



**АРКТИЧЕСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (АГАТУ)**

**Оптимизация компоновки систем машин для  
лесосечных работ, рубки линейных объектов,  
и расчистки заросших лесом земель  
сельхозугодий**

**д.т.н., профессор Григорьев Игорь Владиславович**

**Факультет лесного комплекса и землеустройства  
кафедра «Технология и оборудования лесного комплекса»**

# Низкое использование расчетной лесосеки РС(Я)

**Уровень освоения расчетной лесосеки, %**





Министерство Российской Федерации  
по развитию Дальнего Востока



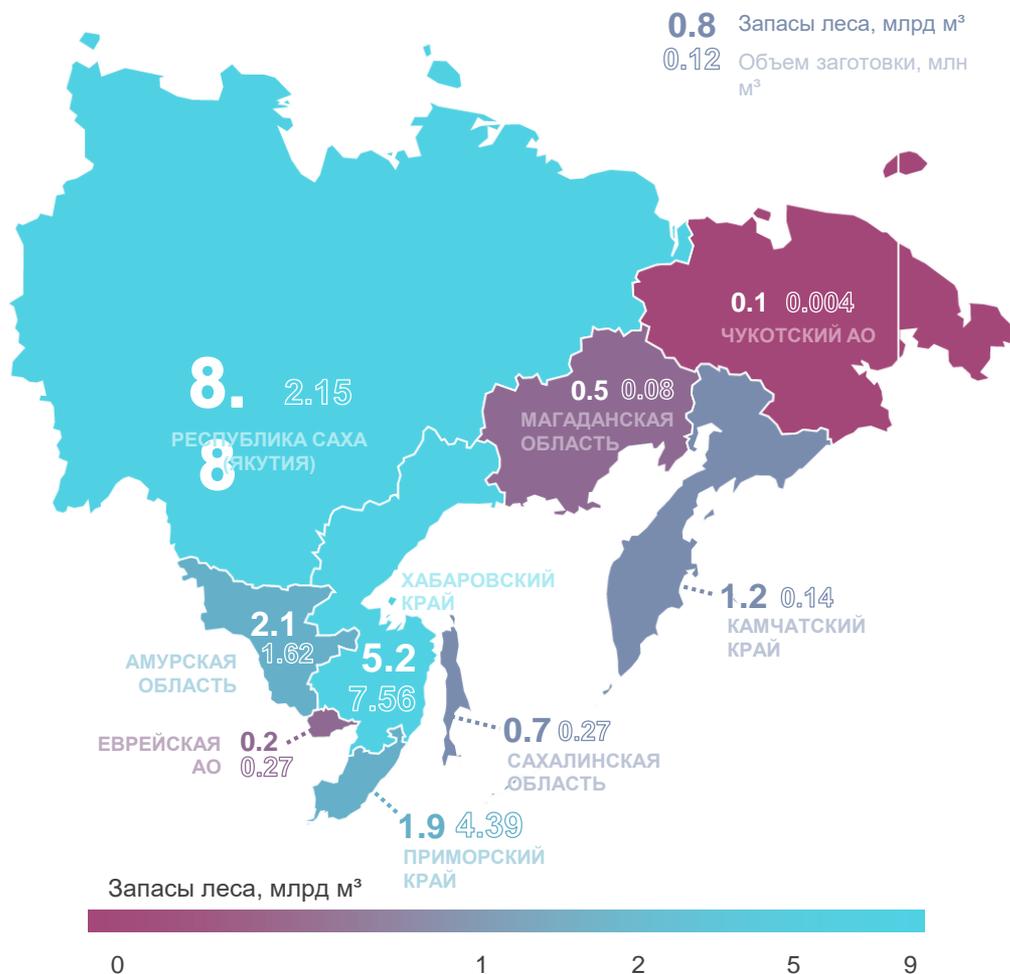
АГЕНТСТВО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА  
ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ ИНВЕСТИЦИЙ  
И ПОДДЕРЖКЕ ЭКСПОРТА

ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ  
**ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ  
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

Высокий ресурсный потенциал | Растущий спрос на  
рынках АТР | Государственная поддержка

# На дальнем востоке - 51% запасов леса в АТР

## Карта запасов леса и объемов заготовки по регионам ДФО



Источник: Росстат, Минприроды

## Породный состав лесных насаждений ДФО

### Хвойные

Лиственница  
Ель  
Пихта

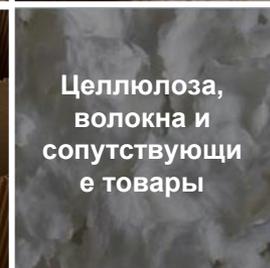
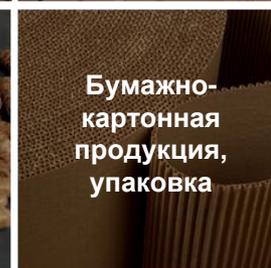
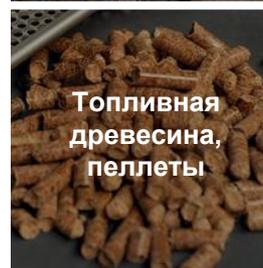
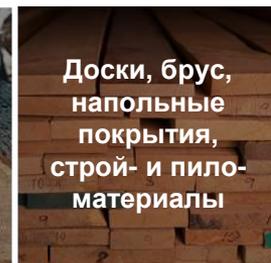
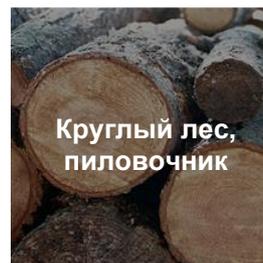
Сосна  
Кедр

### Лиственные

Береза  
Осина  
Клен  
Липа  
Дуб  
Ясень

Преобладающие породы варьируются в зависимости от региона. В Республике Саха (Якутия) около 50-80% - даурская лиственница. В Хабаровском крае преобладающие породы – береза и лиственница, около 15-20% занимает ель. В Приморском крае распространены ценные породы (кедр, дуб, клен и др.) – от 15% до 80% на различных участках.

## Перспективные направления по производству древесной продукции и ее экспорта



# Инвестиционные проекты

семь мега проектов в лесопромышленном комплексе ДФО



АГЕНТСТВО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА  
ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ ИНВЕСТИЦИЙ  
И ПОДДЕРЖКЕ ЭКСПОРТА



1

**Проект:** ЦБК\* **Расположение:** Амурск, Хаб. край  
Инвестиции: 95 млрд руб.  
Расчетная лесосека – 6 млн м<sup>3</sup>

2

**Проект:** ЛПК. **Расположение:** Томмот, Якутия  
Инвестиции: 90 млрд руб.  
Расчетная лесосека – 4.8 млн м<sup>3</sup>

3

**Проект:** ЛПК\*. **Расположение:** Витим, Якутия  
Инвестиции: 30 млрд руб.  
Расчетная лесосека – 6 млн м<sup>3</sup>

4

**Проект:** ЛПК. **Расположение:** Солянка, Якутия  
Инвестиции: 50 млрд руб.  
Расчетная лесосека – 4.6 млн м<sup>3</sup>

5

**Проект:** ЛПК, ЦБК. **Расположение:** Тында, Амур. обл.  
Инвестиции: 158 млрд руб.  
Расчетная лесосека – 7 млн м<sup>3</sup>

6

**Проект:** ЛПК, ЦБК. **Расположение:** Сахалинская обл.  
Инвестиции: 28 млрд руб.  
Потребность в сырье – 1.2 млн м<sup>3</sup>

7

**Проект:** ЛПК. **Расположение:** Новый Ургал, Хаб. край  
Инвестиции: 5 млрд руб.  
Расчетная лесосека – 2.6 млн м<sup>3</sup>

**Всего 6,5 тысяч рабочих мест,  
2 тысячи рабочих мест в РС(Я)**

\* ЛПК – лесоперерабатывающий комплекс  
ЦБК – целлюлозно-бумажный комбинат

\*\*

# ПРОЕКТ №2. РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ), АЛДАНСКИЙ РАЙОН, Г. ТОММОТ



АГЕНТСТВО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА  
ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ ИНВЕСТИЦИЙ  
И ПОДДЕРЖКЕ ЭКСПОРТА

## Описание проекта:

- Деревообрабатывающий комбинат
- Производство топливных пеллет
- Лесохимическое производство

## Показатели проекта:

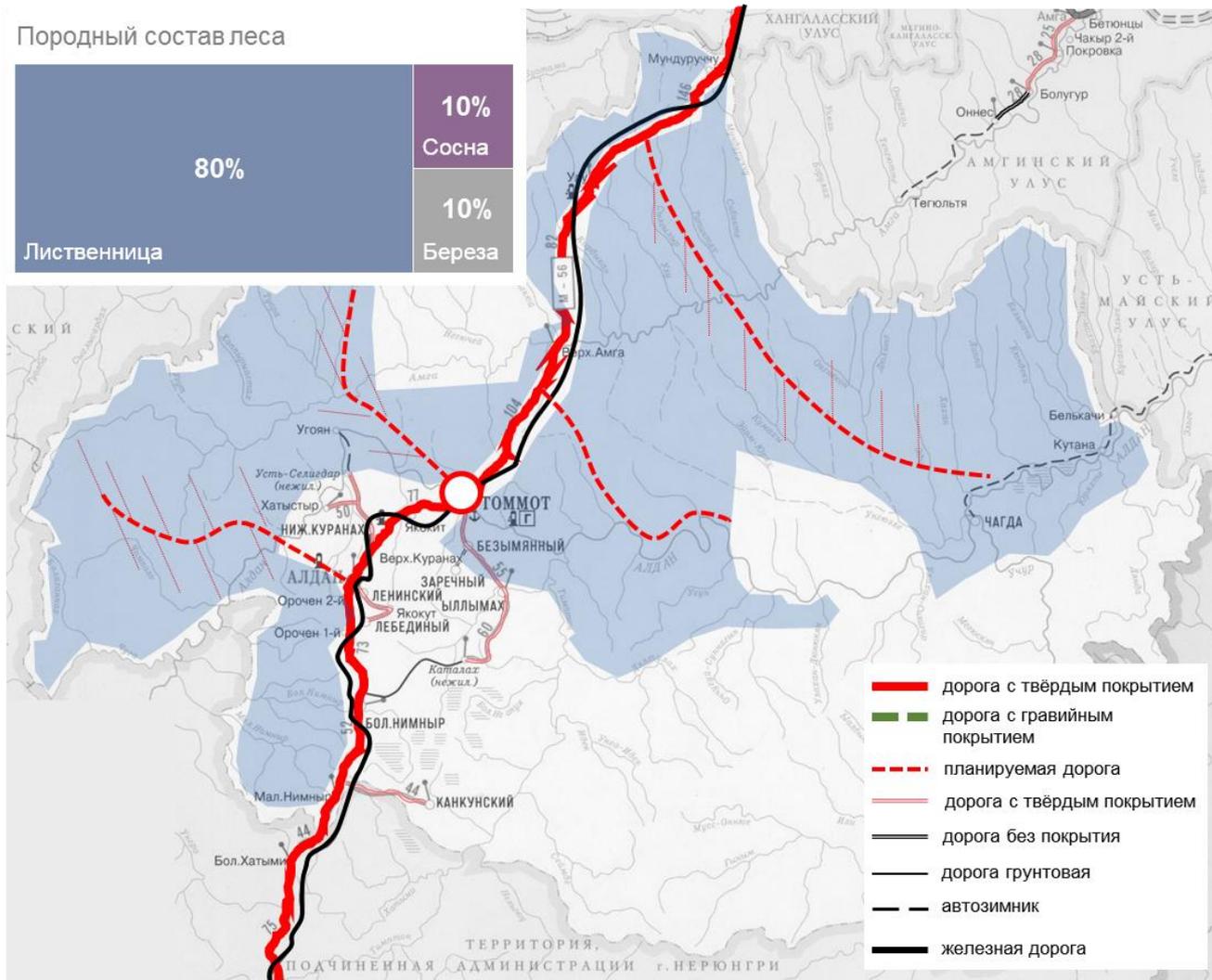
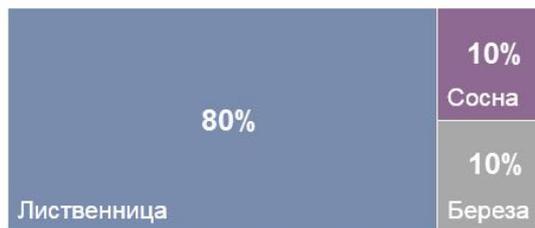
- Инвестор: РФП Групп
- Инвестиции: 90 млрд руб.
- Потребность в сырье: 3,5 млн м<sup>3</sup>
- Количество рабочих мест: 1 000
- IRR – 35%
- Выручка: 36 млрд руб.

## Среда проекта:

- Запасы древесины в Алданском лесничестве составляют 550 млн м<sup>3</sup>
- Расчетная лесосека: 4,8 млн м<sup>3</sup>
- Стоимость новых дорог: 1.2 млрд руб.

Для резидентов ТОР предусмотрен ряд существенных преференций, среди которых пониженные тарифы страховых взносов (совокупный тариф составит 7,6% вместо стандартных 34%), а также нулевая ставка налога на прибыль, имущество (преференция сохраняется на протяжении пяти лет) и землю (на три года).

## Породный состав леса



# ПРОЕКТ №3. РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ), ЛЕНСКИЙ РАЙОН, П. ВИТИМ



АГЕНТСТВО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА  
ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ ИНВЕСТИЦИЙ  
И ПОДДЕРЖКЕ ЭКСПОРТА

## Описание проекта:

- Заготовка круглого леса
- Деревоперерабатывающий комбинат
- Стройкомплекты для малоэтажного жилья

## Показатели проекта:

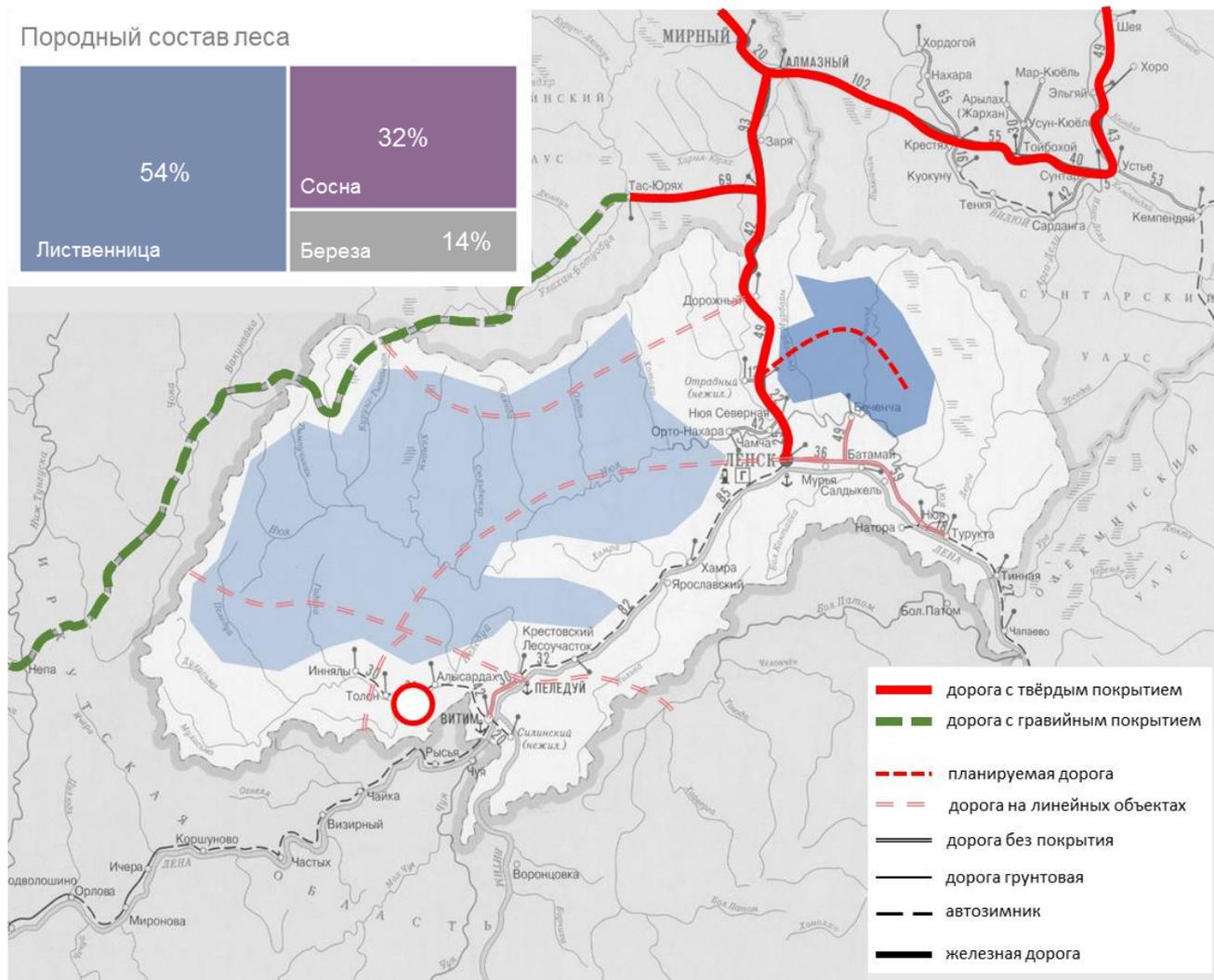
- Проект: ЛПК
- Инвестиции: 30 млрд руб.
- Потребность в сырье: 2.5 млн м<sup>3</sup>
- Рабочих мест: 500
- IRR – 33%
- Выручка: 8 млрд руб.

## Среда проекта:

- Запасы древесины в Ленском лесничестве составляют 750 млн м<sup>3</sup>
- Расчетная лесосека: 6 млн м<sup>3</sup>

Для резидентов TOP предусмотрен ряд существенных преференций, среди которых пониженные тарифы страховых взносов (совокупный тариф составит 7,6% вместо стандартных 34%), а также нулевая ставка налога на прибыль, имущество (преференция сохраняется на протяжении пяти лет) и землю (на три года).

Породный состав леса



# ПРОЕКТ №4. РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ), ОЛЁКМИНСКИЙ РАЙОН, С. СОЛЯНКА



АГЕНТСТВО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА  
ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ ИНВЕСТИЦИЙ  
И ПОДДЕРЖКЕ ЭКСПОРТА

## Описание проекта:

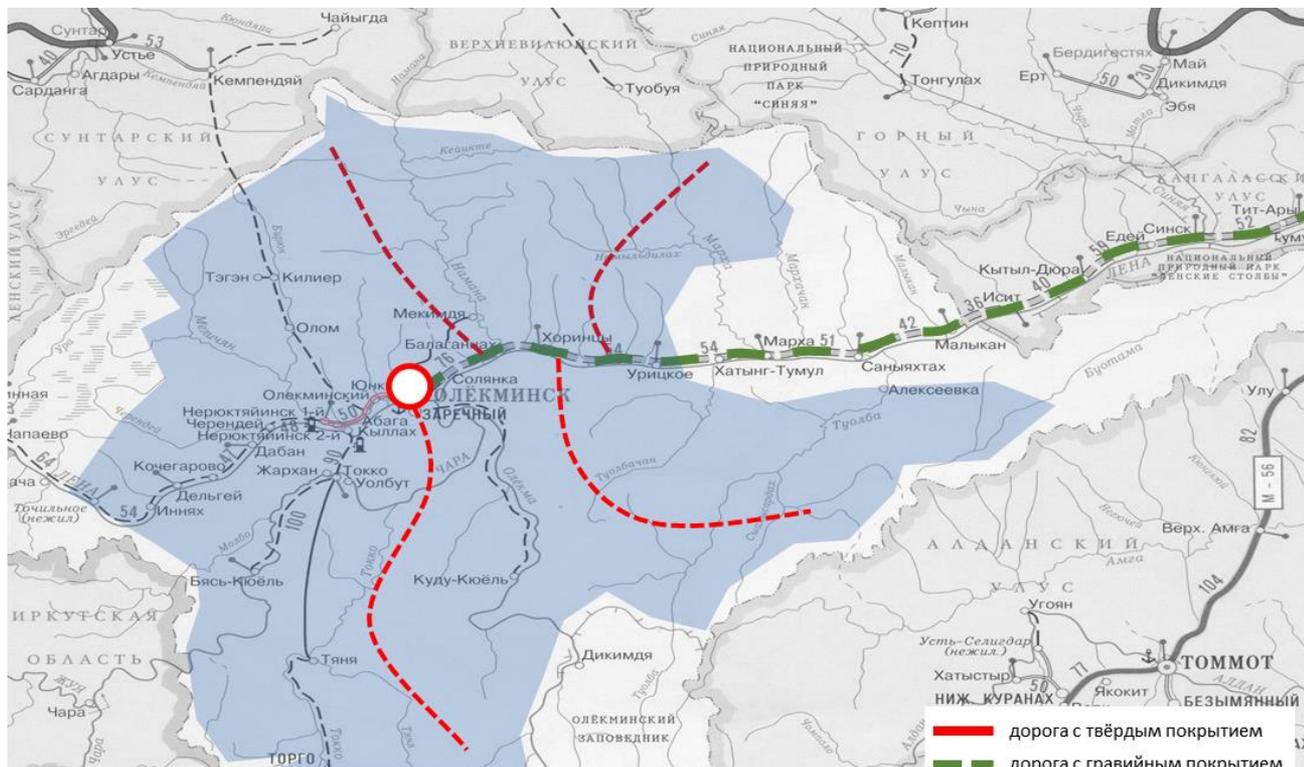
- Заготовка круглого леса
- Деревоперерабатывающий комбинат
- Стройкомплекты для малоэтажного жилья

## Показатели проекта:

- Проект: ЛПК
- Инвестиции: 50 млрд руб.
- Потребность в сырье: 3.5 млн м<sup>3</sup>
- Рабочих мест: 500
- IRR – 30%
- Выручка: 9 млрд руб.

## Среда проекта:

- Запасы древесины в Олекминском лесничестве составляют 600 млн м<sup>3</sup>
- Расчетная лесосека: 4.6 млн м<sup>3</sup>



## Породный состав леса



Для резидентов TOP предусмотрен ряд существенных преференций, среди которых пониженные тарифы страховых взносов (совокупный тариф составит 7,6% вместо стандартных 34%), а также нулевая ставка налога на прибыль, имущество (преференция сохраняется на протяжении пяти лет) и землю (на три года).

- доро́га с твёрды́м по́крытием
- доро́га с гравийным по́крытием
- - - - - планируемая доро́га
- доро́га с твёрды́м по́крытием
- доро́га без по́крытия
- доро́га грунто́вая
- - - - - автозимник
- железная доро́га

# Перестойный лес не сохраняет средообразующих функций



**Лес горит там, где его не рубят**

# Лесозаготовительное производство

- Включает:
  - Лесосечные работы
  - Транспорт леса
  - Лесоскладские работы
  - Лесовосстановление

# Технологические процессы лесосечных работ

Группа	№ тех процес са	Операции выполняемые на лесосеке	Вид трелное много леса	Операции выполняемы на верхнем складе или погрузочном пункте	Вид вывози много леса
Хлыстовая	1	В-Фп	Д	П	Д
	2	В-Фп	Д	Ос-П	Х
	3	В-Ос-Фп	Х	П	Х
Сортимент ная	4	В-Ос-Фп	Х	Р-П	С
	5	В-Фп	Д	Ос-Р-П	С
	6	В-Ос-Р-Фп	С	П	С
	7	В-Ос-Р-Фп-П	-	-	С
С углубленн ой обработко й	8	В-Фп	Д	Ос-Р-Пр-П	Пм
	9	В-Ос-Р-Фп	С	Пр-П	Пм
	10	В-Ос-Р-Фп Рщ поруб ост-П	С -	Ок-Рщ-П -	Щтех Щтоп

# Системы машин для технологических процессов лесосечных работ

Группа	Номер тех-процесса	Машины, работающие на лесосеке	Вид трелюемого леса	Машины, работающие на верхнем складе или погрузочном пункте	Вид вывозимого леса
Хлыстовая	1	БП+ТТ; ВМ+ТТ; ВПМ+ТТ; ВТМ	Д	П	Д
	2	БП+ТТ; ВМ+ТТ; ВПМ+ТТ; ВТМ	Д	МОС+П	Х
	3	БП+БП+ТТ	Х	П	Х
Сортиментная	4	БП+БП+ТТ	Х	БП+П	С
	5	БП+ТТ; ВМ+ТТ; ВПМ+ТТ; ВТМ; ВТПМ	Д	МОСР (процессор)+П ВТПМ+П	С
	6	БП+БП+БП+Ф ВСРМ (Харвестер)+Ф	С	П	С
	7	БП+БП+БП+Ф ВСРМ (Харвестер)+Ф	С	—	С
С углубленной обработкой	8	БП+БП+БП+Ф ВСРМ (Харвестер)+Ф	С	ЛПС; БПп+П	Пм
	9	БП+ТТ; ВМ+ТТ; ВПМ+ТТ; ВТМ	Д	РМ-П	Щтоп
	10	ВСРМ+Ок	С	РМ-П	Щтех



# Кабина оператора харвестера



# Лесные и лесозаготовительные машины

- понятие «лесная машина» является более широким термином, который охватывает все машины, участвующие в процессе лесозаготовок и лесовосстановления, — трелевочные тракторы, сучкорезные машины, сучкорезно-раскряжевочные машины, валочные машины, и т. д. Термин «лесозаготовительные машины» относится к машинам, которые могут валить деревья, выполнять еще ряд последующих операций, — валочные машины (ВМ), валочно-пакетирующие машины (ВПМ), валочно-трелевочные машины (ВТМ), валочно-сучкорезно-раскряжевочные машины (ВСПМ) и т. д.

# Классификация лесозаготовительных машин

- По виду движителя: гусеничные, колесные,
- шагающие;
- По числу выполняемых технологических операций: одно- и многооперационные;
- по виду выполняемых технологических операций: валочные (ВМ); валочно-трелевочные (ВТМ); валочно-пакетирующие (ВПМ); валочно-сучкорезно-раскряжевочные (ВСПМ), также называемые харвестерами; валочно-сучкорезные и т. д.;
- по принадлежности к группе технологических процессов: машины для хлыстовой заготовки и машины для сортиментной заготовки;
- по ширине обрабатываемой ленты леса: узкозахватные (без гидроманипулятора); широкозахватные (с гидроманипулятором);
- по направлению зоны обслуживания относительно хода машины: фланговые, фронтальные, полноповоротные.

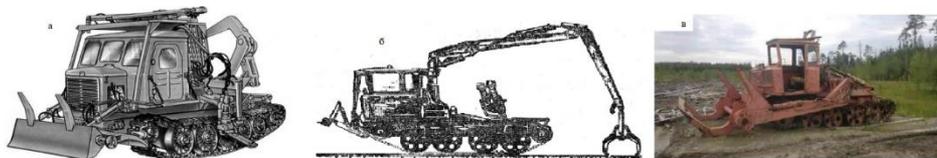


# Системы машин

- Под *системой машин* понимается совокупность машин и оборудования различного функционального назначения, взаимоувязанных по техническим и технологическим параметрам и предназначенных для последовательного выполнения технологического процесса лесосечных работ. Одной из наиболее эффективных форм организации работы систем машин являются комплексы (комплекты).



# Машинные комплексы при вывозке деревьев



Система машин при вывозке деревьев:

а – валочная машина; б – бесчokerный трелевочный трактор; в – перекидной погрузчик



Система машин при вывозке деревьев:

а – валочно-трелевочная машина; б – перекидной погрузчик



Система машин при вывозке деревьев:

а – валочно-трелевочная машина; б – самопогружающийся хлыстовоз

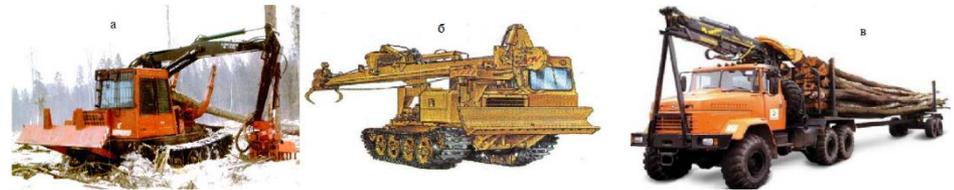
# При вывозке хлыстов



Система машин при вывозке хлыстов:  
а – валочно-пакетирующая машина; б – трактор с пачковым захватом (скиддер); в - самоходная сучкорезная машина; г перекидной погрузчик



Система машин при вывозке хлыстов:  
а – валочно-трелевочная машина; б – самоходная сучкорезная машина; в - перекидной погрузчик

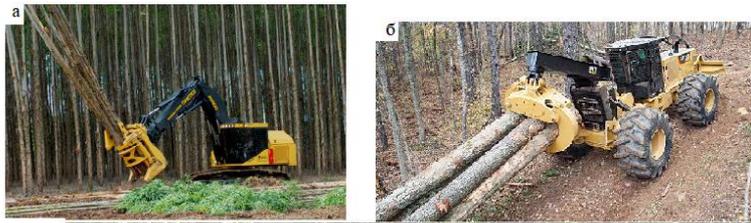


Система машин при вывозке хлыстов:  
а – валочно-трелевочная машина; б – самоходная сучкорезная машина; в – самопогружающийся хлыстовоз



Система машин при вывозке хлыстов:  
а – валочно-трелевочно-процессорная машина; б – самопогружающийся хлыстовоз

# Машинные комплексы для сортиментной технологии заготовки древесины



Система машин при вывозке сортиментов:  
а – валочно-трелевочная машина; б – процессор (сучкорезно-раскряжевочная машина); в - манипуляторный погрузчик с грейферным захватом



Система машин при вывозке сортиментов – харвестер и форвардер

Система машин при вывозке сортиментов:

а – валочно-пакетирующая машина; б – трактор с пачковым захватом (скиддер);  
в – процессор (сучкорезно-раскряжевочная машина); г - манипуляторный погрузчик с грейферным захватом

# Ведущие производители

**PONSSE**

**KOMATSU**



**JOHN DEERE**



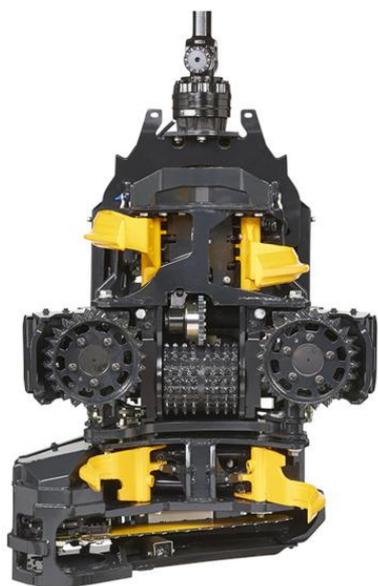
# Харвестер: валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина



# Харвестер на экскаваторной базе



# Харвестерные головки



# Форвардер: сортиментоподборщик



# Линейка форвардеров PONSSE

- В линейке форвардеров PONSSE, в настоящее время, представлено 9 моделей.
- Модельный ряд форвардеров PONSSE начинается от грузоподъемности машины 10 тонн, и заканчивается самым большим форвардером, с грузоподъемностью 20 тонн. Грузоподъемность 10 тонн имеет форвардер Gazelle. Затем, по грузоподъемности идут форвардеры Wisent и Elk, соответственно, 12 и 13 тонн. Форвардер Buffalo имеет грузоподъемность 14 тонн, а в комплектации с балансирными тележками – 15 тонн. Две модели в линейке форвардеров PONSSE имеют грузоподъемность 18 тонн – это Buffaloking и Elephant. Самой большой грузоподъемностью обладает Elephantking – 20 тонн.
- В ближайшее время ожидается новый форвардер Bison Active Frame (Bison).
- Форвардеры с большей грузоподъемностью стоят дороже. Для ориентации можно указать, что разница в стоимости форвардеров Buffalo (14 т) и Elephant (20 т) составляет около 50 тыс. евро, или около 15% стоимости машины





# Принцип одномашинных комплексов на лесозаготовках

- Во всех сферах производства одним из первых принципов повышения рентабельности является сокращение издержек. На лесозаготовках издержки складываются из арендной платы, затрат на подготовительные, вспомогательные и основные работы.
- Затраты на основные работы включают ГСМ для лесных машин, запасные части и расходные материалы для них, техническое обслуживание и ремонт, а также заработную плату, с отчислениями, для персонала – прежде всего, операторов лесных машин. Оплата их труда - сдельно-премиальная, и напрямую зависит от производительности.
- Соответственно, чем меньше машин мы можем использовать для реализации основного технологического процесса – тем меньше у нас будут издержки на эксплуатацию этих машин и на оплату труда операторов, которых, соответственно, также потребуется меньше.

# Меньше машин – меньше затрат

- Чем меньше используем машин, тем меньше понадобится и изначальных капиталовложений для приобретения лесных машин, значит меньше и амортизационные отчисления. Очевидно, что при прочих равных условиях, меньшее количество машин, требующее меньших инвестиций, окупится быстрее, и быстрее начнет приносить прибыль.
- Исходя из того, что чем меньше участвует машин в технологическом процессе – тем лучше, следует определить, до какого предела возможно сократить число машин в системе.

# Одномашинные варианты сортиментной заготовки



Харвардер (валочно-сучкорезно-раскряжевно-трелевочная машина), производства компании Комацу



Валочно-трелевочно-процессорная машина (ВТПМ)

# Форвестер (комбимашина)



# Четыре варианта одномашинных комплексов для различных технологических процессов лесосечных работ хлыстовой и сортиментной групп



а – валочно-трелевочная машина (вывозка деревьями);

б – валочно-сучкорезно-трелевочная машина (вывозка хлыстами);

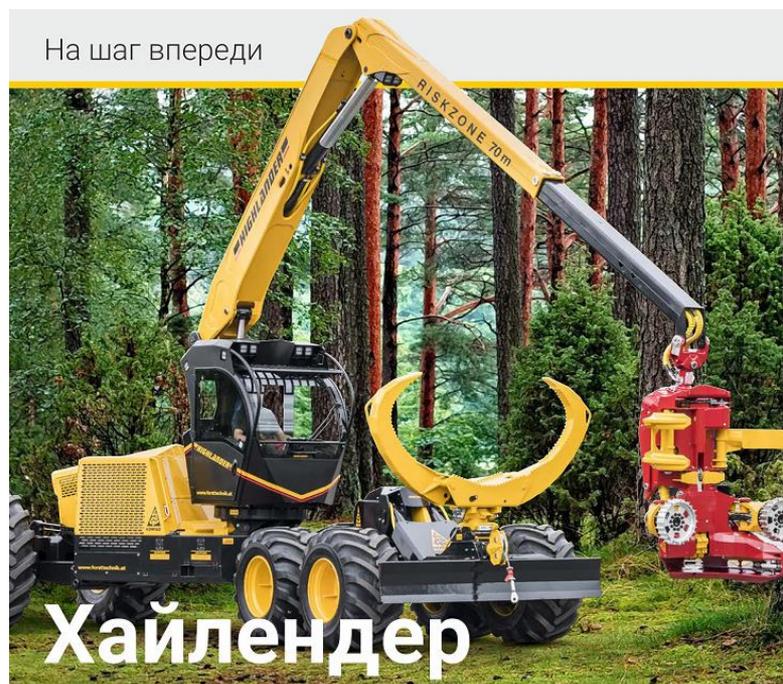
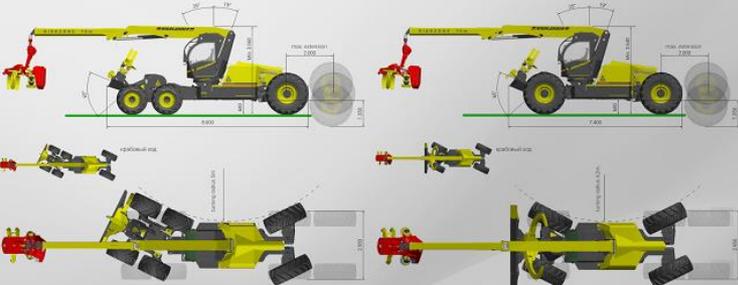
в – валочно-трелевочно-процессорная машина (производство сортиментов у лесовозной дороги – канадская технология);

г – харвадер (производство сортиментов на пасеке – скандинавская технология);  
форвестер

# Ожидаем результаты испытаний

	Хайлендер 6х6	Хайлендер 4х4
Двигатель	Iveco FTP, 6 цилиндров, 240 лс., Tier 3	
Привод	6х6 полноприводный	4х4 полноприводный
Поворотный механизм	Шарнирносочлененная рама, задняя тандемная тележка. Отдельный поворотный передний и задние мосты. Крабовый ход.	Передние и задние поворотные колеса. Крабовый ход (все 4 колеса поворачивают в одну сторону)
Тяговое усилие	30 т	
Кран	Подъемный момент 240 Кн-м, вылет 10,5 м	
Вес	21 - 24 т	20,5 т
Харвестерный агрегат	WOODY H50, WOODY H61	
Опции	Лебедка (300м., кабель 14мм.)	

Технические данные соответствуют стандартной комплектации. Другие версии по запросу. Возможны технические изменения.



# Технология работы валочно-трелевочно-процессорной машины

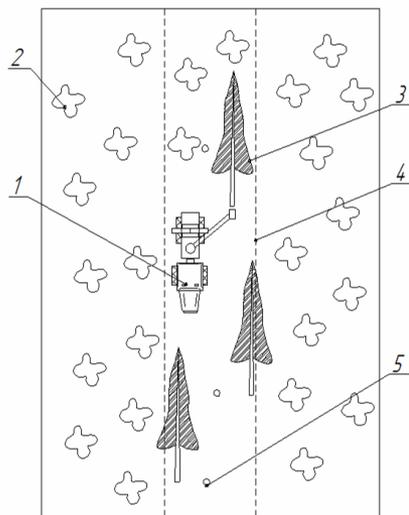


Схема разработки трассы

волока :

1 – валочно-трелевочно-процессорная машина; 2 – стоящее дерево; 3 – поваленное дерево; 4 – граница волока; 5 – пень

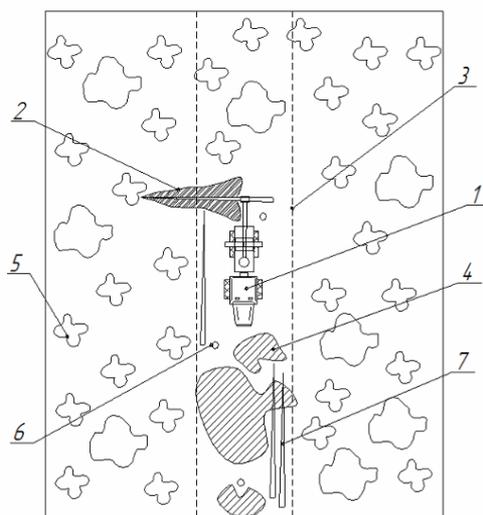


Схема укрепления проезжей части:

1 – валочно-трелевочно-процессорная машина; 2 – поваленное дерево; 3 – граница волока; 4 – ветки, сучья и вершины; 5 – стоящее дерево; 6 – пень; 7 – хлысты

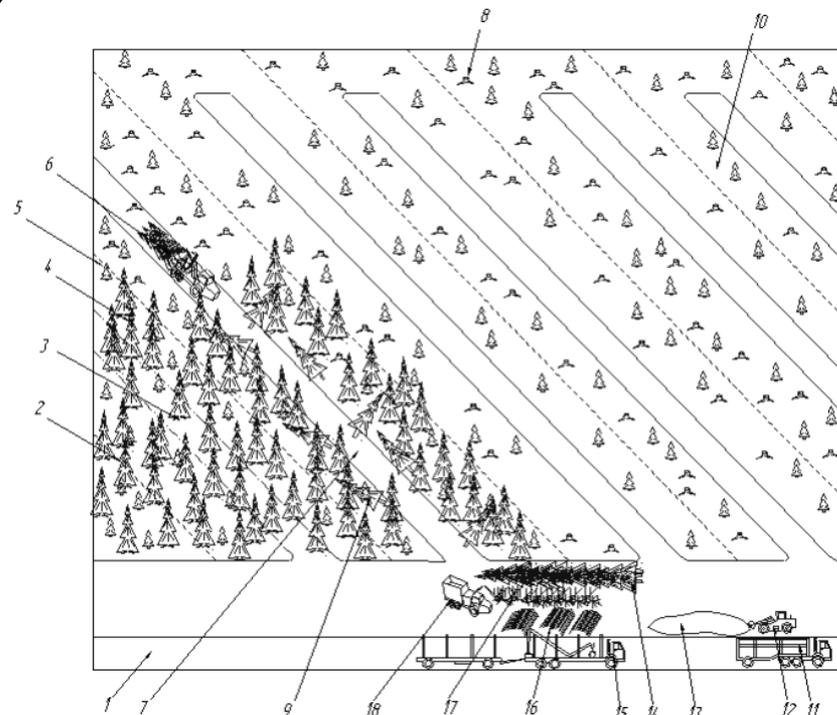
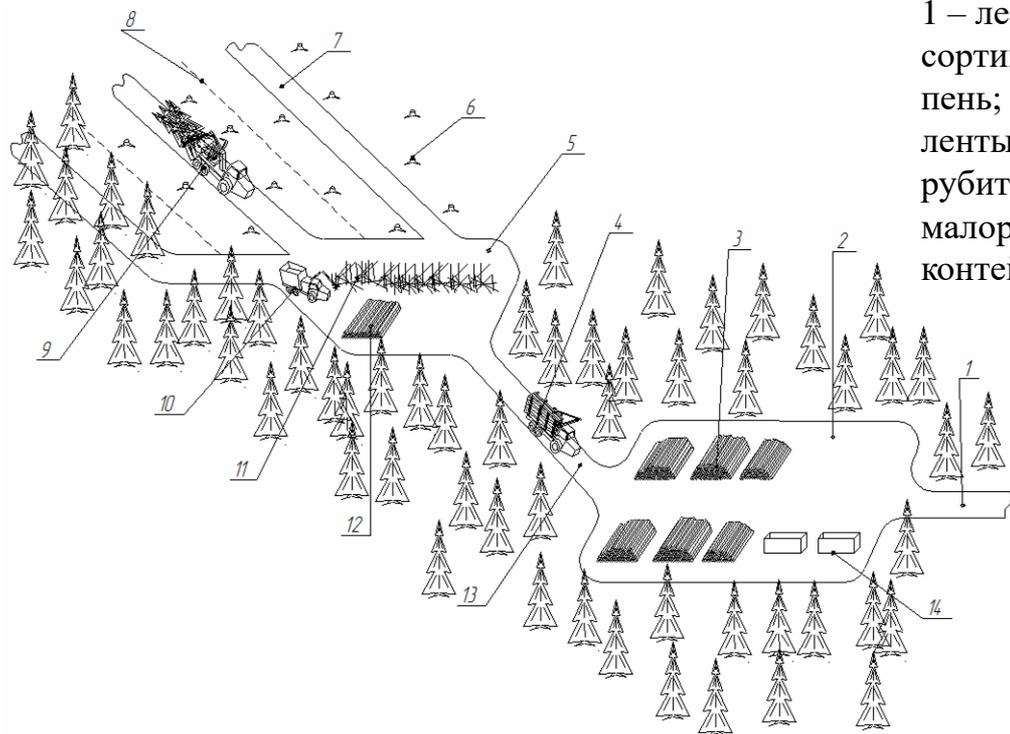


Схема разработки лесосеки:

1 – лесовозный ус; 2 – граница пасаек; 3 – размеченный волок; 4 – полупасака до рубки; 5 – подрост; 6 – валочно-трелевочно-процессорная машина; 7 – разработанный волок; 8 – пень; 9 – поваленное дерево; 10 – разработанная пасака; 11 – щеповоз; 12 – погрузчик; 13 – куча щепы; 14 – штабеля деревьев; 15 – автолесовоз; 16 – штабеля сортиментов; 17 – сучья, вершины, откомлевки; 18 – рубительная машина

# Схема разработки лесосеки комплексом машин валочно-трелевочно-процессорной машина + форвардер



1 – лесовозный ус; 2 – погрузочная площадка; 3 – штабеля сортиментов; 4 – форвардер; 5 – перевалочный пункт; 6 – пень; 7 – пасечный волок; 8 – граница разрабатываемой ленты; 9 – валочно-трелевочно-процессорной машина; 10 – рубительная машина; 11 – лесосечные отходы; 12 – малоразмерные штабеля; 13 – магистральный волок; 14 – контейнер для щепы

# Конструктивный вариант повышения эффективности одномашинных лесозаготовительных комплексов

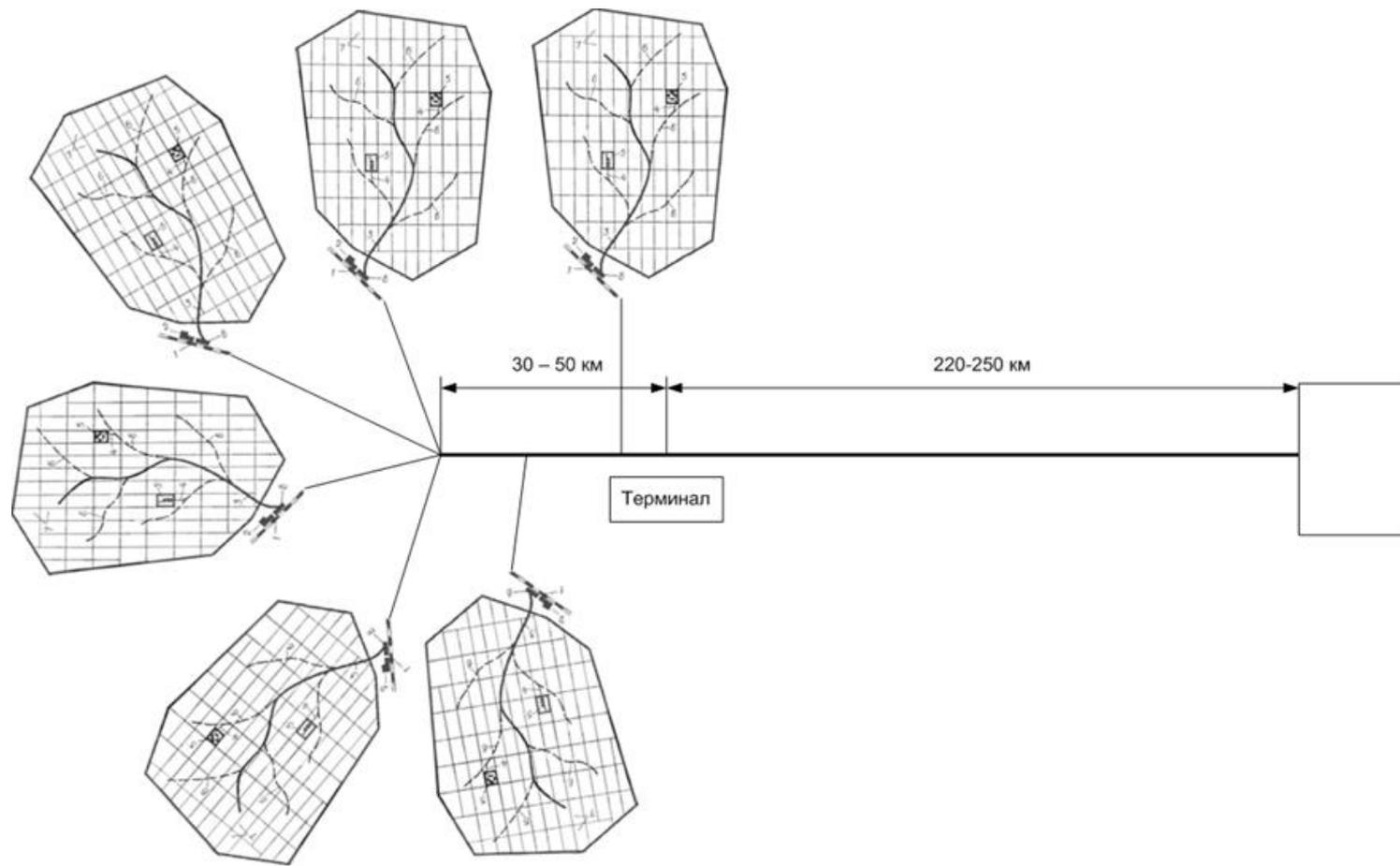


Вальцовая харвестерная головка



Импульсная харвестерная головка

# Принцип размещения временного лесного терминала в осваиваемой арендной базе



# Машинные комплексы для технологии заготовки древесины с углубленной обработкой на лесосеке



Мобильный лесопильный станок  
(ленточнопильный, горизонтальный)



Мобильная пеллетная линия



Мобильная пихтоварка

# Системы машин при производстве топливной щепы



машина для производства топливной щепы на лесосеке  
и ее трелевки - чиппер

Система машин при производстве топливной щепы на  
верхнем складе: а – валочно-пакетирующая машина; б –  
скиддер; мобильная рубительная машина

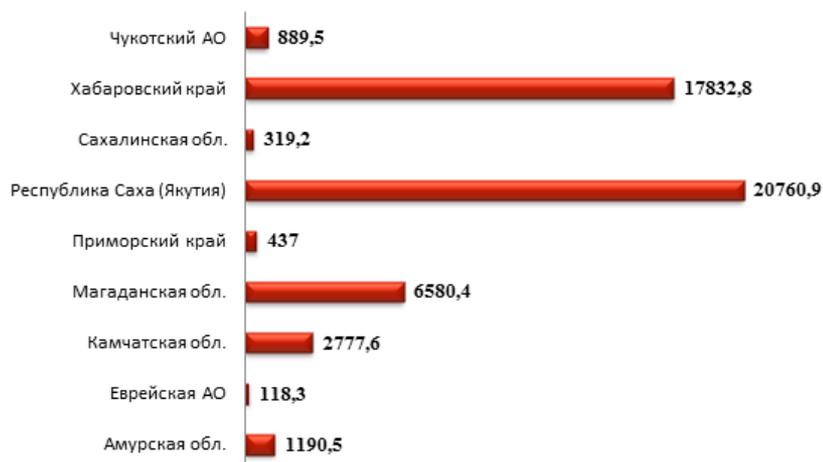


# СИСТЕМЫ МАШИН ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ЛЕСОСЕК НА СКЛОНАХ

Таблица 1. - Распределение площадей покрытых лесной растительностью по крутизне склона по субъектам ДФО, тыс.га. %

Субъекты ДФО	Показатель	Всего	до 20°	21° - 30°	31° и более
Хабаровский край	Площадь, тыс.га	50924,2	36105,25	10694,08	4124,86
	%	100	70,9	21	8,1
Приморский край	Площадь, тыс.га	11373,2	7824,76	2843,3	705,14
	%	100	68,8	25	6,2
Амурская область	Площадь, тыс.га	2654	15676,57	5504,92	1472,51
	%	100	69,2	24,3	6,5
Камчатский край	Площадь, тыс.га	9004,5	4952,48	3115,56	936,47
	%	100	55,0	34,6	10,4
Сахалинская область	Площадь, тыс.га	5519,5	3366,90	1545,46	607,14
	%	100	61,0	28	11
Республика Саха (Якутия)	Площадь, тыс.га	143061,8	92990,17	37053,0	13018,62
	%	100	65,0	25,9	9,1
Еврейская АО	Площадь, тыс.га	1563,1	1067,60	359,51	136,0
	%	100	68,3	23	8,7
Всего	Площадь, тыс.га	244100,3	159641,59	61115,83	21000,74
	Σ ср. %	100	65,4	26,0	8,6

\*без учета Магаданской области.



Наличие в лесном фонде ДФО лесозэксплуатационных территорий с сильно переувлажненными и заболоченными участками, тыс.га.

# Харвестер и форвардер Ponsse с лебедкой Synchronwinch



# T-Winch



Валочно-пакетирующая машина с лебедкой T-Winch



Скиддер с лебедкой T-Winch

# Доставка лебедки T-Winch легковым автомобилем и лесовозом



# Дополнительные опции

- Для расширения возможностей форвардера его можно дооснастить толкателем (прототип бульдозерного отвала), позволяющим эффективнее работать со штабелями и выполнять мелкие земляные работы.
- Гидроманипуляторы могут быть оснащены разными ротаторами, а также разными моделями захватов, имеющих разную площадь поперечного сечения зева. На форвардеры легкого класса, обычно, устанавливаются захваты с площадью сечения  $0,28 \text{ м}^2$ , на форвардеры большой грузоподъемности -  $0,35 \text{ м}^2$ . Есть также специальные захваты для сбора порубочных остатков

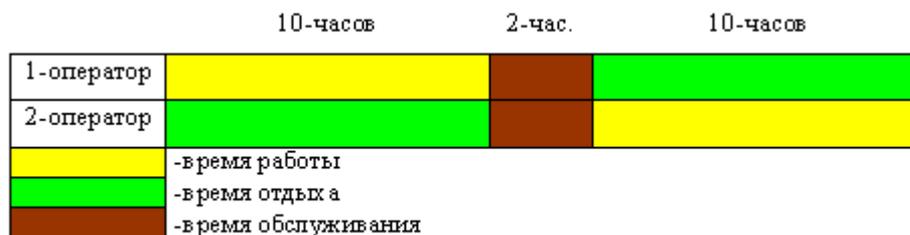
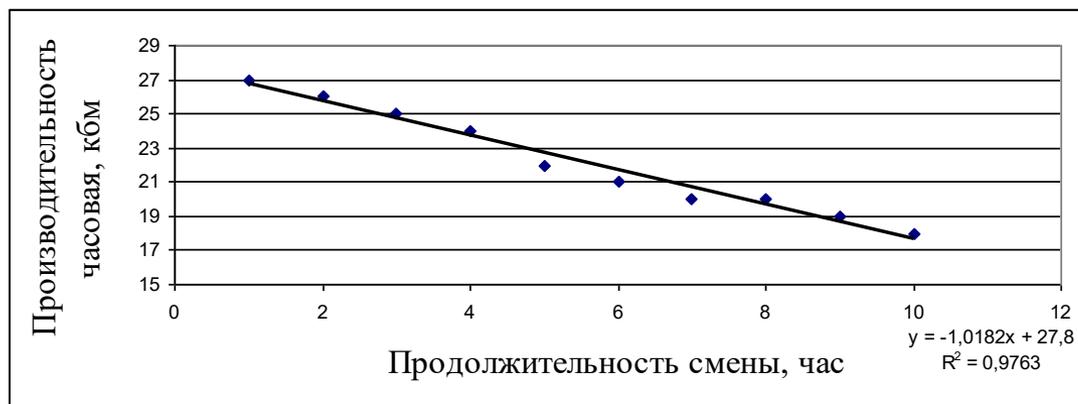
# Бесчокерный трактор из форвардера



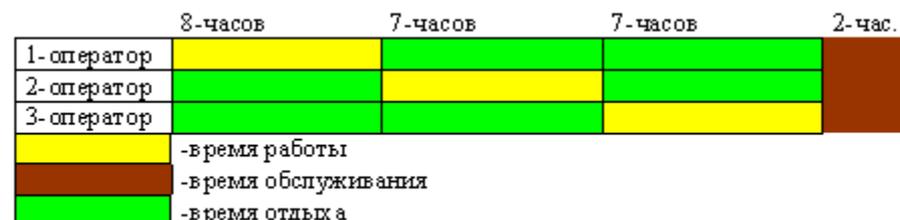
# Зачем лишние расходы?!

- В Европе часто лесную машину приобретает человек, который в дальнейшем будет на ней и работать, поэтому условия своей работы он продумывает до мелочей. В России, к сожалению, часто стараются просто купить машину подешевле, не думая о том, что такая машина не оптимальна для оператора, а значит он будет быстрее уставать, у него будет падать производительность, и, в конечном итоге, лесозаготовитель будет терять прибыль.

# Производительность и продолжительность смены



Суточный график работы операторов машин, принятый вариант



Суточные графики работ операторов машин, новый вариант

Варианты работы	Время работы за сутки, час	Средняя часовая производительность, м <sup>3</sup>	Суточная выработка, м <sup>3</sup>	Себестоимость заготовки, руб./м <sup>3</sup>
Принятый	20	22,6	452,1	169,12
Новый	22	26,1	547,2	161,22

# Пожалуйста вопросы

Спасибо за внимание!

Григорьев Игорь Владиславович

Д.т.н., профессор

[silver73@inbox.ru](mailto:silver73@inbox.ru)