ф.В. Проект организации лесозаготовок в условиях Алданского лесничества с применением многооперационных лесозаготовительных комплексов // Современные проблемы и достижения аграрной науки в Арктике. Сборник научных статей по материалам Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием в рамках «Северного форума – 2020» (29–30 сентября 2020 г., Якутск) и Международной научной онлайн летней школы – 2020 (6–20 июля 2020 г., Якутск). 2020. С. 138-148.
4. Куницкая О.А., Никитина Е.И., Николаева Ф.В. Особенности лесозаготовки в республике Саха Якутия // Управление земельными ресурсами, землеустройство, кадастр, геодезия и картография. Проблемы и перспективы развития. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 255-летию Землеустройству Якутии и Году науки и технологий. Якутск, 2021. С. 308-313.
5. Куницкая О.А., Степанова Д.И., Григорьев М.Ф. Перспективные направления развития транспортно-технологических систем лесного комплекса России // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе. Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Гулевского. 2018. С. 109-114.
6. Григорьева О.И., Давтян А.Б. Эффективная технология расчистки древесно-кустарниковой растительности // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2021. С. 34-35.
7. Куницкая О.А., Макуев В.А., Стородубцева Т.Н., Калита Г.А., Ревяко С.И., Тимохов Р.С. Проблемы повышения качества отечественного лесного машиностроения // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 4 (56). С. 57-63.
8. Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Рудов С.Е., Куницкая О.А., Калита О.Н. Влияние переменных коэффициентов сопротивления движению и сцепления

на производительность форвардера // *Деревообрабатывающая промышленность*. 2021. № 1. С. 3-16.

9. Куницкая О.А., Гурьев А.Ю., Новгородов Д.В., Новиков М.С., Каляшов В.А. Промежуточные итоги проекта "теоретическое и экспериментальное обоснование систем машин для лесозаготовок и лесовосстановления на склонах в условиях криолитозоны" // *Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Девятой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием*. Петрозаводск, 2023. С. 108-110.

10. Осетрова Н.К., Танашев Р.И., Шипицын А.В. Типовой проект рабочего места машиниста валочно-трелевочной машины ЛП-49 при бригадной организации труда – Архангельск: СевНИИП, 1988 – 52 с.

11. Куницкая О.А., Абрашкин В.А. Анализ проблем безопасности труда на предприятиях лесного профиля // *Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах*. 2023. № 6. С. 43-64.

12. Зорин М.В., Куницкая О.А. Современные сборно-разборные покрытия для строительства временных лесных дорог и технологических коридоров // *Лесная инженерия, материаловедение и дизайн. материалы 86-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием)*. Минск, 2022. С. 54-57.

13. Куницкая О.А., Помигуев А.В., Афоничев Д.Н., Григорьев В.И., Дмитриева И.Н., Григорьев Г.В. Альтернативные источники энергии для автономного энергоснабжения удаленных объектов сельского хозяйства и лесного комплекса // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2022. Т. 15. № 1 (72). С. 71-81.

14. Бурмистрова О.Н., Просужих А.А., Хитров Е.Г., Куницкая О.А., Лунева Е.Н. Теоретические исследования производительности форвардеров при ограничениях воздействия на почвогрунты // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2021. № 3 (381). С. 101-116.

15. Скобцов И.Г., Куницкая О.А. Требования стандартов по безопасности при работе на лесных машинах // *Безопасность и охрана труда в лесозаготовительном и деревообрабатывающем производствах*. 2022. № 1. С. 51-56.

16. Куницкая О.А., Никитина Е.И. Экологические аспекты выборочных рубок леса // *Эколого-экономические и технологические аспекты устойчивого развития Республики Беларусь и Российской Федерации. сборник статей III Международной научно-технической конференции "Минские научные чтения-2020": в 3 томах*. Белорусский государственный технологический университет, Представительство федерального агентства по делам СНГ, соотечественников, проживающих за рубежом, и по международному гуманитарному сотрудничеству (Россотрудничество) в Республике Беларусь. Минск, 2021. С. 286-291.