

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВПО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени С.М. Кирова»

Кафедра технологии лесопиления и сушки древесины

А. Н. Чубинский, доктор технических наук, профессор
А. А. Тамби, кандидат технических наук, доцент
А. И. Шейнов, кандидат технических наук, доцент

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Учебное пособие по дисциплине для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению 250400 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств»

Санкт-Петербург
2012 г.

Рассмотрено и рекомендовано к изданию научно-методической комиссией факультета механической технологии древесины Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета
9 октября 2012 г.

О т в. р е д а к т о р

доктор технических наук, профессор **А. Н. Чубинский**

Р е ц е н з е н т ы

кафедра механической технологии древесины Костромского государственного технологического университета
(доктор технических наук, профессор С.А. Угрюмов)
кафедра конструкций из дерева и пластмасс Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета
(доктор технических наук, профессор А.Г. Черных)

УДК 674.093.6

Представлено кафедрой технологии лесопиления и сушки древесины

В учебном пособии изложены основные положения проектирования технологических процессов лесопиления. Рассмотрены методы и методики принятия проектных решений, технологического проектирования. Приведены классификации продукции и отходов лесопильного производства, а также видов бревнопильного оборудования и потоков. Рассмотрена структура лесопильного производства. Представлены планировки лесопильных цехов.

Библиогр. 9. Табл. 4. Ил. 30

ВВЕДЕНИЕ

В современном быстро изменяющемся мире специалист может эффективно действовать лишь обладая определенной психологической гибкостью, готовностью получать и усваивать новую информацию, адаптироваться к экономическим, производственным и социальным переменам, как в государстве, так и в ближайшем социальном окружении.

Вопросы проектирования технологических процессов требуют применения не только специальных знаний, получаемых специалистом в процессе обучений, но и применения современных методов проектирования, таких как анализ и синтез, аналогия, эмпатия, интуиция, инверсия, экономические и математическое моделирование и др.

Целью изучения дисциплины является овладение студентом основными компонентами методологии проектирования технологических процессов лесопиления в зависимости от вида выпускаемой продукции, размерно-качественных характеристик лесосырьевой базы и конъюнктуры рынка.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 250400 «Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств».

Учебное пособие может быть полезно студентам этого направления обучения при изучении дисциплин «Производственный менеджмент в лесопилении», «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», «Проектирование лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств».

1. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина «Методология проектирования технологических процессов лесопиления» изучается студентами факультета механической технологии древесины на 1-ом году обучения по магистерскому направлению 250400 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств».

Для изучения дисциплины студенту необходимы знания в области древесиноведения, технологии, оборудования и проектирования лесопильно-деревообрабатывающих производств.

Изучение методологии проектирования лесопильных потоков невозможно без знания требований, предъявляемых к формируемой продукции: пиломатериалам и технологической щепе, а также методов и средств контроля выполнения технологических операций и качества продукции.

Прежде чем приступить к изучению дисциплины студенту необходимо ознакомиться с учебной программой, приведенной ниже. Учитывая отсутствие единого учебника по дисциплине, студенту целесообразно составлять краткие конспекты по каждой теме на основе лекций, анализа литературы и периодических изданий, список которых приведен в методических указаниях.

В ходе изучения дисциплины после каждой темы необходимо осуществлять самоконтроль, отвечая на контрольные вопросы по каждой изучаемой теме.

Дисциплина изучается в течение одного семестра и заканчивается сдачей зачета.

Основными задачами дисциплины являются:

- усвоение требований к продукции лесопильного производства;
- усвоение основных методов проектирования технологических процессов лесопиления;
- усвоение требований к обоснованию производственной мощности лесопильного цеха;
- усвоение методов и средств контроля качества выполнения технологических операций и готовой продукции;
- усвоение технологий производства попутной продукции и переработки отходов основного производства.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- направления развития отрасли;
- перечень и последовательность процедур, выполняемых при проектировании лесопильно-деревообрабатывающих производств;
- методы и методики принятия проектных решений;
- методики обоснования: продукции, намеченной к выпуску, производственной мощности; структуры технологического процесса и оборудования для его реализации;
- методы и средства контроля технологических процессов, качества сырья и производимой продукции.

уметь:

- обосновывать вид выпускаемой продукции и объем ее производства;
- разрабатывать и синхронизировать технологические процессы на всех участках лесопильного производства;
- определять потребность в сырье, материалах, энергетических и трудовых ресурсах для обеспечения производственной программы.

владеть:

- методиками проектирования технологических процессов и производств;

- навыками использования систем автоматизированного проектирования (САПР).

Для успешного изучения дисциплины студенту необходимы знания в области:

- древесиноведения и лесного товароведения;
- физики древесины;
- технологии лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств;
- технологии гидротермической обработки древесины;
- проектирования лесозаготовительных и деревоперерабатывающих предприятий.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия

Тема 1. Введение. Анализ состояния отрасли.

Направления развития ассортиментной и технической политики лесопиления на различных видах лесопильно-деревообрабатывающих производств. Классификация продукции лесопильного производства. Классификация бревнопильного оборудования.

- 2 часа

Тема 2. Методы и методики принятия проектных решений

Классификация и краткая характеристика методов принятия решений. Методы расстановки приоритетов и экспертных оценок

– 2 часа

Тема 3. Методы и методики проектирования технологических процессов лесопиления

Методы оценки лесосырьевой базы и требований, предъявляемых к выпускаемой продукции. Классификация бревнопильных потоков. Структурный анализ технологического процесса лесопиления. Варианты схем технологического процесса при ориентации на различные потребительские рынки. Определение потребности в производственных площадях, транспортном оборудовании и инструменте. Ситуационный план лесопильного предприятия. Оценка эффективности проектирования по критериям балан-

са древесины, общего выхода продукции в стоимостном выражении, процента выхода пиломатериалов специального назначения.

Методы оценки качества технологического процесса и продукции лесопильного производства.

Направления диверсификации лесопильного производства.

– 4 часа

Итого: 8 часов

Лабораторный практикум

1. Анализ схем раскроя пиловочных бревен в зависимости от назначения пиломатериалов. Определение влияния на спецификационный выход пиломатериалов вида режущего инструмента. Составление баланса древесины.

- 4 часа

2. Выбор головного бревнопильного оборудования методом расстановки приоритетов по критериям объема производства, заданной лесосырьевой базы и спецификации пиломатериалов.

- 4 часа

3. Составление альтернативных структурных схем технологического процесса лесопиления, отвечающих заданным условиям

- 4 часа

4. Разработка технологического процесса переработки отходов основного производства

- 2 часа

5. Методы и средства оценки качества продукции лесопильного производства

- 4 часа

Итого: 18 часов

Практические занятия.

1. Методика расчета производительности бревнопильного потока

- 2 часа

2. Синхронизация производственных цехов и участков

- 2 часа

3. Определение потребного количества транспортных средств и инструмента

- 2 часа

4. Разработка плана лесопильного цеха и ситуационного плана деревоперерабатывающего предприятия

– 4 часа

Итого: 10 часов

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Введение

Изучение дисциплины следует начинать, ознакомившись с тематическим содержанием, позволяющим уяснить цель и задачи ее изучения. Самостоятельная работа над дисциплиной строится на основании знаний, полученных из лекционного курса, лабораторных и практических занятий, а также сведений, полученных из литературных источников и иных материалов.

Студент должен понять основные этапы проектирования технологических процессов лесопильных предприятий, их назначение, цели и задачи. Правильное понимание основных положений дисциплины базируется на знаниях техники и технологии лесопиления, свойств производимой продукции, размерно-качественных характеристиках перерабатываемого сырья и организации производства.

Студент должен уяснить направления развития ассортиментной и технической политики лесопиления на различных видах лесопильно-деревообрабатывающих производств. На основании этих знаний можно приступить к обоснованию объема производства в товарном выражении.

В рамках самостоятельной работы студент должен научиться обосновывать ассортиментную политику предприятия в зависимости от наличия в экономически доступном регионе потребителей как пиломатериалов, так и попутной продукции лесопильного предприятия, включающей в себя: технологическую щепу, топливные пеллеты и гранулы и др. Классификация продукции лесопиления приведена на рис. 1, 2.

При проектировании нового или реконструкции существующего производства студенту необходимо провести анализ рынка сырья и продукции лесопиления в регионе проектирования, оценить размерно-качественные характеристики имеющейся лесосырьевой базы, транспортную доступность внутренних и экспортных рынков пилопродукции.

Проектирование технологического процесса в лесопильном цехе начинают с обоснования требований к продукции, зависящих от назначения пиломатериалов, что лежит в основе выбора головного технологического оборудования бревнопильного потока. Студент должен четко представлять назначение различных видов бревнопильного оборудования, их слабые и сильные стороны, а также способы компоновки бревнопильных потоков на их основе. Необходимо понимать различия между видами пильного инструмента: рамной, дисковой и ленточными пилами. Требуется знать достоинства и недостатки совместного и отдельного применения фрезерного и пильного инструмента при раскросе пиловочных бревен.



Рис. 1. Продукция лесопильного производства

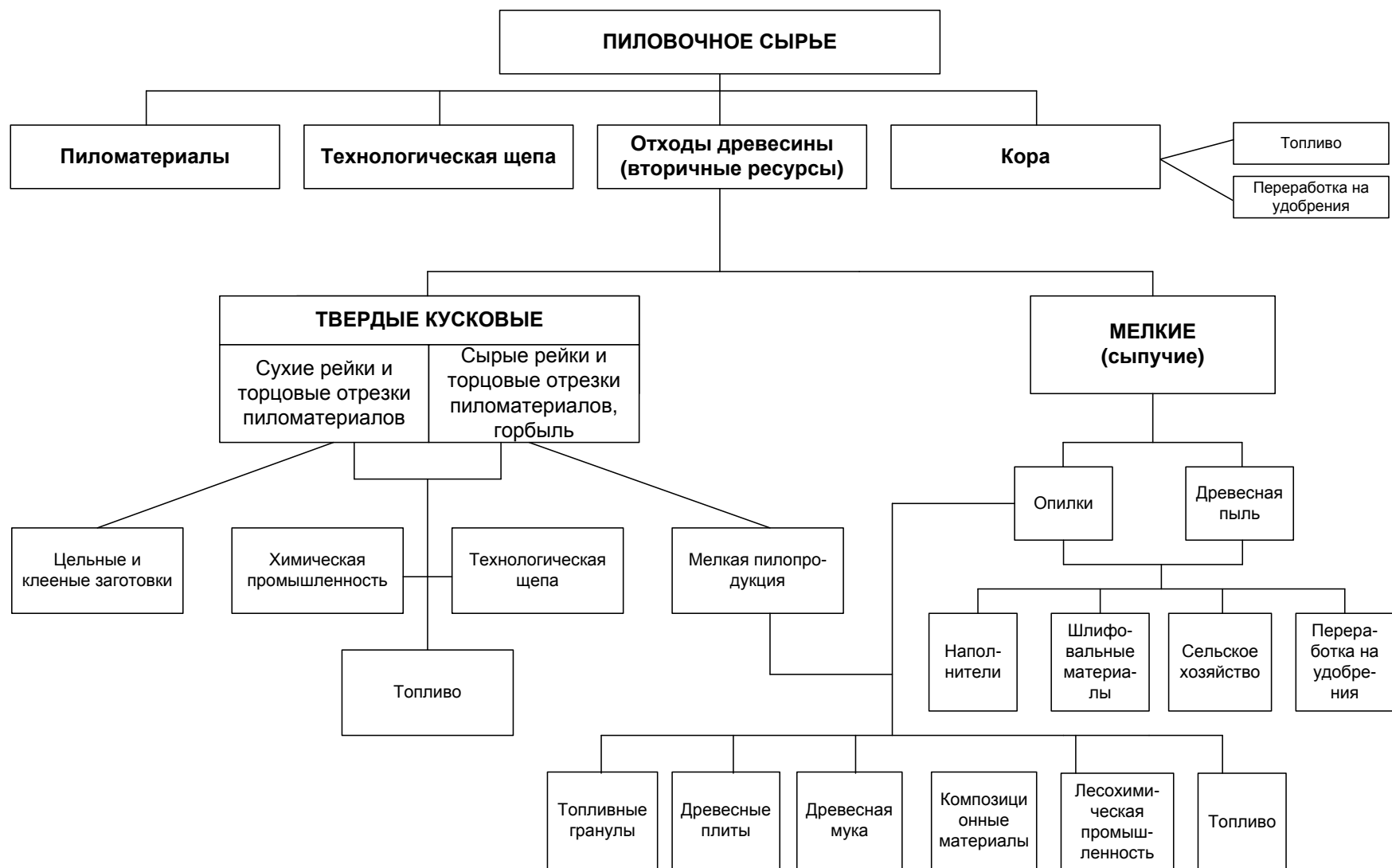


Рис. 2. Структура использования отходов лесопиления

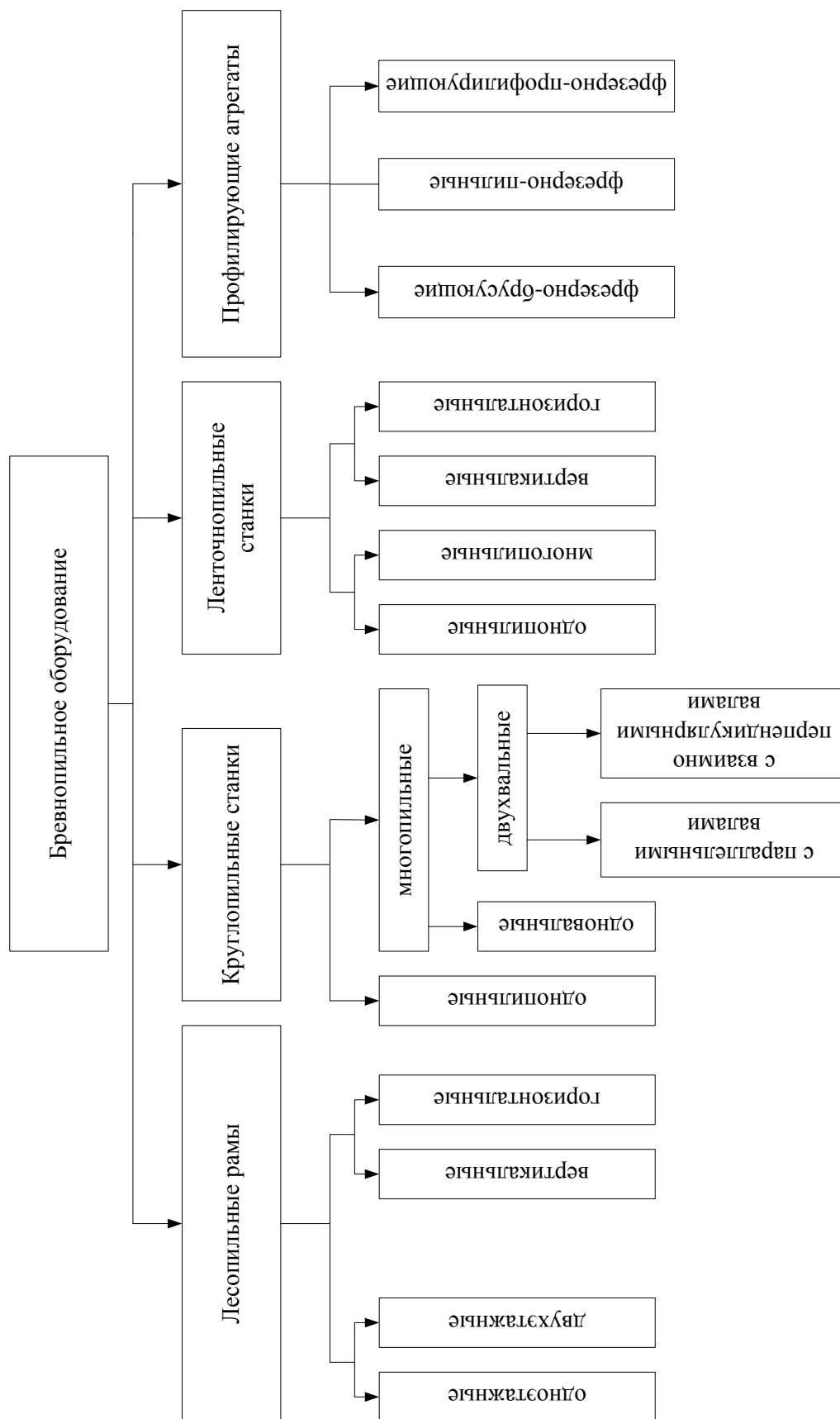


Рис. 3 Классификация бревнопильного оборудования

Классификация бревнопильного оборудования приведена на рис. 3, а ведущие производители – в приложении 3.

2.2 Методы и методики принятия проектных решений

Изучение этого раздела следует начать с повторения дисциплин «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», «Проектирование лесозаготовительных и деревоперерабатывающих предприятий».

Студент должен знать требования, предъявляемые к проектам, содержание и последовательность ведения проектных и изыскательских работ (приложение 1, 2), а также полностью представлять состав и содержание технологической части проекта.

Далее необходимо уяснить основные методы принятия проектных решений, рис. 4, научиться самостоятельно применять на практике метод расстановки приоритетов, знать основные принципы многовариантного проектирования, а также основные принципы применения систем автоматизированного проектирования при использовании современных информационных систем в технологическом проектировании.



Рис. 4. Методы принятия проектных решений

При решении поликритериальных задач, к которым относится проектирование современного лесопильного производства, принятие проектных решений должно основываться на комплексной оценке технических, технологических, экономических, социальных и других факторов с использованием нескольких методов, привлекая современные средства автоматизации инженерного труда и программные продукты, позволяющие выполнять мгновенную оценку принимаемых решений.

Все принимаемые проектные решения должны быть обоснованы. Наиболее распространенным методом субъективной оценки, применяемым для качественного обоснования решений, является метод экспертных оценок [2]. Широкое применение метод экспертных оценок получил для обоснования перспективных видов продукции, выбора технологии, оборудования, основных и вспомогательных материалов и т. п.

Принципиально важной является подготовка анкеты (опросного листа), выбор специалистов – экспертов, обоснование количества респондентов. Полученные в результате анкетирования данные обрабатываются методами математической статистики. Методика обработки экспертных оценок следующая:

1. Расчет среднего значения \bar{x}_{ij} среднего квадратического отклонения S_{ij} по каждому ряду ответов:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{m} \quad (1)$$

$$S_{ij} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_{ij})^2}{m-1}} \quad (2)$$

где x_{ij} – оценка j -го эксперта по i -му вопросу; m - количество экспертов.

Сравнивая средние квадратические отклонения ответов по каждому вопросу можно установить в каком из них больше рассеяние ответов экспертов вокруг среднего значения. Таким образом устанавливается устойчивость результатов средней оценки экспертов. Чем меньше среднее квадратическое отклонение, тем более согласованной является оценка экспертов, тем выше коэффициент согласия экспертов $K_{эij}$. Для сравнения устойчивости оценок разных вопросов можно использовать значение коэффициента вариации, характеризующего относительное рассеяние результата:

$$V_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_{ij}} \cdot 100, \% \quad (3)$$

Чем меньше коэффициент вариации, тем согласованнее мнение экспертов, тем выше коэффициент согласия экспертов K_{ϑ} и $K_{\vartheta j}$.

2. Определение верхней $a_{ij\max}$ и нижней $a_{ij\min}$ границ доверительного интервала рассеяния оценок:

$$a_{ij\max} = \bar{x}_{ij} + t_{k,p} \frac{S_{ij}}{\sqrt{m}}, \quad (4)$$

$$a_{ij\min} = \bar{x}_{ij} - t_{k,p} \frac{S_{ij}}{\sqrt{m}}, \quad (5)$$

где $t_{k,p}$ – критерий Стьюдента, определяется по таблицам математических статистик в зависимости от числа степеней свободы ряда наблюдений k ($k=m-1$) и доверительной вероятности p (вероятности попадания «истинного» результата в задаваемый доверительный интервал $\pm \varepsilon$).

3. Статистическое выравнивание ряда исходя из условия:

$$a_{ij\min} \leq x_{ij} \leq a_{ij\max}, \quad (6)$$

с последующим определением статистик \bar{x}_{ij} , S_{ij} , V_{ij} для нового ряда.

4. Определение коэффициента согласия экспертов:

$$K_{\vartheta} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{\vartheta ij} \cdot m_{ij}}{\sum_{i=1}^n m_{ij}}; \quad (7)$$

$$K_{\vartheta ij} = 1 - \frac{S_{ij}}{\bar{x}_{ij}}; \quad (8)$$

где n – количество вопросов в анкете; n ; $\forall i=1$; m_{ij} – число оценок по i -ому вопросу в каждом из выровненных рядов, $\forall i=1$; m .

При $0,5 \leq K_{\vartheta} \leq 1$ мнение экспертов считается согласованным.

Для уточнения результатов и свертки экспертных оценок в один комплексный показатель может быть использован метод расстановки приоритетов. Суть метода состоит в качественном или количественном сравнении вариантов решения поставленной задачи, основанном на обработке результатов опроса групп специалистов о предпочтительности того или иного варианта решения по каждому признаку в отдельности и о приоритете признаков, по которым оценивается проектируемая система. Сравнение проводят в матричной форме, что позволяет в дальнейшем при соответствующей математической обработке получить количественные значения приоритетов конкурирующих решений (объектов) по каждому свойству в отдельности и по комплексу показателей (признаков). Методика и пример

выполнения оценки показателей с помощью метода расстановки приоритетов приведены в /2/.

К наиболее распространенным программным продуктам, рекомендуемым к использованию при проектировании лесопильных потоков в настоящее время относятся: «AutoCAD», «ZWCAD», «КОМПАС-3D» – для проектирования чертежей и схем в виде 2-х и 3-х мерных объектов; программа расчета оптимального способа раскроя бревен – «SawsOptimization»; математические пакеты обработки статистических данных - «Statistica»; средства пакета «Microsoft Excel» и др.

2.3 Методы и методики проектирования технологических процессов лесопиления

Процедуру технологического проектирования лесопильного производства целесообразно вести в следующей последовательности:

- анализ сырьевой базы;
- анализ продукции, намечаемой к выпуску, на основе маркетинговых и технологических исследований;
- анализ типовых технологических процессов, передовых техники и технологии, организации работ, разработка вариантов индивидуальных технологических процессов и их анализ, выбор оптимального варианта;
- определение последовательности и содержания технологических операций;
- выбор типа бревнопильного потока и головного оборудования;
- расчет производственной мощности;
- анализ и разработка систем управления технологическими процессами;
- разработка технологических инструкций, выбор, обоснование и расчеты режимов обработки;
- выбор и расчеты инструмента и технологической оснастки;
- выбор и расчеты транспортных средств;
- расчет площадей рабочих мест, внутрицеховых складов, вспомогательных отделений цеха;
- разработка плана цеха с расположением оборудования;
- определение профессионального состава основных рабочих;
- расчет пооперационных норм выработки и норм времени;
- расчет норм расхода сырья и материалов;
- расчет среднего коэффициента сортности продукции;
- расчет норм расхода вспомогательных материалов
- расчет потребного количества электроэнергии, пара, сжатого воздуха, топлива и воды на технологические нужды;

- установление критериев оценки качества технологических операций, полуфабрикатов и продукции;
- выбор и обоснование используемых методов и средств контроля размерных и качественных характеристик сырья и пиломатериалов на соответствующих стадиях технологического процесса, рис. 6.;
- разработка основ систем учета сырья и материалов;
- анализ основных видов брака и причин дефектов, разработка мер по их недопущению;
- анализ трудоемкости и себестоимости продукции;
- анализ безопасности труда и окружающей среды.

Проектирование лесопильного производства невозможно без понимания породных и размерно-качественных характеристик древостоев, произрастающих в экономически доступных условиях. В совокупности с параметрами пиловочного сырья, для обоснования условий работы лесопильного производства должен быть определен качественный выход пиломатериалов из круглых сортиментов, зависящий от геоклиматических условий роста деревьев. Для выполнения анализа лесосырьевой базы в экономически доступном регионе необходимо определить: динамику изменения объемов лесосырьевой базы; эффективность использования расчетной лесосеки; возможности транспортной инфраструктуры.

Выполнение анализа следует начинать с оценки количественных и качественных показателей лесного фонда в выбранном для проектирования регионе. Анализ следует выполнять на основании следующих факторов: породный состав, средний запас древесины на 1 га, средний возраст насаждений, средний диаметр пиловочника, текущий объем лесозаготовок, расчетный объем лесопользования и др. Следующим этапом необходимо определить структуру выпуска основных видов продукции из древесины в течение не менее 5 лет предшествующих проектированию, что позволит осуществить прогнозирование условий работы предприятия, а также выполнить обоснование видов и объемов продукции, намеченной к выпуску. Также на основании статистической информации студент должен определить качественные характеристики пиломатериалов в регионе проектирования, а также составить классификацию наиболее часто встречающихся пороков, снижающих ее качество. На основании результатов статистических исследований выполняется окончательное обоснование требований к сырью и продукции лесопильного производства исходя из определенных условий.

Следующим этапом студент разрабатывает структурную схему проектируемого лесопильного производства, рис. 5, и приводит ее описание.

На участке подготовки пиловочного сырья выполняются операции приемки, сортировки, штабелирования, хранения и окорки пиловочного

сырья. Кора, получаемая при выполнении окорки древесины, поступает в котельную для выработки тепловой и электроэнергии.

Круглые лесоматериалы, установленных размеров и формы, подаются в лесопильный цех, где перерабатываются на пиломатериалы. В процессе пиления образуются опилки и технологическая щепа, либо кусковые отходы древесины. Пиломатериалы сортируются по сечениям и поступают в пакетотформировочные устройства, где происходит укладка сушильных штабелей. Опилки транспортируются на участок изготовления топливных брикетов или гранул, либо в котельную для сжигания или на склад готовой продукции для продажи потребителям. Кусковые отходы перемещаются на участок хранения и подготовки отходов основного производства, где измельчаются для получения технологической или топливной щепы. Топливная щепа сжигается в собственной котельной или реализуется потребителям. Технологическая щепа перемещается на участок сортировки и далее на склад готовой продукции.



Рис. 5. Структура лесопильного производства

Пиломатериалы, уложенные в сушильные пакеты, размещаются на промежуточном складе для формирования партий запуска в сушильные камеры или туннели. После накопления партии пиломатериалов одного сечения в требуемом объеме они подвергаются гидротермической обработке, для получения требуемого уровня влажности, после чего складываются на промежуточном складе для кондиционирования.

Следующей операцией является сортировка пиломатериалов по внешним или качественным характеристикам, выбраковка пиломатериалов ненадлежащего качества, после чего пиломатериалы укладываются в плотные транспортные пакеты, маркируются, упаковываются и складываются на складе готовой продукции до их отгрузки потребителям.

Одним из наиболее сложных вопросов проектирования технологических процессов является решение задачи по обеспечению синхронизации работы оборудования (участков) производственного потока. Основное уравнение синхронизации процесса по участкам производственного процесса лесопильного предприятия может быть представлено в следующем виде /4/:

$$E_0 > Q^{ок-бс} < E_1 > Q^{лц} < E_2 > Q^{кс} < E_3 > Q^{лооп}$$

где $Q^{ок-бс}$ - производительность линии окорки и сортировки бревен; $Q^{лц}$ - производительность головного оборудования лесопильного цеха; $Q^{кс}$ - производительность сушильных камер; $Q^{лооп}$ - производительность линии окончательной обработки; E_0, E_1, E_2, E_3 - емкость оперативных запасов сырья и пиломатериалов.

Для обеспечения работы лесопильного предприятия на заданном уровне необходимо создание оперативных запасов сырья и материалов между производственными участками, которые позволяют сформировать партии запуска предметов труда на обработку в установленных объемах. Назначение и вид запасов сырья и материалов различны, в зависимости от вида выполняемых производственных и технологических операций. Склад сырья E_0 предназначен для размещения поступающего пиловочника на лесопильном предприятии. Его объем зависит от производственной мощности и должен позволять разместить сырье с учетом сезонности заготовки древесины. Промежуточный склад для создания оперативного запаса E_1 служит для накопления партии пиловочных бревен одного диаметра или находящихся в одной сортировочной группе, обеспечивающей работу лесопильного цеха на период работы необходимый для накопления пиломатериалов заданного сечения в объеме полной загрузки одной или нескольких сушильных камер. Его объем зависит от кривой сырья, производительности сортировочной линии и производственной мощности лесопиль-

ного цеха. Величина склада для размещения оперативного запаса E_2 должна позволять разместить на нем все пиломатериалы, вырабатываемые в лесопильном цехе, а также обеспечить их хранения до формирования партий запуска в объеме загрузки сушильных камер. Его объем зависит от количества сечений в спецификации пиломатериалов намеченных к выпуску, а также от производительности бревнопильного оборудования и сушильных камер. В зависимости от количества сечений пиломатериалов необходимо определение объема склада для формирования запаса пиломатериалов E_3 , позволяющего обеспечить возможность кондиционирования и хранения высушенных пиломатериалов перед их сортировкой по заданным характеристикам. Его объем зависит от способа сортировки и применяемого оборудования.

Уменьшение площади складов менее допустимых расчетных значений снизит производительность лесопильного предприятия, поскольку при этом будет невозможно обеспечение поточности производства, т.к. на каждом производственном участке происходит обработка различных по диаметрам и сечению пиломатериалов, для обработки которых необходима соответствующая настройка технологического оборудования.

Определившись с требованиями, предъявляемыми к сырью и продукции, а также разработав принципиальную структуру лесопильного производства студент приступает непосредственно к выполнению предпроектных и проектных работ.

Проектирование лесопильного производства не может быть осуществлено без знания студентом отличительных признаков и особенностей бревнопильных потоков, классификация которых приведена на рис. 6, 7. На основании имеющихся сведений об объемах производства и состоянии ресурсной базы лесопиления в выбранном к проектированию регионе определяется тип бревнопильного потока, наиболее полно отвечающий условиям проектирования. Для повышения качества продукции на предприятии должны быть разработаны мероприятия по контролю качества сырья и продукции, рис. 8.

Главным оборудованием лесопильных цехов являются однооперационные или агрегатные бревнопильные станки различной комплектации.

Для обоснования выбора головного оборудования используют уже известные студенту методы принятия проектных решений (рис. 4) и принципы выбора оборудования /2/.

При организации конкурса среди станкостроительных фирм на поставку оборудования (тендера) на проектируемое предприятие можно руководствоваться рядом критериев, табл. 1.

Особое внимание студент должен уделить изучению методики расположения оборудования (логистики перемещения материала по производ-

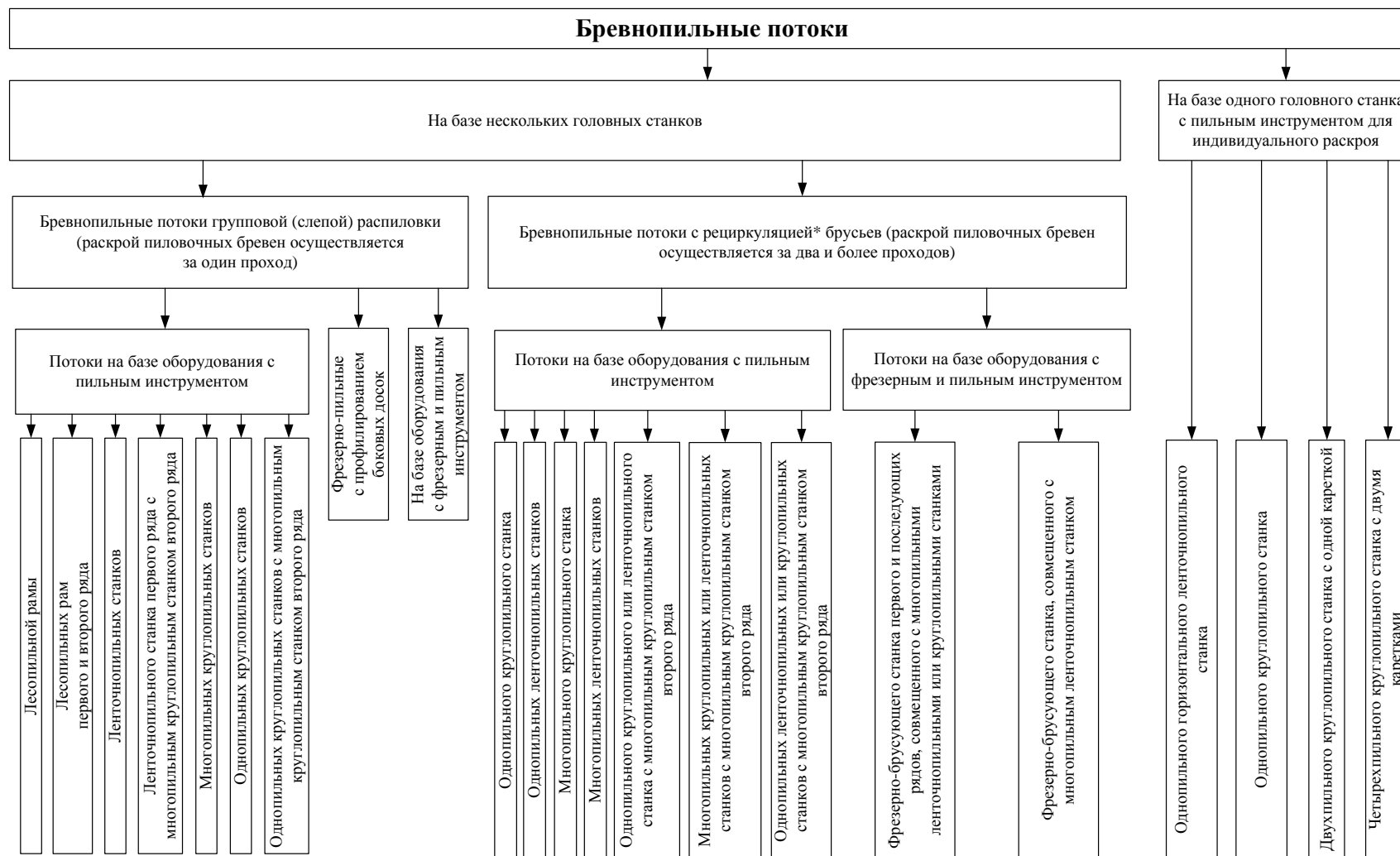
ственному потоку) в цехах (на участках) лесопильного производства. Исходными данными для разработки плана цеха с расположением оборудования по принятой технологии (по структурной схеме последовательности выполнения технологических операций - см. прил. 4) являются: принятые базовые размеры цеха; габариты и количество оборудования; размеры внутренних складов (оперативного и страхового запасов); вид транспортного оборудования и способы транспортирования предметов производства.

Студент должен знать, что к расположению оборудования в цехе относительно друг друга и элементам зданий предъявляют определенные требования, основное из которых - необходимость расположения оборудования в соответствии с ходом технологического процесса, обеспечивая синхронизацию работы оборудования с кратчайшими путями движения материала в процессе обработки без возвратных, перекрестных и петлеобразных движений. Примеры планов цехов с расположением лесопильного оборудования приведены в прил. 5.

Таблица 1

Критерии оценки выбора оборудования исходя из опыта производственной деятельности

Критерии оценки	Весомость оценки
Соответствие предлагаемой технологии и характеристикам доминирующего сырья	Очень важно
Расход сырья (выход продукции)	Очень важно
Расход электроэнергии	Важно
Расход тепла	Важно
Трудозатраты (потребность в персонале)	Важно
Время, требуемое для перехода на альтернативную спецификацию пиломатериала	Очень важно
Защита от технологических сбоев	Очень важно
Возможность производить специфицированный товар на тех же мощностях, что и стандартную продукцию	Очень важно
Эксплуатационные расходы на производство единицы стандартной продукции	Очень важно
Затраты на содержание и ремонт оборудования	Важно
Удельные капитальные вложения на условную единицу продукции	Очень важно
Льготные условия платежей по контракту	Очень важно
Организация обучения и переподготовки персонала на территории РФ	Очень важно
Возможность сертификации производства и продукции	Очень важно
Возможность увеличения мощности предприятия без реконструкции	Важно



* Рециркуляция – пиловочное бревно (брус) возвращается на исходную или предыдущую позицию.

Рис.6. Классификация бревнопильных потоков по видам оборудования

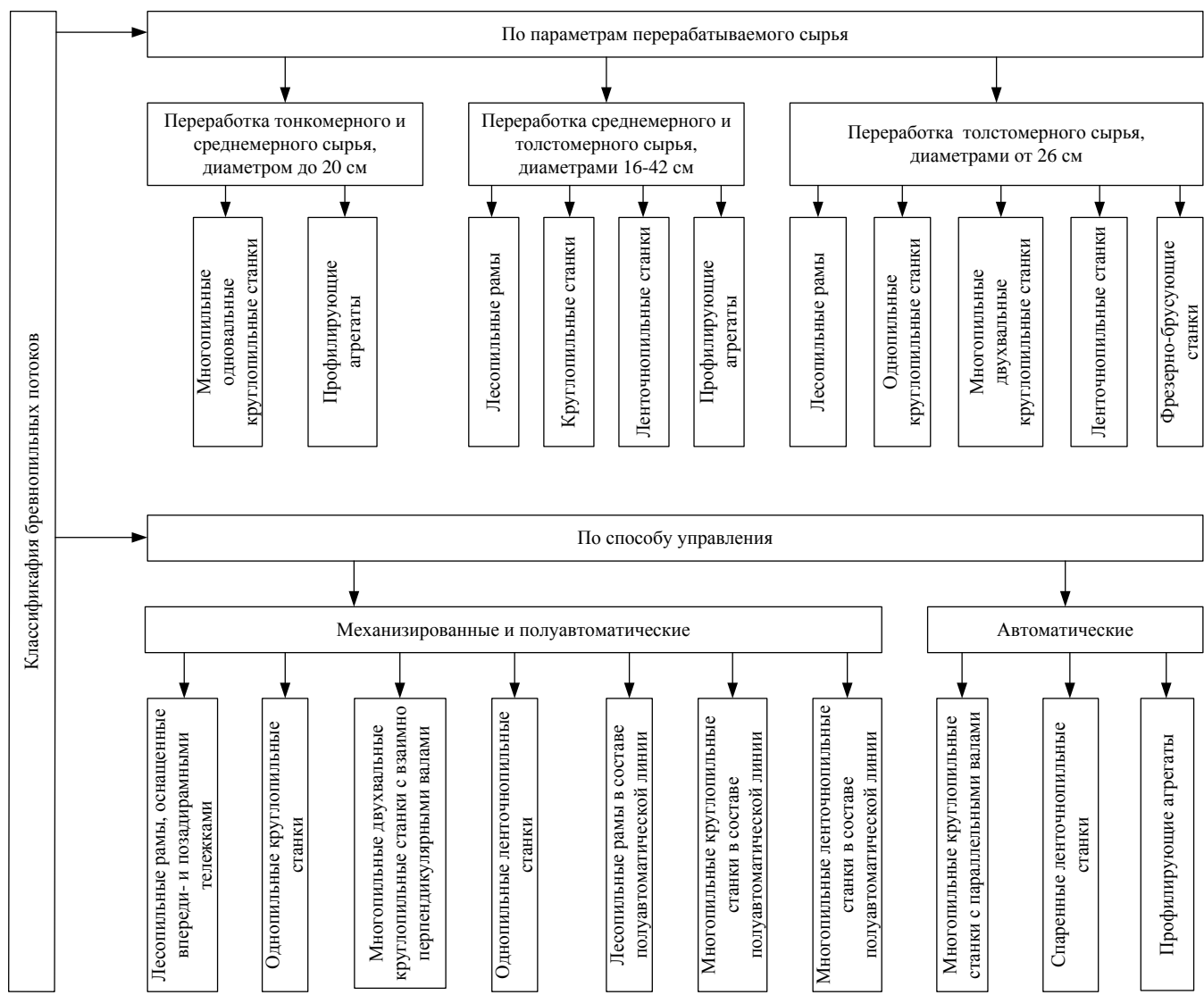


Рис. 7. Классификация бревнопильных потоков по параметрам перерабатываемого сырья и способам управления

Разработав все вышеприведенные этапы студент приступает к составлению ситуационного плана лесопильного предприятия, на котором указываются все здания и сооружения, а также приводится схема расположения проездов.

Ситуационный план составляется с учетом общепринятой структуры лесопильных предприятия, приведенной на рис. 5. Пример ситуационного плана лесопильного предприятия приведен в прил. 6.

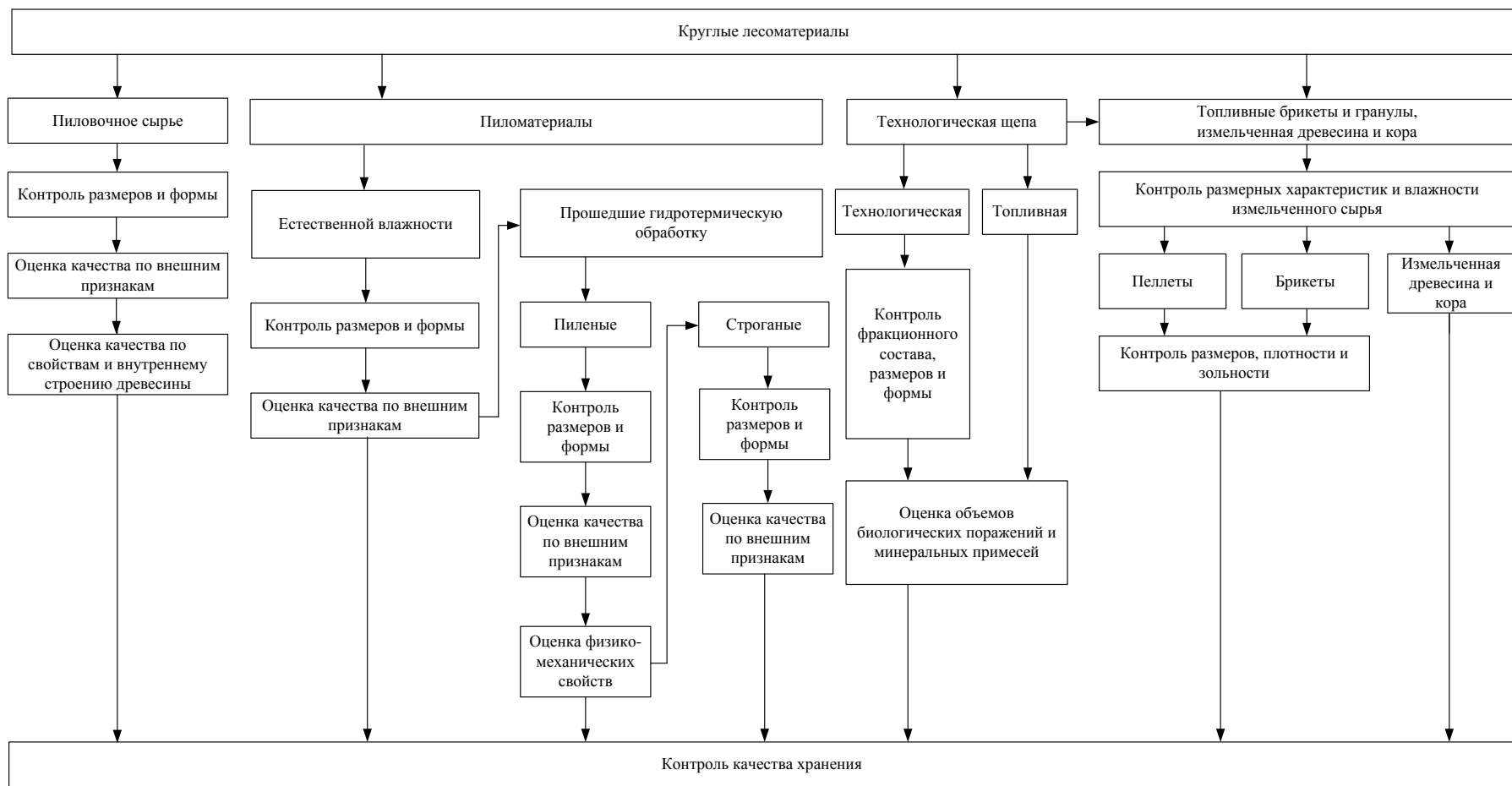


Рис. 8. Контроль качества сырья и продукции лесопильного производства

Состав разделов проектной документации

Проектная документация состоит из текстовой и графической части. Текстовая часть содержит сведения в отношении объекта капитального строительства, описание принятых технических и иных решений, пояснения, ссылки на нормативные и (или) технически документы, обосновывающие принятые решения. Графическая часть отображает принятые технические и иные решения и выполняется в виде чертежей, схем, планов и других документов в графической форме.

Текстовая часть:

1. Пояснительная записка, содержащая общие сведения о будущем объекте капитального строительства, его проектной мощности и земельном участке.
2. Схема планировочной организации земельного участка.
3. Архитектурные решения.
4. Конструктивные и объемно-планировочные решения.
5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений.
6. Проект организации строительства.
7. Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства (при необходимости).
8. Перечень мероприятий по охране окружающей среды.
9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.
10. Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов.
11. Смета на строительство объектов капитального строительства.
12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами.

**Состав технического задания на разработку проекта модернизации
технологического процесса лесопильного предприятия
(один из возможных вариантов)**

1. **Введение**
2. **Описание предприятия.** Существующая структура предприятия. Наличие транспортной инфраструктуры. Площадь предприятия. Удаленность от населенных пунктов (доставка работников, реализация излишков тепла, кооперация в электроснабжении, водоснабжении и т.д.). Характеристика примыкающих территорий. Характеристика зданий и сооружений.
3. **Продукция.** Годовой объем производства (плановый и фактический). Годовой объем реализации (плановый и фактический). Характеристика производимой продукции. Параметры склада готовой продукции. Существующие требования к упаковке. Мощности по отгрузке готовой продукции. Характеристика транспортных средств, которыми вывозится готовая продукция.
4. **Технология производства по видам продукции.** Описание технологического процесса. Логистика, движение продукции по производственному процессу – от сырья до готовой продукции.
5. **Характеристика основного оборудования.** Проектная, расчетная и фактическая мощность оборудования. Определение узких мест. Соответствие имеющегося оборудования технологии производства.
6. **Характеристика вспомогательного оборудования** Оборудование для подготовки режущего инструмента. Техника для ремонта основного оборудования. Транспортное оборудование.
7. **Инженерное обеспечение.** Обеспечение электроэнергией. Обеспечение теплом. Водоснабжение. Канализация и стоки. Очистные сооружения, в том числе вода и воздух.
8. **Обеспечение сырьем.** Характеристика сырья. Объем поставки сырья. График поставки. Объем поставки сырья по видам транспорта. Мощности по выгрузке сырья. Запасы сырья. Характеристика склада хранения сырья. Организация закупки сырья.
9. **Отходы производства, их использование и утилизация.** Объем отходов. Характеристика отходов. Направления использования отходов. Способ утилизации отходов.
10. **Анализ побочных производств.** Производства по переработке отходов. Транспортные услуги на сторону. Оказание услуг по подготовке инструмента

11. **Организация производства** Нормативная документация. Нормы запасов, нормы расхода. Плановая документация. Технологический регламент.
12. **Численность, квалификации работников, производительность труда.** Социальные обязательства предприятия. Организация производства, количество смен, продолжительность рабочей смены.
13. **Выводы и предложения.** В каждом разделе делаются общие выводы касательно рассматриваемых позиций, а в этом разделе даются выводы и предложения для дальнейшего продвижения проекта.

Ведущие станкостроительные фирмы лесопильного оборудования различного назначения

Наименование фирм	Вид выпускаемого лесопильного оборудования
Springer (Австрия) www.springer.eu	<ul style="list-style-type: none"> - линии разделки хлыстов и сортировки бревен; - оборудование для комплектных лесопильных потоков (круглопильные станки и рубительные машины) - линии сортировки сырых и сухих пиломатериалов
Stenner (Англия)	<ul style="list-style-type: none"> - линии сортировки бревен, окорочные станки; - фрезерно-брусующие линии на базе круглопильных и сдвоенных или счетверённых ленточнопильных агрегатах
Brodbaek (Дания) www.brodbaek.dk	<ul style="list-style-type: none"> - линии сортировки бревен; - лесопильные линии и обрезные станки-автоматы; - линии сортировки сырых и сухих пиломатериалов. - технологические линии изготовления европоддонов;
EstererWD (Германия) http://www.ewd.ru/	<ul style="list-style-type: none"> - фрезерно-брусующие линии на базе круглопильных и сдвоенных или счетверённых ленточнопильных агрегатах
Linck (Германия) www.linck.com	<ul style="list-style-type: none"> - фрезерно-брусующие линии на базе круглопильных агрегатов
Адольф Мюллер (Германия)	<p>Лесопильные линии на базе лесопильных рам (просвет пильной рамки 800-750-710мм).</p>
PAUL Maschinenfabrik GmbH & Co. KG (Германия) www.paul.eu	<ul style="list-style-type: none"> - торцовочные установки для раскроя досок и брусьев толщиной до 350 мм; - обрезные станки для обработки досок-брусьев-заготовок толщиной до 180 мм; - автоматизированные обрезные станки с оптимизированной системой модели АВ 920.
Canali (Германия)	<p>Ленточнопильные (горизонтальные и вертикальные) станки для распиловки толстомера диаметром до 2000мм. (табл.2)</p>

<p>A.COSTA RIGHI (Италия) http://www.a.costarighi.com</p>	<p>- модульные фрезерно – брусующие агрегаты на базе круглопильных станков предназначенные для переработки брёвен диаметром 8-25см и 14-40см на пиломатериалы и технологическую щепу в любых условиях автономного производства, включая леспромхозы</p>
<p>Veisto Group (Финляндия) www.hewsaw.com</p>	<p>- фрезерно-пильные агрегаты (модели «R115/200») на базе круглопильных узлов резания для переработки брёвен диаметром 8-28см на пиломатериалы и технологическую щепу в любых условиях автономного производства, включая леспромхозы; - фрезерно-пильные агрегаты (модели «HewSaw R250\260») на базе круглопильных узлов резания для переработки брёвен диаметром 10-30см на пиломатериалы и технологическую щепу.</p>
<p>Heinola Sawmill Machinery Inc www.heinolasm.fi</p>	<p>- фрезерно-брусующие линии на базе круглопильных и сдвоенных или счетверённых ленточнопильных агрегатах для переработки брёвен диаметром 10-50см на пиломатериалы и технологическую щепу. - автоматизированные обрезные станки с оптимизированной системой модели ASY400; - рубительные машины; - торцовочно-сортировочные установки для сырых и сухих пиломатериалов.</p>
<p>VK Valon Kone (концерн SAWTEC) (Финляндия) www.valonkone.com</p>	<p>- окорочные станки (30 моделей) диаметр окорки от 60 до 640 мм.</p>
<p>Новозыбковский «Станкостроительный завод», http://www.wiki-prom.ru/1413zavod.html Вологодский завод деревообрабатывающих станков «Северный коммунар» (Россия) www.skommunar.ru</p>	<p>- ленточнопильные станки; - бревнопильные круглопильные станки ЦДТ6-4; Ц12Д-1; СБ8м; - фрезернопильные линии на базе круглопильных узлов резания ЛАПБ; ЛФП-1; ЛФП-3; ФБС-750; - линии сортировки бревен; - окорочные станки ОК-63; ОК-80-1; ОК-100; - линии сортировки и пакетирования сырых и сухих пиломатериалов.</p>

Soderhamn Eriksson (концерн SAWTEC) (Швеция) www.se-saws.ru	- окорочные станки «Cambio 66»; - фрезерно-брусующие линии и агрегаты на базе круглопильных и сдвоенных или счетверённых ленточнопильных агрегатах; - автоматизированные обрезные станки с оптимизированной системой
Bruks (концерн SAWTEC) (Швеция) www.bruks.com	- рубительные машины для производства технологической щепы; - комплектные транспортные системы (транспортёры, конвейеры, элеваторы и др.); - сортировочные установки для технологической щепы; - оцилиндровочные станки.
Концерн Kallion Konepaja Oy www.karasaw.ru	- круглопильные, кромкообрезные, торцовочные станки; - станки для обработки тонкомерных бревен; - - комплексные лесопильные линии.
Jartek Group (Финляндия) www.jartek.fi	- линии сортировки, пакетоформирующие машины, оборудование глубокой обработки пиломатериалов; - сушильные комплексы и камеры термообработки древесины.

Таблица П.2

**Ведущие фирмы производители оборудования для подготовки
дереворезающего инструмента**

Наименование фирмы	Вид выпускаемого оборудования
Leitz GmbH & Co. KG (Германия) www.leitz.org	Инструменты и инструментальные системы для обработки древесины и пластмасс, ремонт и заточка дереворезающего инструмента
Vollmer (Германия) www.vollmer.ru	Оборудование для формирования, заточки и вальцевания круглых, ленточных пил
Iseli (Швейцария) www.iseli.com	Оборудование для формирования, заточки и вальцевания круглых, ленточных пил
Ideal	Оборудование для формирования, заточки и вальцевания круглых, ленточных пил
ООО «Фанвик» www.fanwick.ru	Доставка, производство, ремонт всех видов ленточных, дисковых и рамных пил, ножей, фрез и другого режущего инструмента

Ведущие фирмы производители транспортного и погрузочно-разгрузочного оборудования

Vovlo (Швеция) www.volvocontract.com	Челюстные автопогрузчики грузоподъемностью 5-20 т.
Cargotec Kalmar (Финляндия) www.kalmarind.ru	Челюстные автопогрузчики грузоподъемностью 7-25 т.
Liebherr-International AG (Швейцария) www.liebherr.com	Челюстные автопогрузчики грузоподъемностью 5-20 т.
АО Hekotek (Эстония) www.hekotek.ee	Различные конвейерные решения для транспортировки бревен к окорочным, бревнопильным станкам, к рубительной машине, а также для фанерного производства
ЗАО «Петербургский тракторный завод» http://www.kirovets-ptz.com/	Трактора, фронтальные погрузчики

Структурные схемы технологических процессов лесопиления

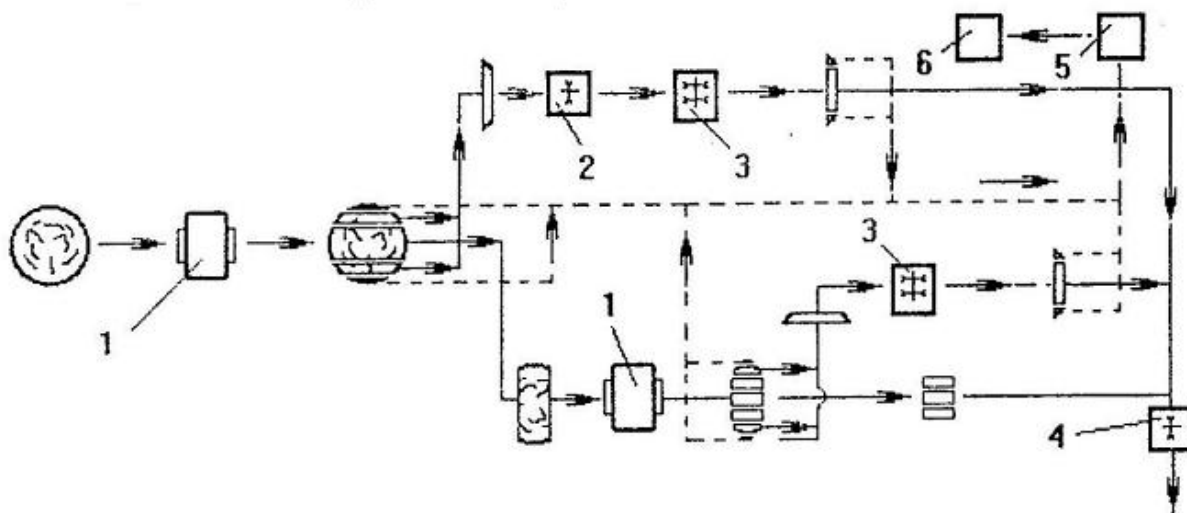


Рис. П.1. Структурная схема рамного потока по производству обрезных пиломатериалов

1 – двухэтажные лесопильные рамы 1-го и 2-го ряда; 2 – торцовочный станок; 3 – обрезной станок; 4 – торцовочное устройство проходного типа; 5 – рубительная машина; 6 – устройство для сортировки щепы.

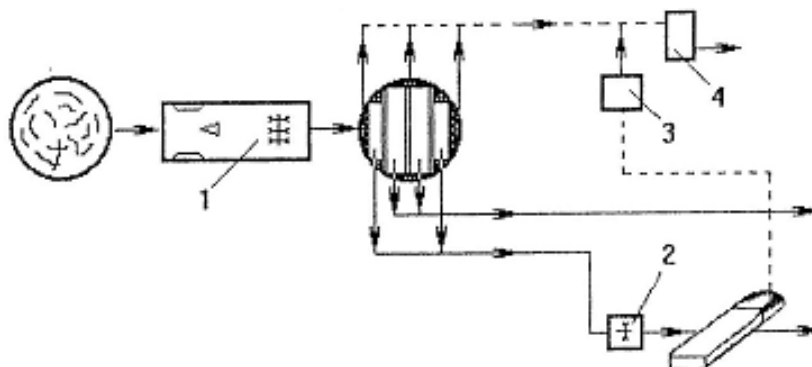


Рис. П.2. Структурная схема потока на базе фрезернопильного агрегата
1 – фрезернопильный агрегат; 2 – торцовочный станок; 3 – рубительная машина; 4 – установка для сортировки щепы.

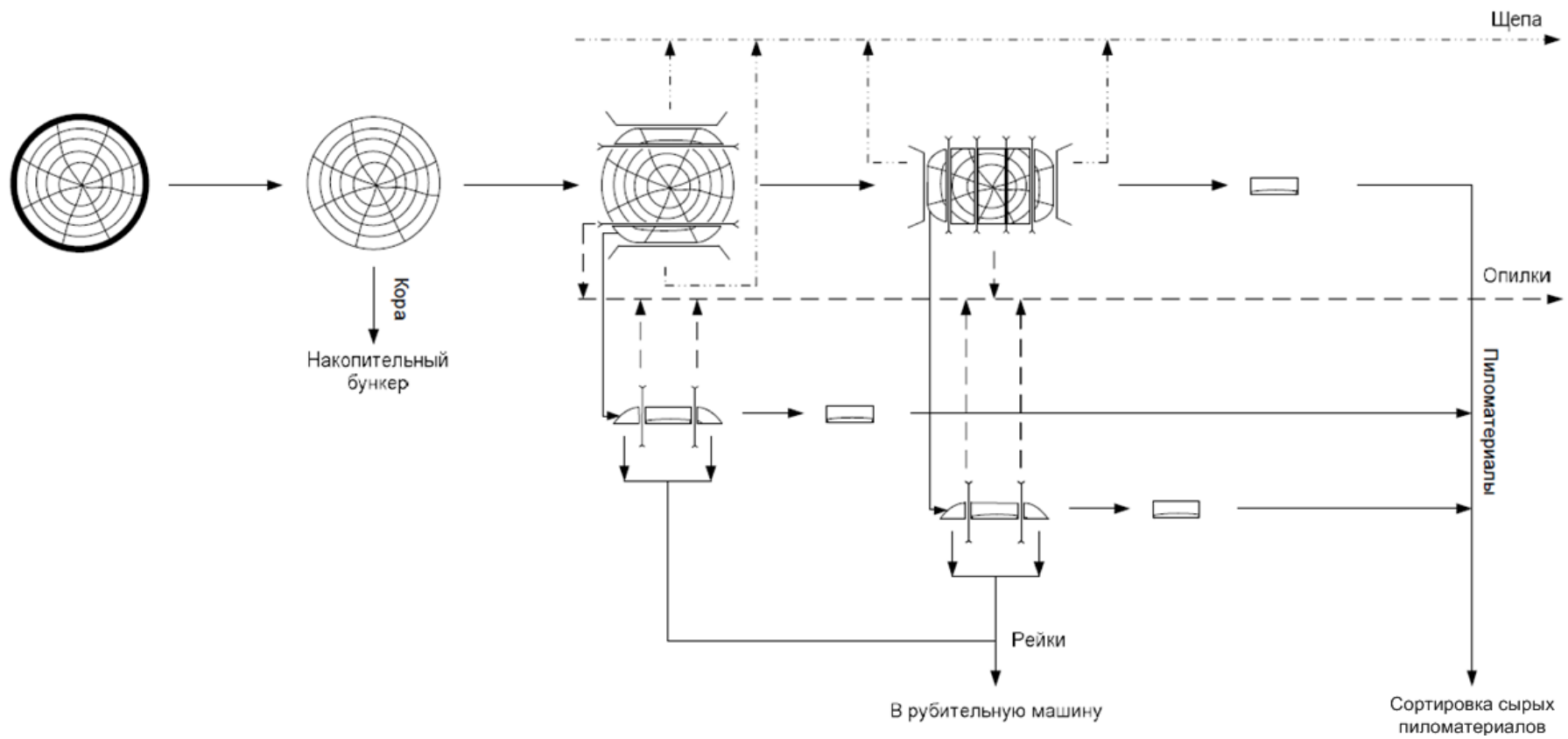


Рис. П.3. Пример структурной схемы лесопильного цеха с головным фрезерно-пильным оборудованием

Планы цехов с расположением лесопильного оборудования

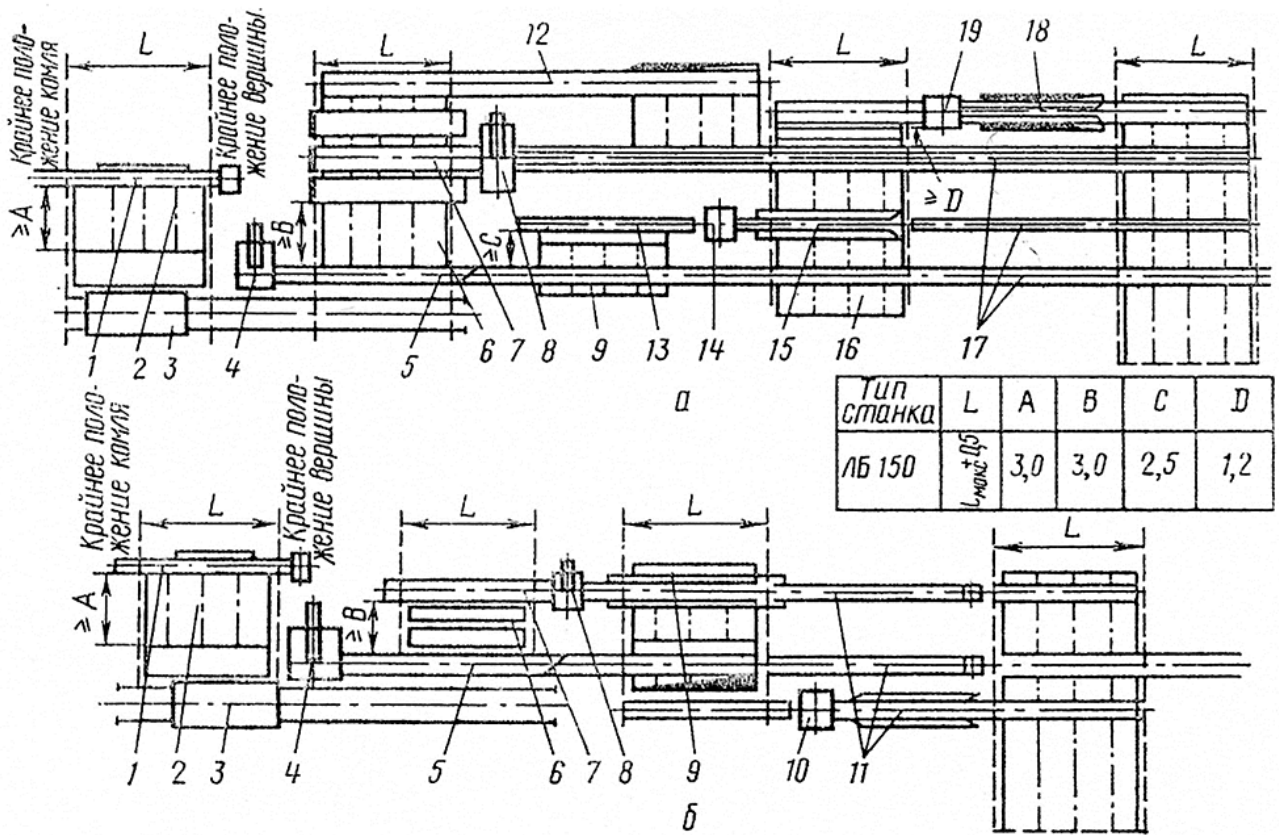


Рис. П.4. Варианты схем потока на базе однопильных ленточнопильных станков

а – 1-й вариант; б – 2-й вариант; 1 – продольный цепной конвейер, 2 – накопитель бревен, 3 – подающая тележка, 4, 8 – ленточнопильные станки, 5, 11, 12, 17, 18 – продольные конвейеры, 6, 9, 16 – поперечные конвейеры, 7 – брусоперекладчик, 10, 19 – обрезающие станки, 13 – автоманипулятор, 14 – делительный станок, 15 – распределительный конвейер.

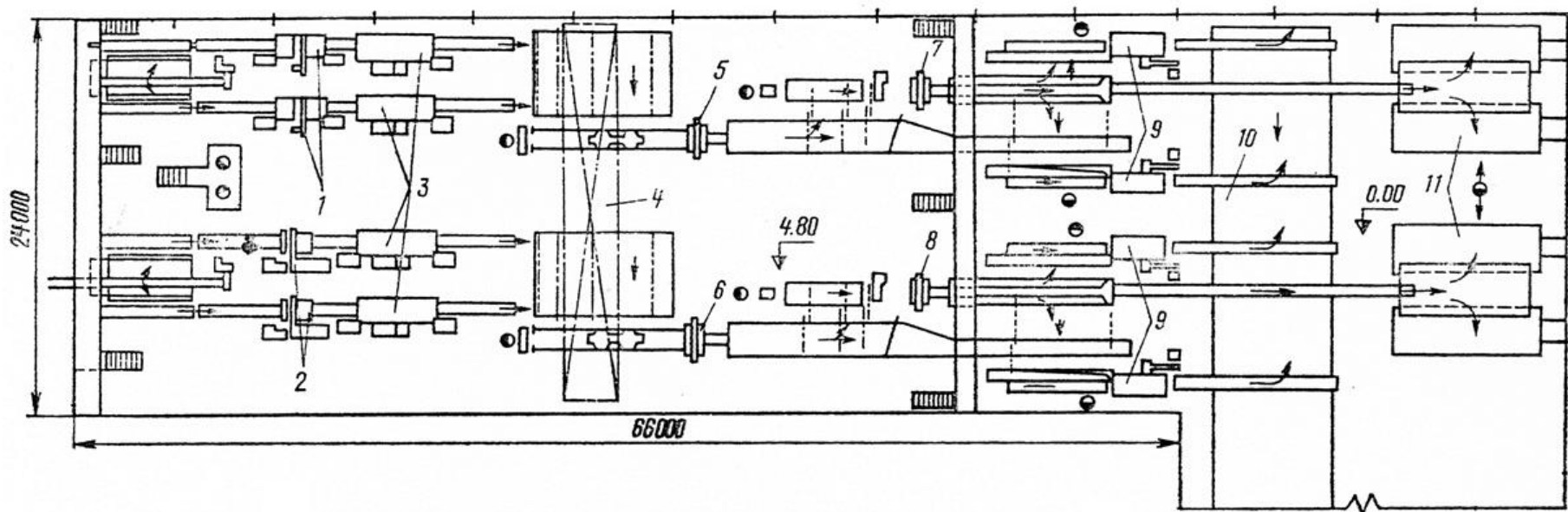


Рис. П.5. Схема двухпоточного лесопильного цеха (план 2-го этажа)

1, 2 – станки окорочные с околостаночной механизацией, 3 – оцилиндровочные станки, 4 – мостовой кран, 5, 6 – лесопильные рамы 1-го ряда с околорамной механизацией, 7, 8 – лесопильные рамы 2-го ряда с околорамной механизацией, 9 – фрезерно-обрезные станки с околостаночной механизацией, 10 – линия сортировки сырых пиломатериалов по сечениям, 11 – укладчики центральных досок

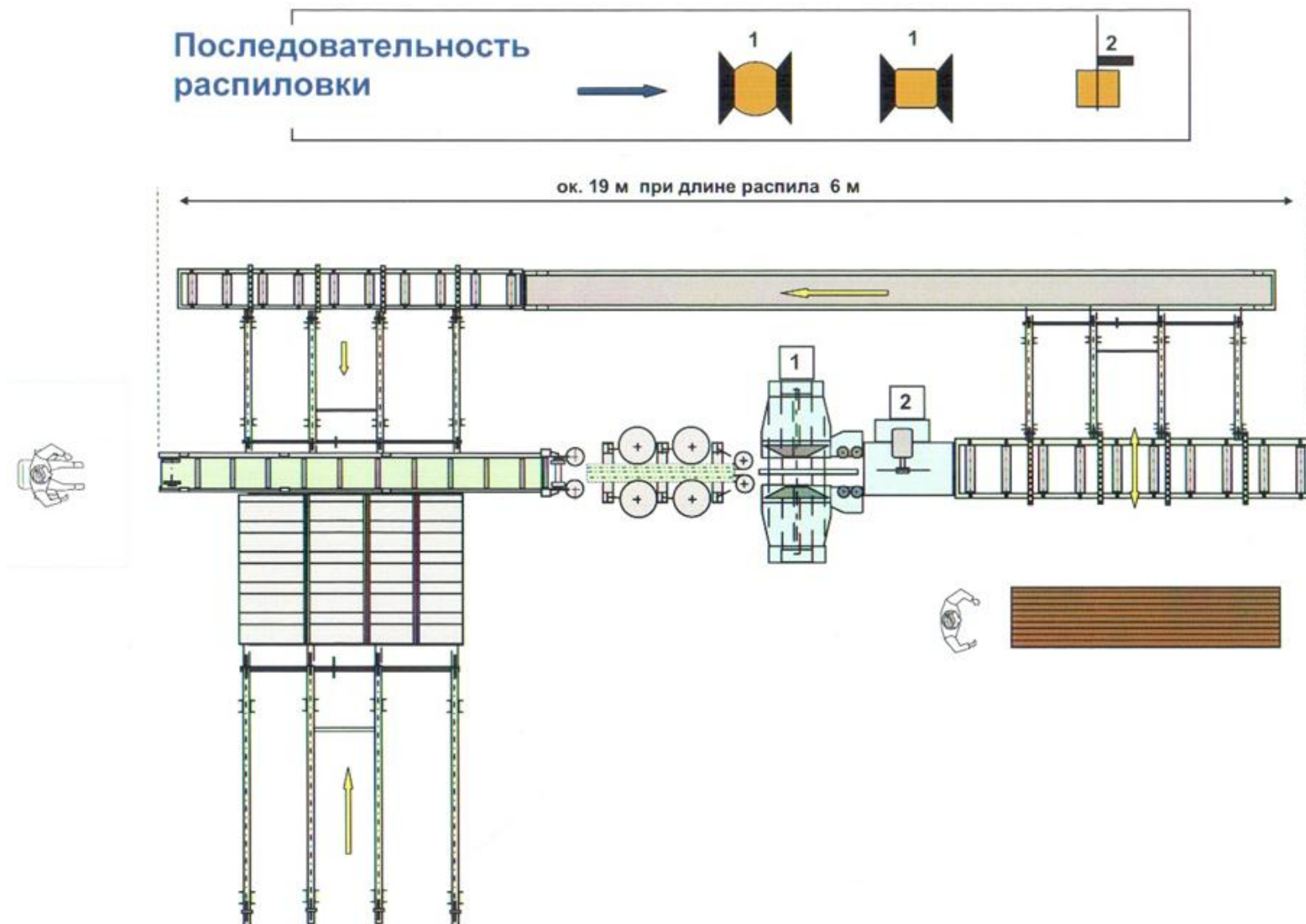


Рис. П.6. Фрезерно-брусующая установка с круговой подачей сортиментов и делительной пилой, производительностью 30-65 тыс. м³ бревен в год /9/

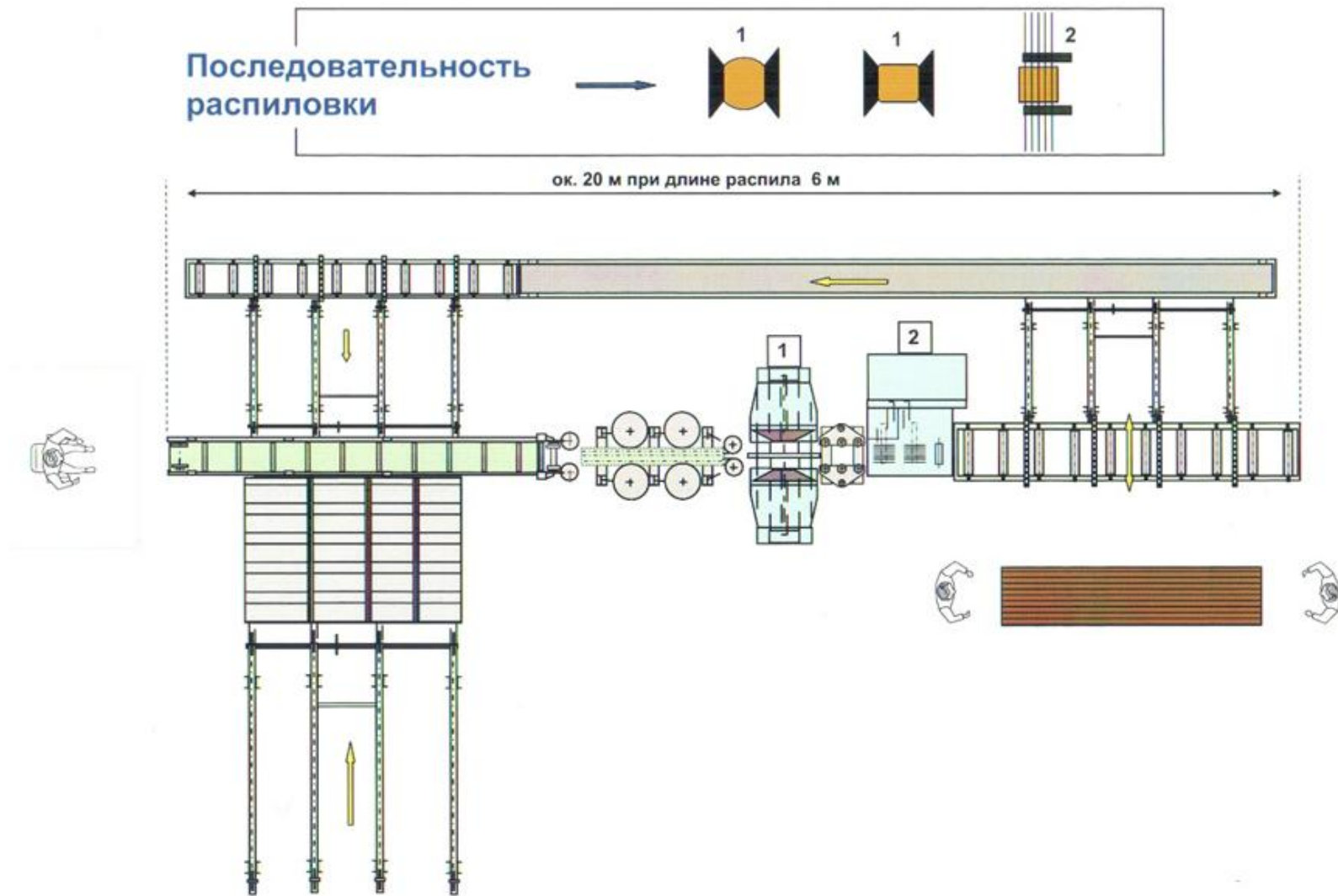


Рис. П.7. Фрезерно-брусующая установка с круговой подачей сортиментов с двухшпindelным круглопильным станком, производительностью 30-80 тыс. м³ бревен в год /9/

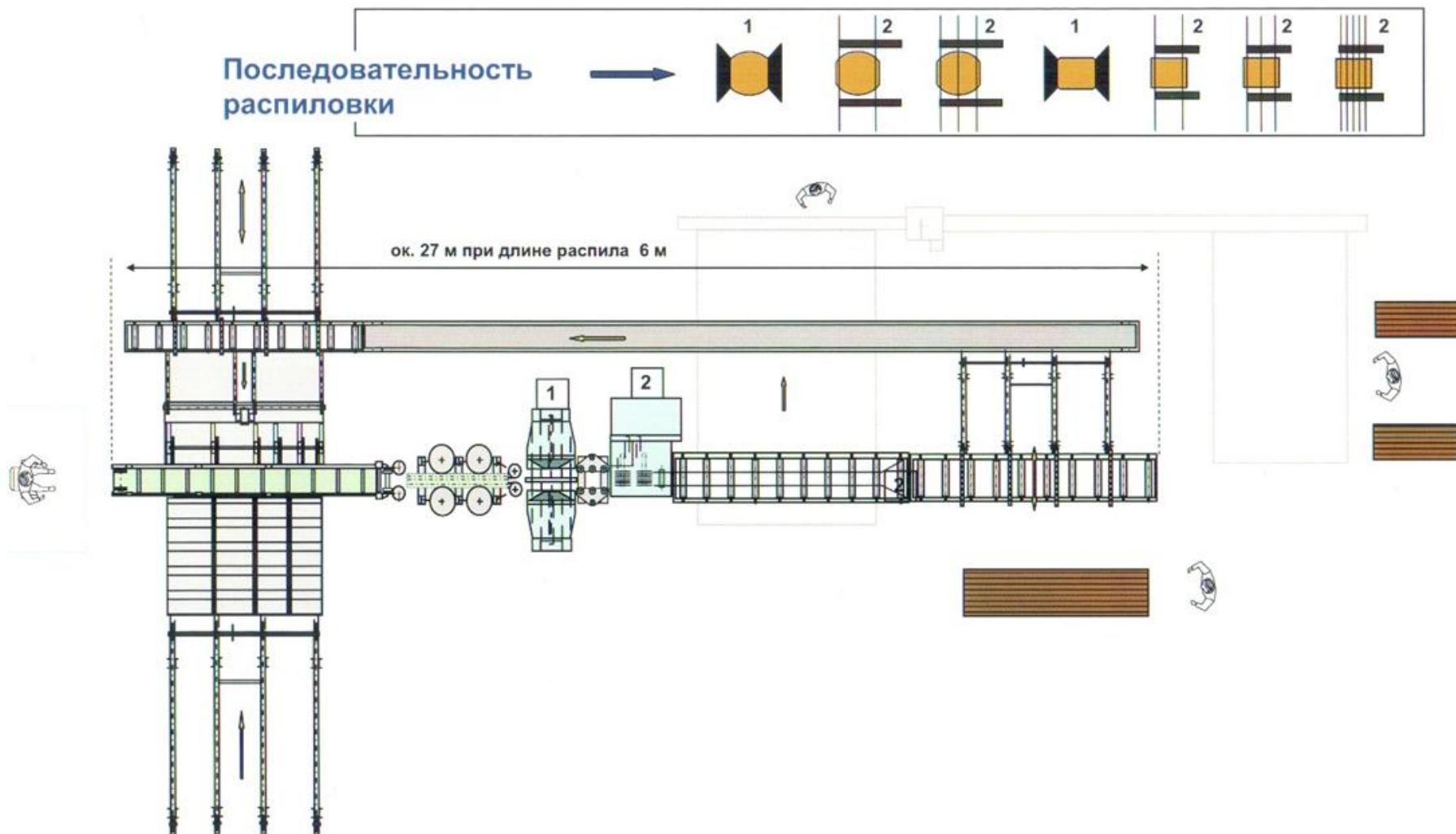


Рис. П.8. Фрезерно-брусующая установка с круговой подачей сортиментов с двухшпindelным круглопильным станком, производительностью 30-80 тыс. м³ бревен в год /9/

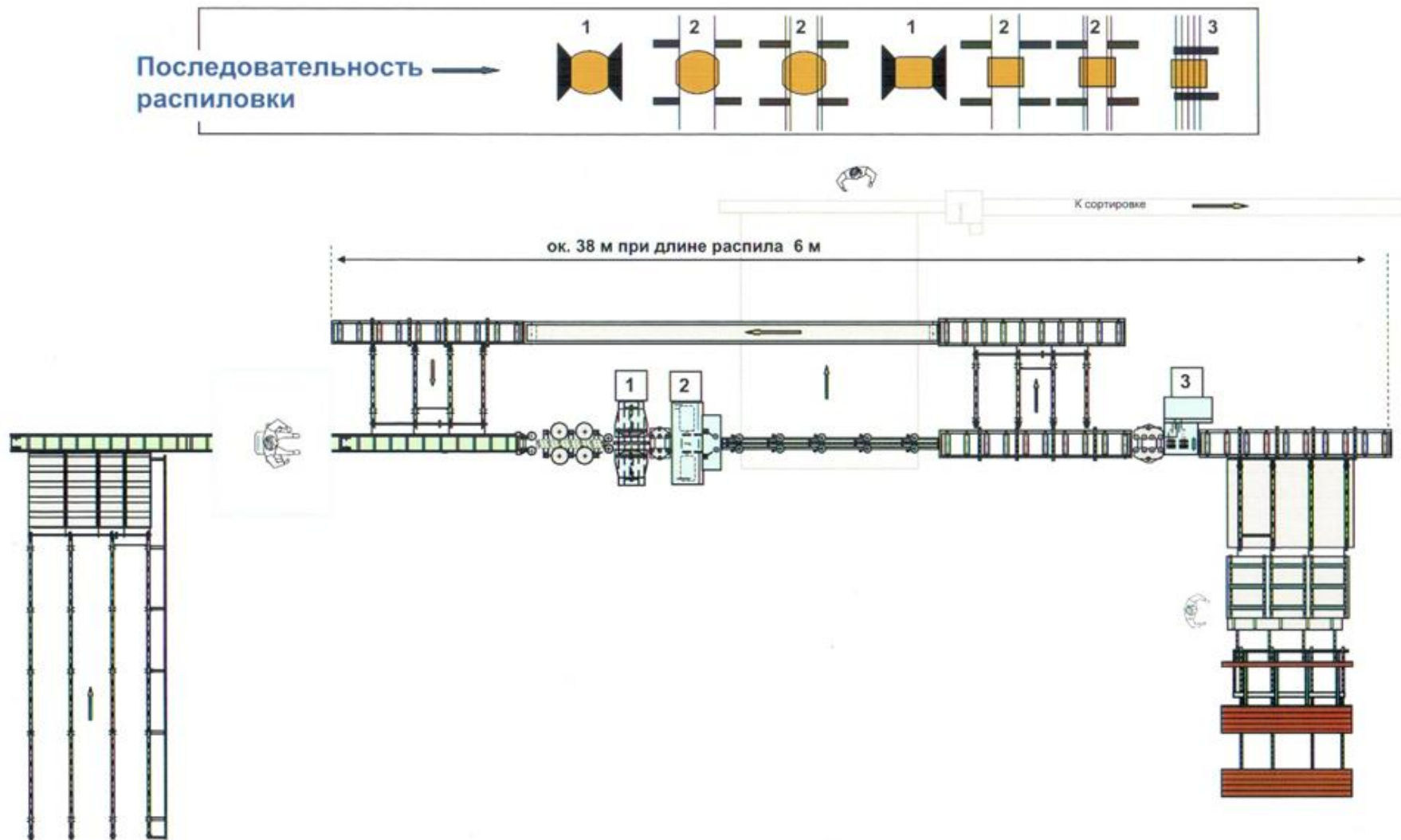


Рис. П.9. Фрезерно-брусующая установка с круговой подачей сортиментов с двухшпиндельным многопильным делительным круглопильным станком для раскря бруса, производительностью 35-110 тыс. м³ бревен в год /9/

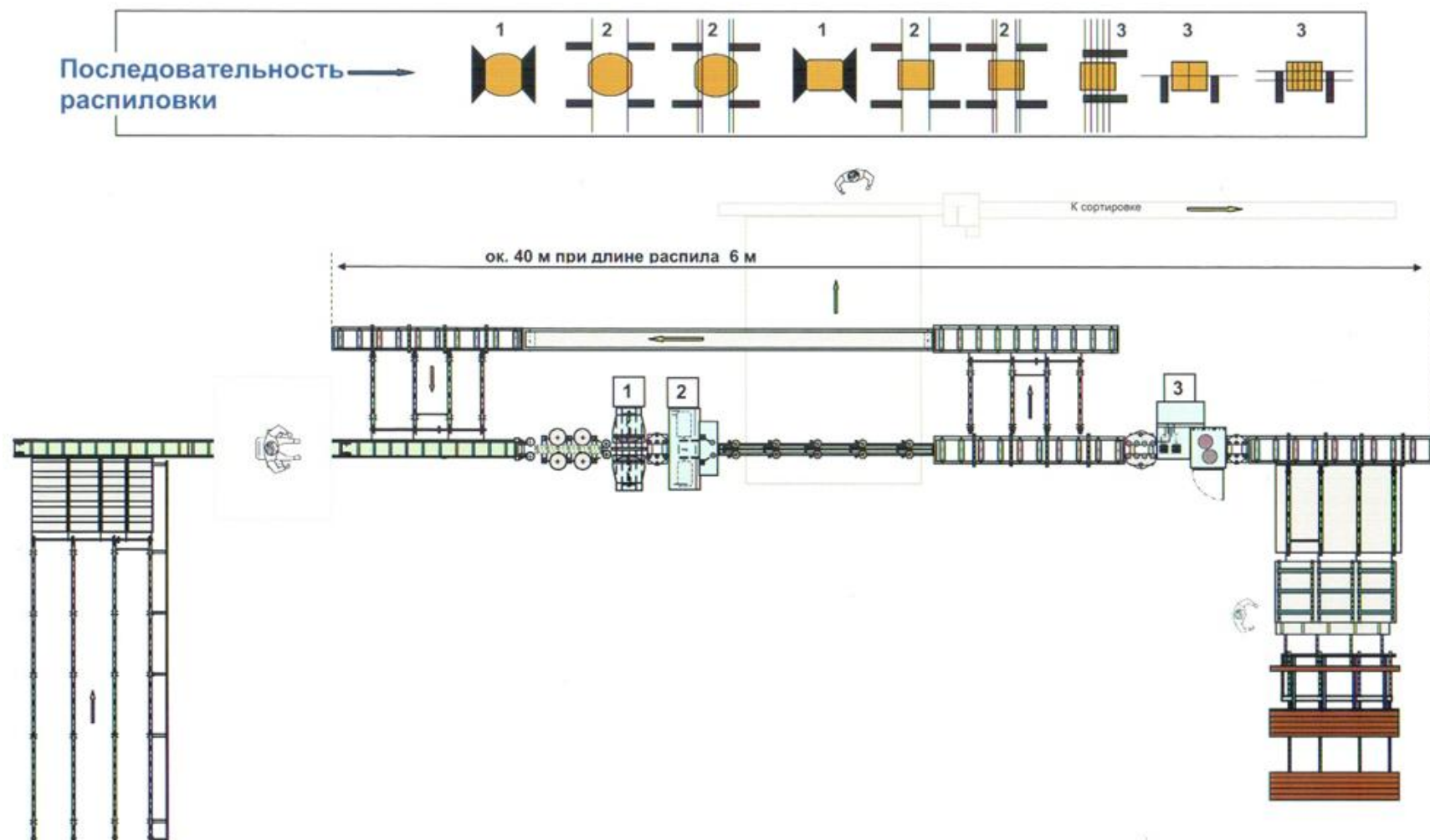


Рис. П.10. Фрезерно-брусующая установка с круговой подачей сортиментов с двухшпиндельным многопильным делительным круглопильным станком для раскряга бруса, производительностью 35-110 тыс. М³ бревен в год /9/

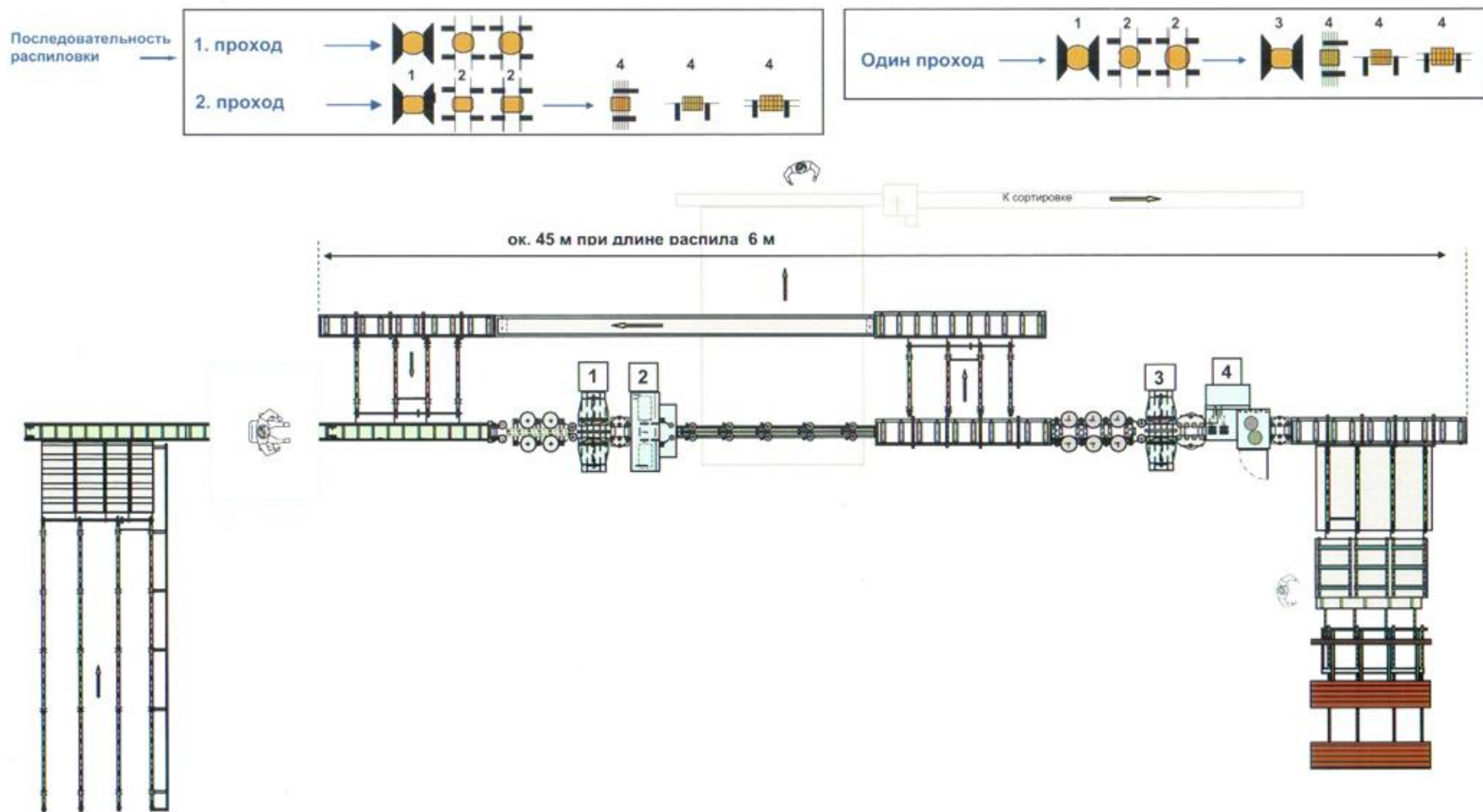


Рис. П.11. Фрезерно-брусующая установка с круговой подачей сортиментов с двухшпиндельным многопильным делительным круглопильным станком для раскря бруса, производительностью 35-270 тыс. М³ бревен в год /9/

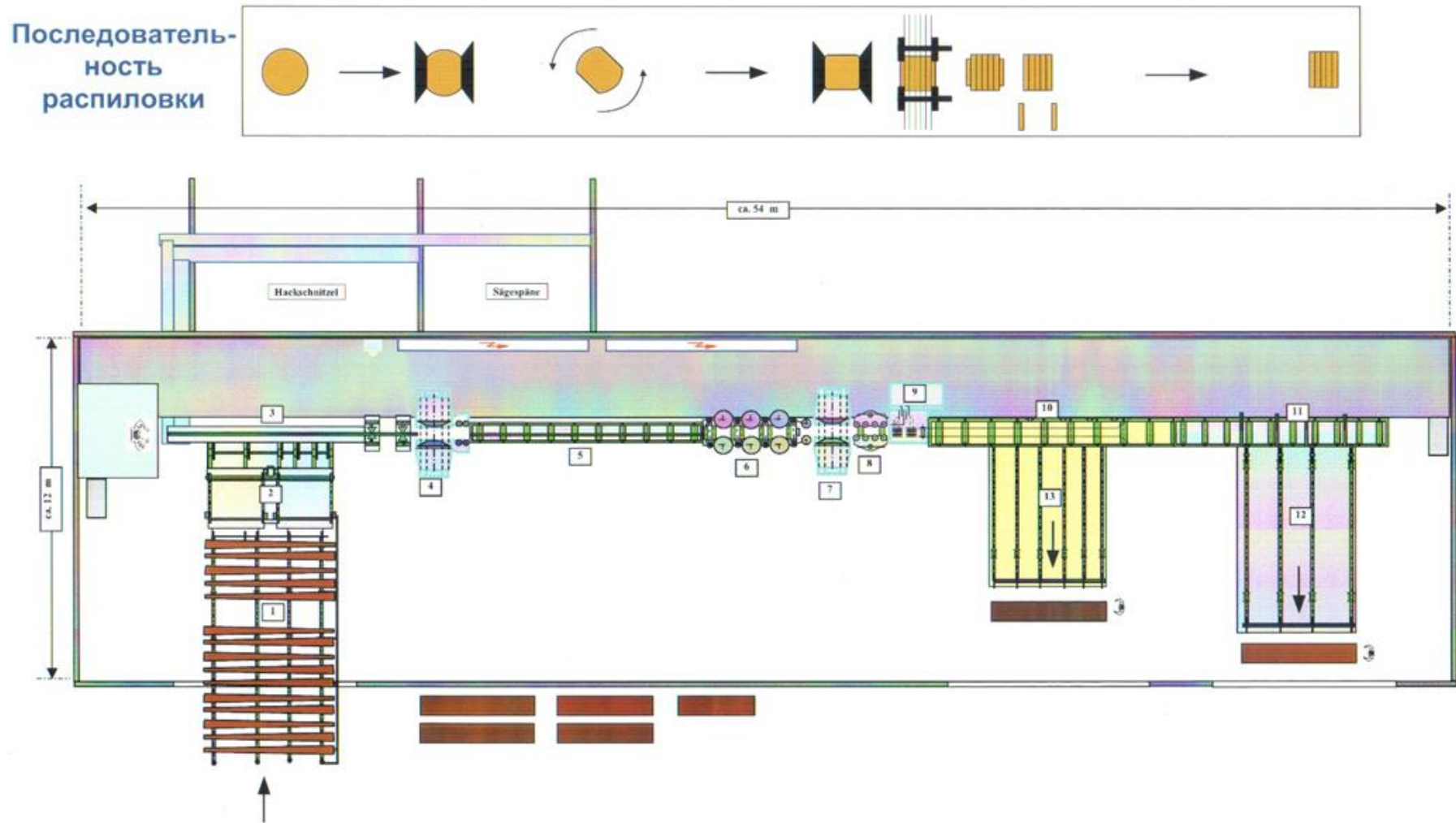


Рис. П.12. Фрезерно-брусующая круглопильная установка, производительностью 75-200 тыс. м³ бревен в год /9/

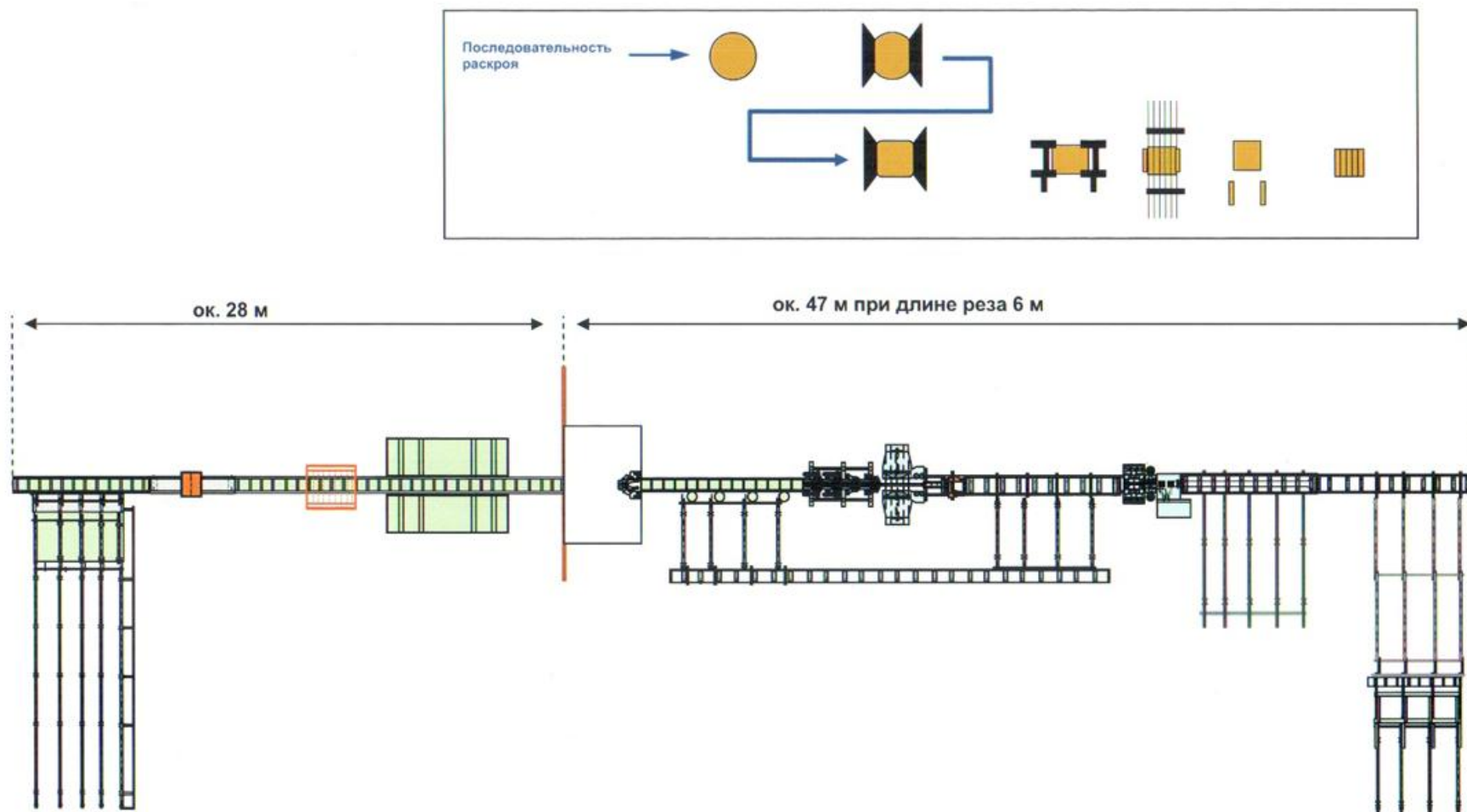


Рис. П.13. Фрезерно-брусующая круглопильная установка, производительностью 35-110 тыс. м³ бревен в год /9/

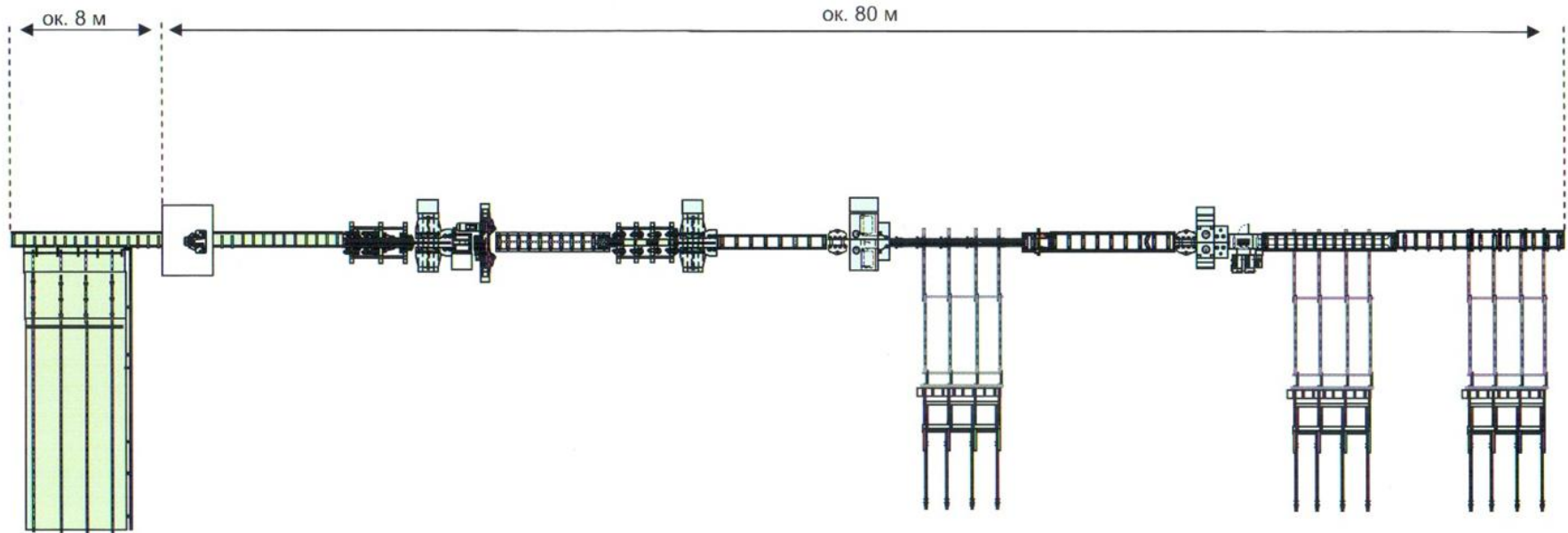
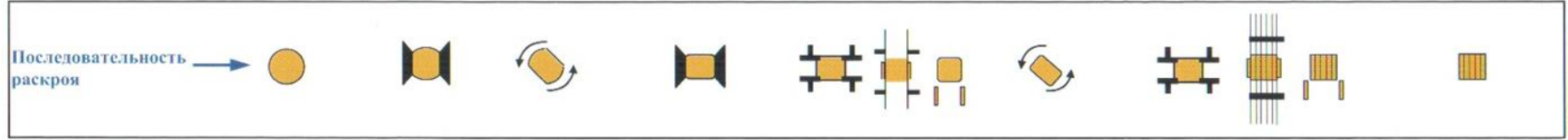


Рис. П.14. Фрезерно-брусующая круглопильная установка, производительностью 75-270 тыс. м³ бревен в год /9/

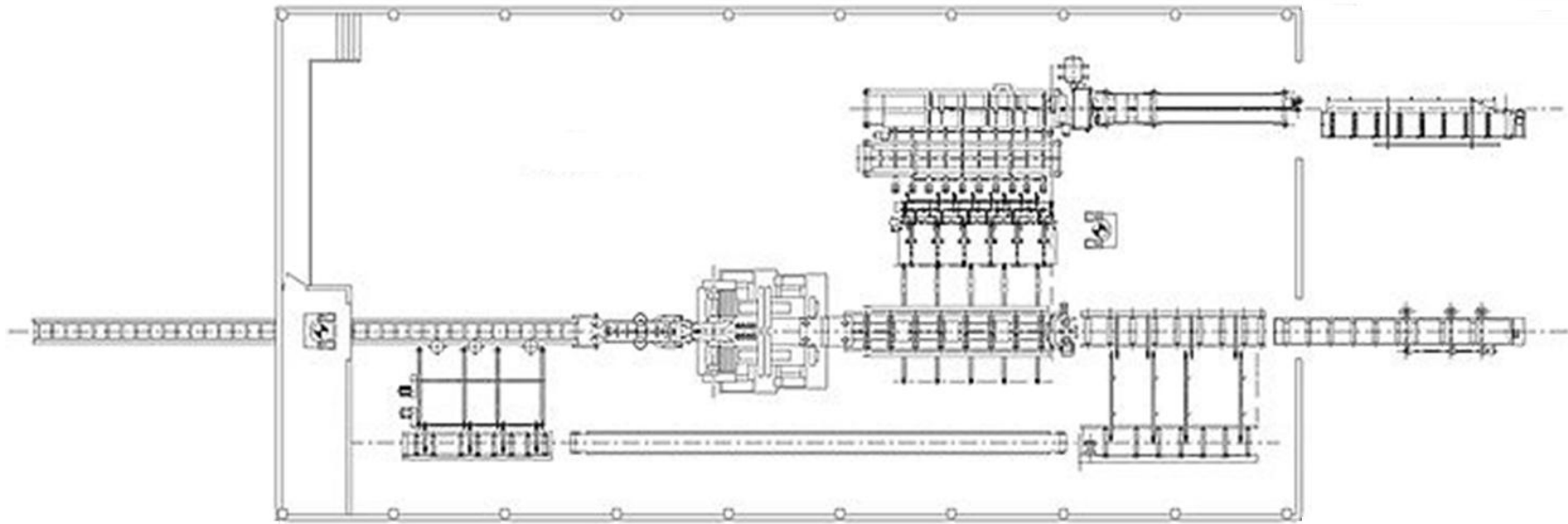


Рис. П.15. Фрезерно-ленточнопильная линия, производительностью 60 тыс. м³ бревен в год при работе в одну смену /10/

Принцип работы линии заключается в раскросе бревна путем последовательного пропускания его через фрезерно-ленточнопильный агрегат необходимого количество раз. Головным и единственным бревнопильным оборудованием линии является 4-х пильный ленточнопильный станок АКЕ 245, совмещенный с фрезерно-брусующим станком модели 2500. На первом проходе производится фрезерование горбылей и последовательное отделение до четырех боковых необрезных досок, которые впоследствии направляются на автоматизированную оптимизационную линию обрезки Millomatic, где производится их сканирование и последующая обрезка. Далее двухкантный брус по возвратному конвейеру транспортируется на исходную позицию, и после сканирования и ориентации цикл раскроса повторяется. Принцип работы линии позволяет реализовать практически любую схему раскроса.

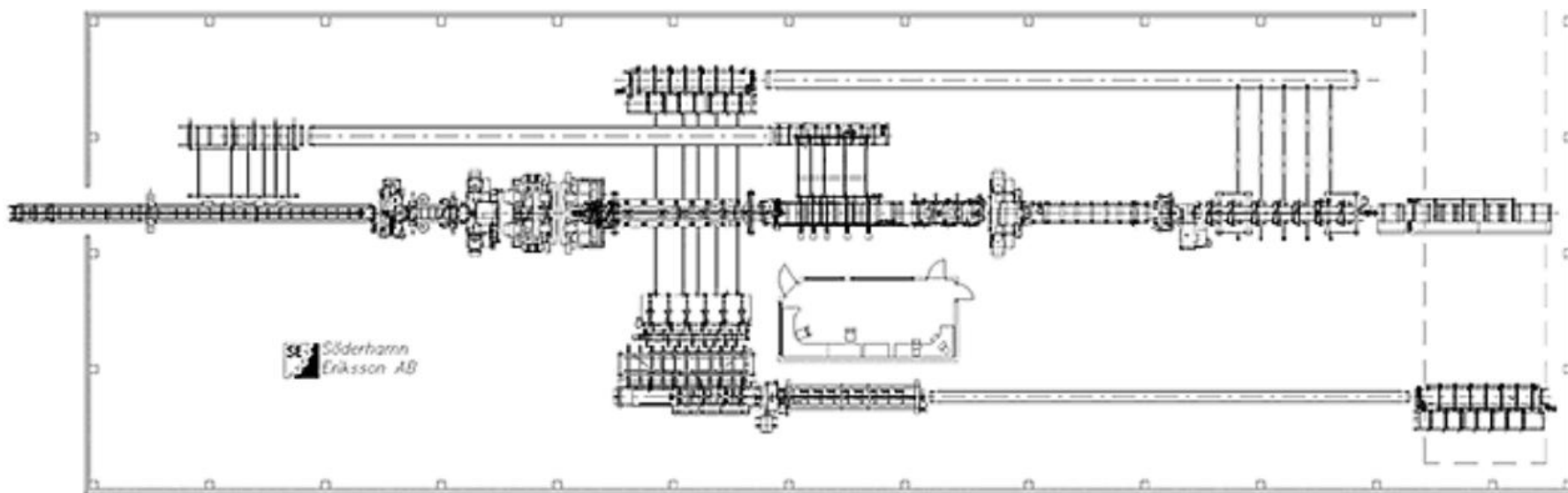


Рис. П.16. Комбинированная линия, производительностью 200 тыс. м³ бревен в год при работе в одну смену /10/

Лесопильная линия состоит из фрезерно-ленточнопильного агрегата, установленного на первом проходе и делительного круглопильного станка с функцией профилирования боковых досок. Обрезка боковых досок полученных после первого прохода производится на автоматизированной линии обрезки боковых досок Edgar. Все доски транспортируются на линию сортировки сырых пиломатериалов для сортировки по сечениям, длинам и качеству. На первом проходе формирование двухкантного бруса и отделение боковых досок производится на фрезерно-брусующем станке модели 2500 совмещенного с четырехпильным ленточнопильным станком АКЕ 245. Формирование четырехкантного бруса осуществляются на фрезерно-брусующем станке модели 2500 а его раскрой на – круглопильном станке EuroSaw-Р с функцией профилирования боковых досок. Отличительная особенность линии заключается в возможности производить раскрой крупномерных бревен до 60 см в диаметре.

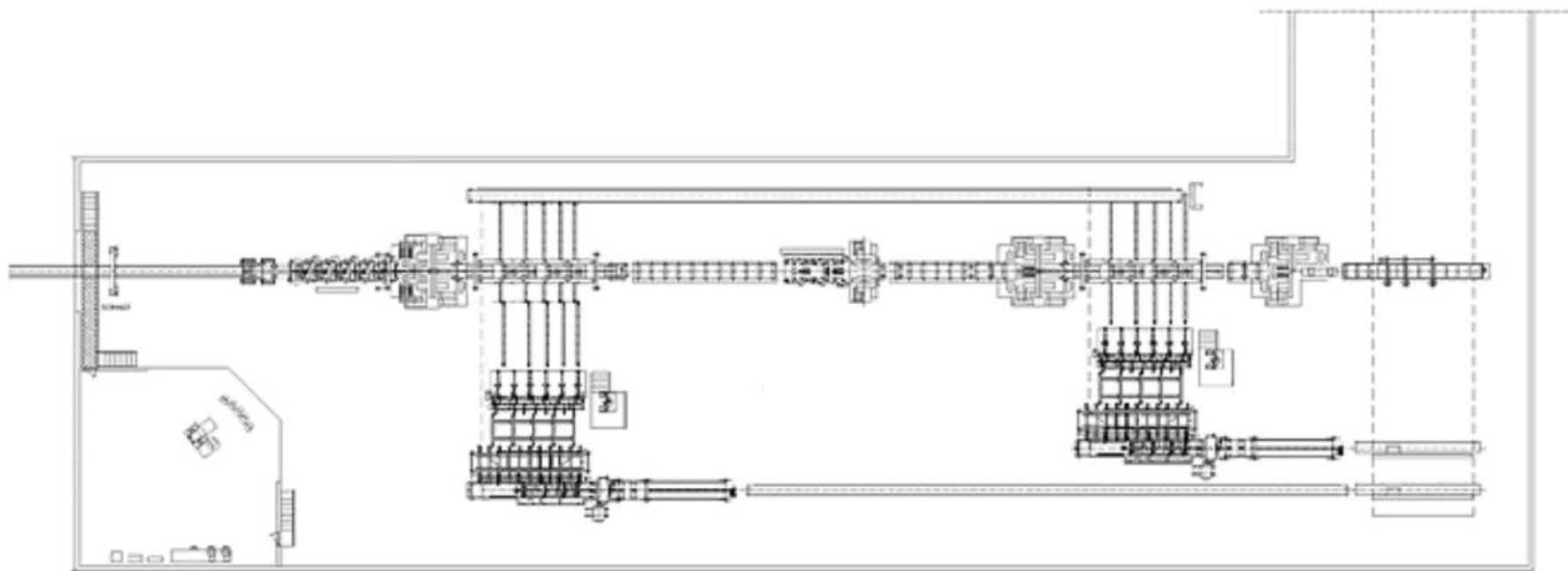


Рис. П.16. Фрезерно-ленточнопильная линия, производительностью до 250 тыс. м³ бревен в год при работе в одну смену /10/

Лесопильная линия состоит фрезерно-ленточнопильного агрегата первого и второго проходов, а также делительного ленточнопильного станка для бруса. Обрезка боковых досок полученных после первого и второго проходов производится на двух автоматизированных линиях обрезки боковых досок Edgar. Все доски транспортируются на линию сортировки сырых пиломатериалов для сортировки по сечениям, длинам и качеству. На первом проходе формирование двухкантного бруса и отделение боковых досок производится на фрезерно-брусующем станке модели 2500 совмещенного с четырехпильным ленточнопильным станком АКЕ 245. Аналогично производится формирование четырехкантного бруса на втором проходе. Раскрой бруса осуществляется на ленточнопильном станке АКЕ 245, состоящего из трех пильных модулей.

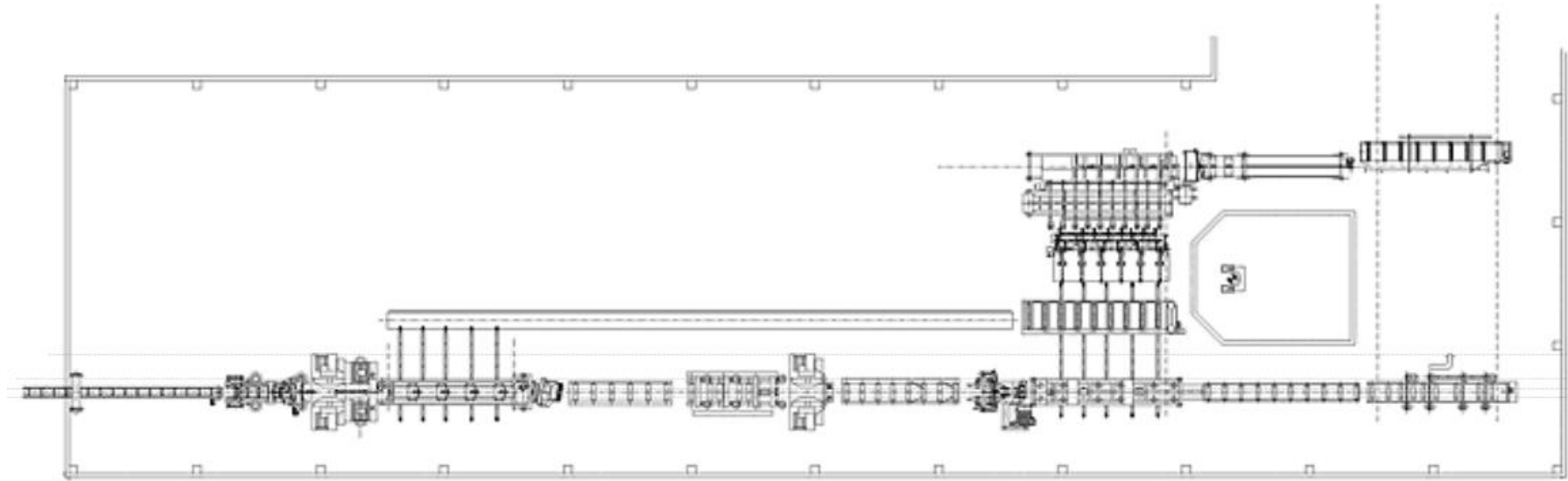


Рис. П.17. Фрезерно-круглопильная линия с профилирующим оборудование, производительностью до 100 тыс. м³ бревен в год при работе в одну смену /10/

Линия представляет собой комбинацию фрезерно-брусующего, круглопильного и профилирующего оборудования. Обрезка боковых досок производится на автоматизированной кромкообрезной линии Millomatic. Все доски транспортируются на линию сортировки сырых пиломатериалов для сортировки по сечениям, длинам и качеству. На первом проходе формирование двухкантного бруса производится на фрезерно-брусующем станке модели 240-12NE. Для отделения боковых досок используется двухвальный круглопильный станок модели 900, а на втором проходе для раскроя четырехкантного бруса – круглопильный станок EuroSaw-P с функцией профилирования боковых досок.

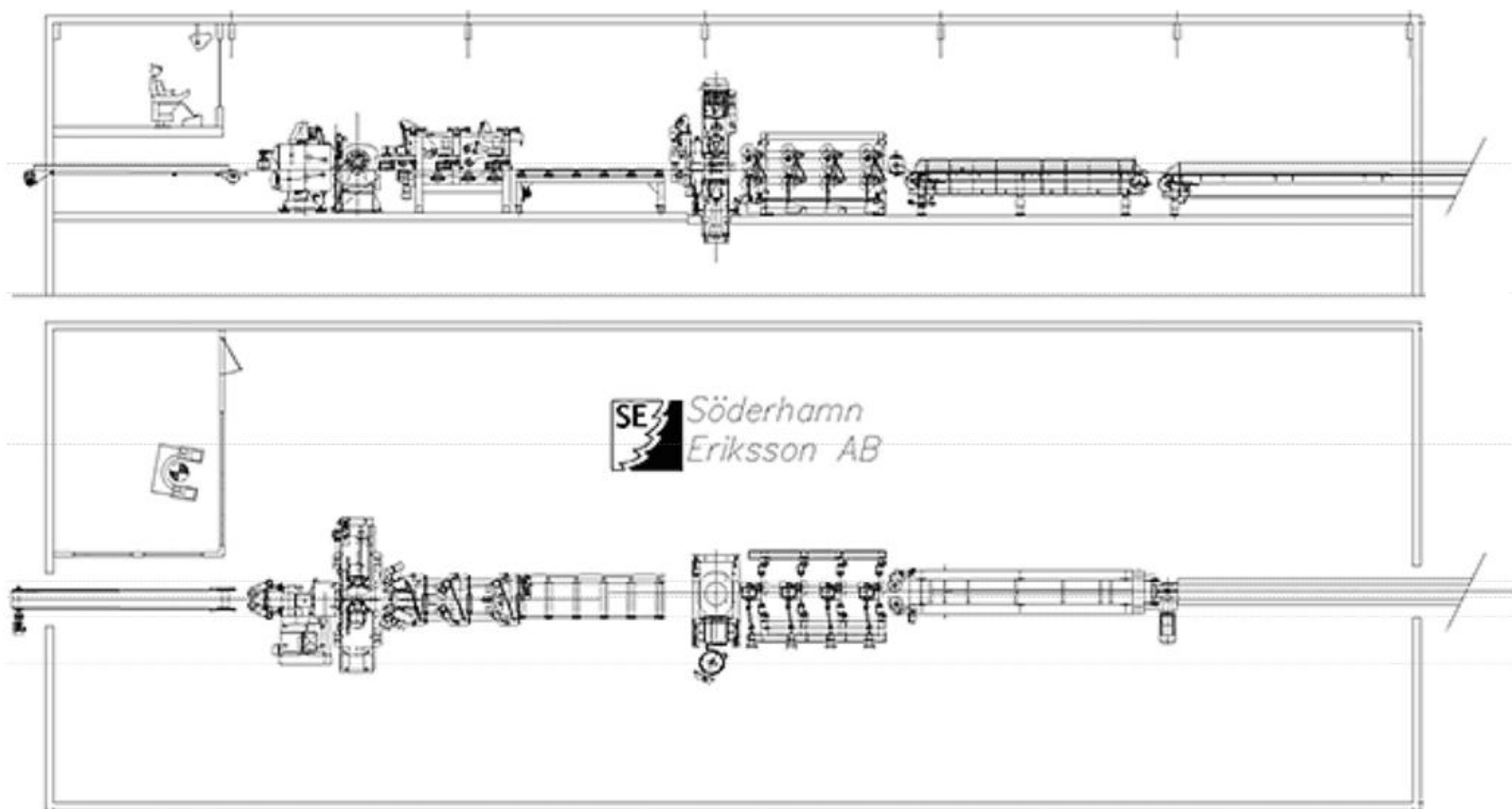


Рис. П.18. Линия по переработке тонкомерной древесины, производительностью 80 тыс. м³ бревен в год при работе в одну смену /10/

Линия Euomill предназначена для производства пиломатериалов из тонкомерного пиловочника по развальной схеме. На первом проходе производится получение двухкантного бруса на горизонтальном фрезерно-брусующем станке Euomill-R. Далее на втором проходе осуществляется формирование четырехкантного бруса на станке Euomill-R вертикального исполнения с последующим раскромом на круглопиловом станке Euomill-S, с одновременным формированием профилей боковых досок. Пакетирование центральных и боковых пиломатериалов осуществляется штабелерами.

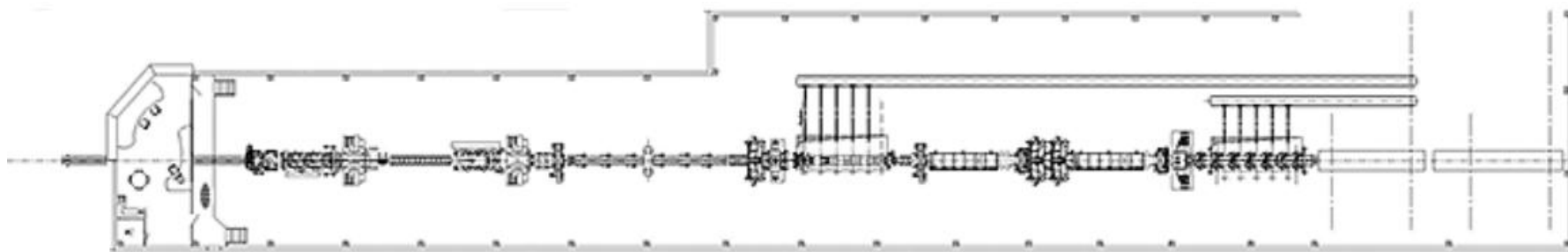


Рис. П.19. Профилирующая линия, позволяющая производить раскрой пиловочных бревен на скоростях подачи до 150 м/мин /10/

Формирование двухкантного бруса производится на фрезерно-брусующем станке модели 2500. Далее производится кантование бруса на 90° и аналогичное формирование четырехкантного бруса на фрезерно-брусующем станке модели 2500. После получения четырехкантного бруса и его сканирования, на профилирующем станке ProfiSaw-C производится формирование фигурного бруса с последующим отделением боковых досок на круглопильном станке модели 700. Далее брус кантуется на 90° и транспортируется в последовательно установленные профилирующие станки ProfiSaw-C, где происходит формирование фигурного бруса и его последующий раскрой на круглопильном станке EuroSaw-P. Пиломатериалы, формируемые на всех стадиях раскроя, поступают на линию сортировки сырых пиломатериалов, где производится их сортировка по сечениям, длинам и качеству.

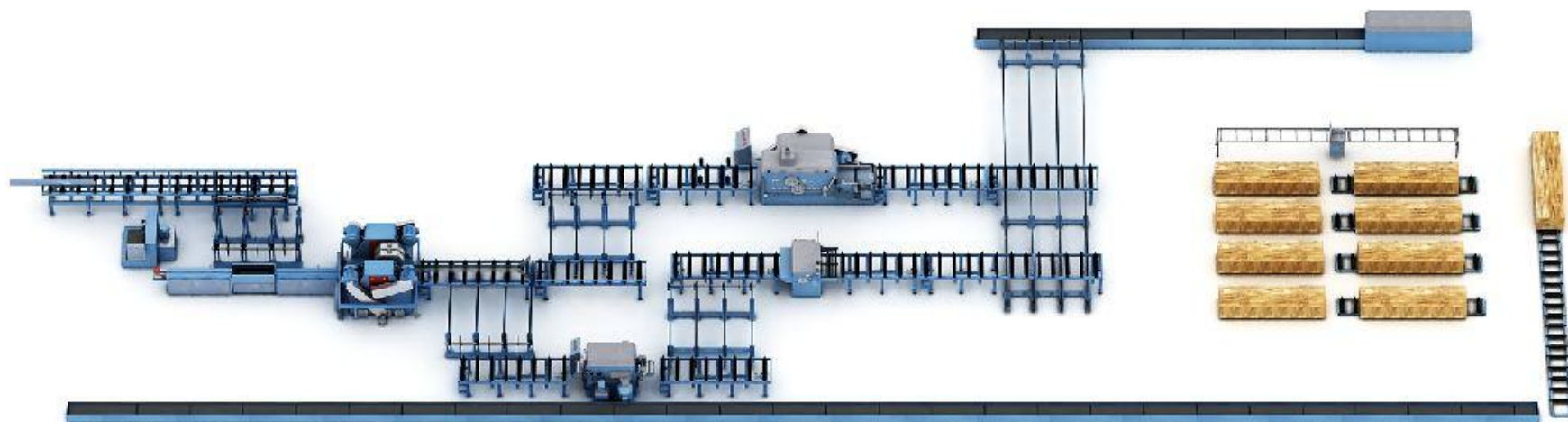


Рис. П.20. Круглопильная линия производительностью до 200 тыс. м³ бревен в год /11/

Линия включает в себя четырехпильный станок первого ряда НРМ 500, двухвальный многопильный станок HCD 2M 250 на котором может быть установлено до 10 пил на каждом валу, горбыльный станок НУМ 400 перерабатывающий горбыльные доски, механический кромкообрезной станок MSYM 60, а также рубительную машину и торцовочный станок.

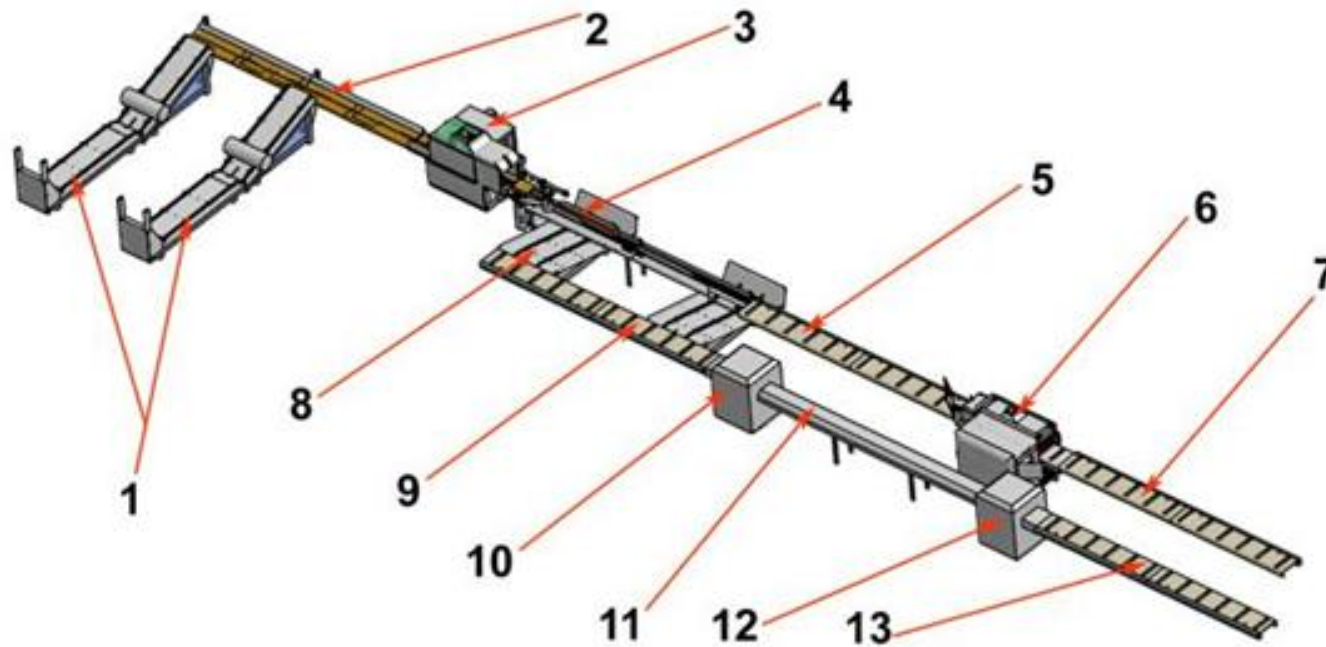


Рис. П.21. Лесопильная линия на базе круглопильных станков Walter, производительностью до 120 тыс. м³ бревен в год /12/

14. поперечный наклонный транспортер для бревен, 2 – транспортер подачи брусочного станка, 3 –брусочный станок, 4 – выходной транспортер-разобщитель, 5 – транспортер подачи многопильного станка, 6 –многопильный станок, 7 – выходной транспортер многопильного станка, 8 – поперечный транспортер для горбыля, 9 – транспортер кромкообрезного станка, 10 – кромкообрезной станок, 11 – входной транспортер горбыльного станка, 12 – горбыльный станок, 13 – выходной транспортер горбыльного станка

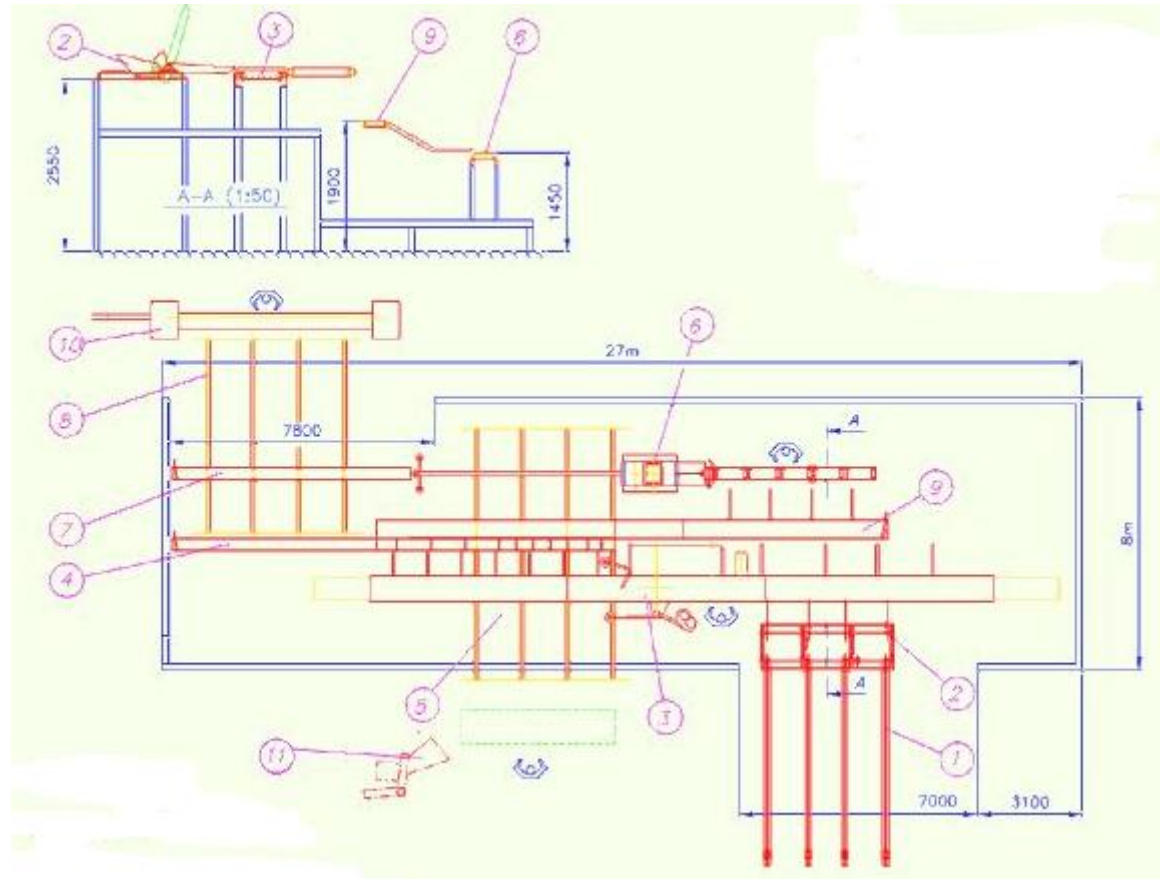
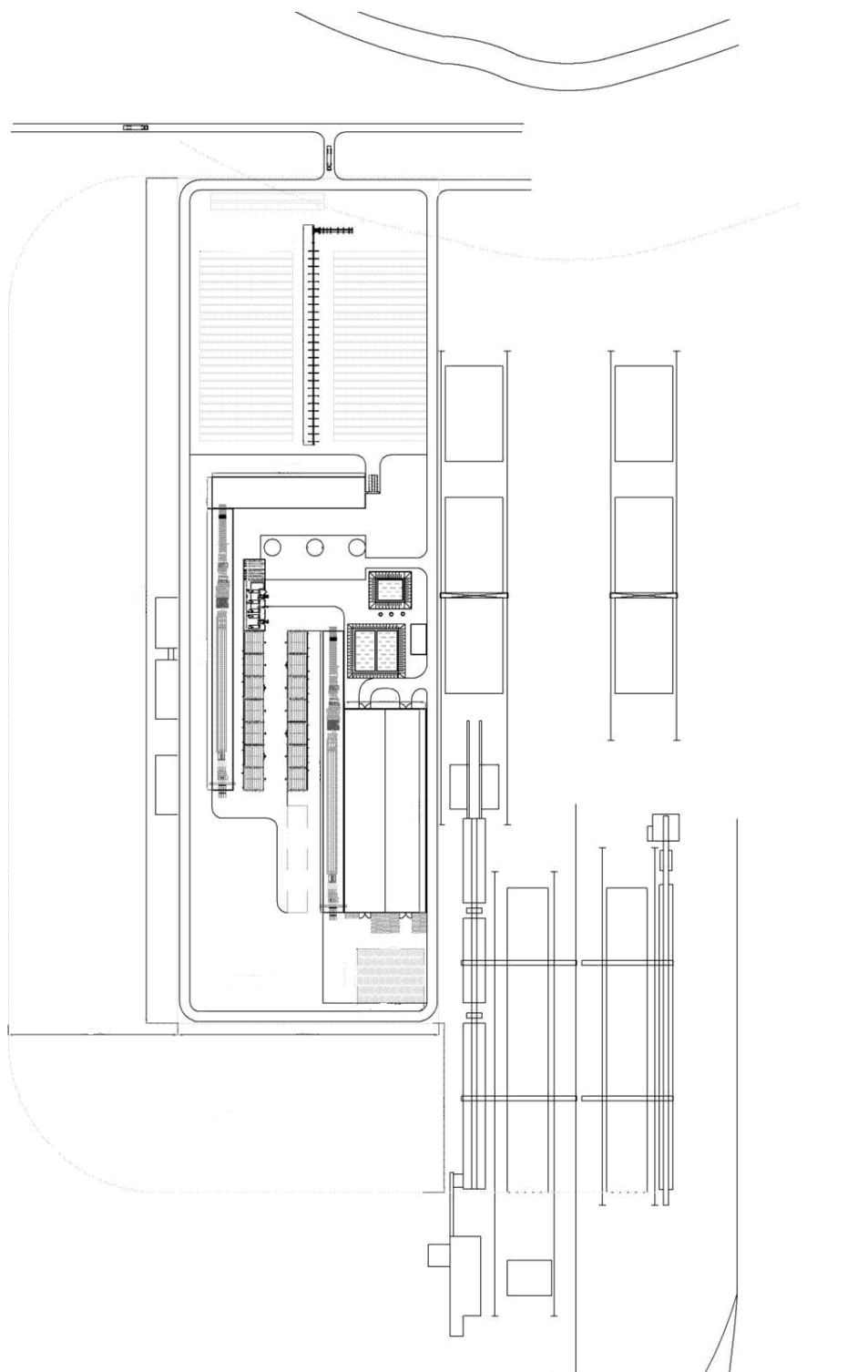


Рис. П.22. Лесопильная линия на базе круглопильных станков KARA, производительностью до 15 тыс. м³ бревен в год /13/

1 – конвейер для бревен, 2 – устройство поштучной выдачи бревен, 3 – головной станок KARA Master, 4, 9 – рольганг, 5, 8 – поперечный конвейер, 6 – обрезной станок KARA ОПТИМ, 7 – винтовой рольганг, 10 – торцовочный станок, 11 – рубительная машина

Ситуационный план участка лесопиления



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008г. №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
2. Чубинский А.Н., Тамби А. А., Шагалова Т.А. Основы проектирования предприятий. Технологическое проектирование деревообрабатывающих производств. Учебное пособие. – СПб.: СПбГЛТА, 2011. – 168 с.
3. Чубинский А.Н., Тамби А.А. Основы проектирования предприятий. СПбГЛТА.: 2009.35с.
4. Калитеевский Р.Е. Лесопиление XXI веке. СПб.: Профи Информ, 2005. 474с.
5. Калитеевский Р.Е., Артеменков А.М., Тамби А.А. Информационные технологии в лесопилении. – СПб.: Профи, 2010. – 192 с.
5. Чубинский А.Н., Иванов Б.А. Технология изделий из древесины. Выбор оборудования и организация рабочих мест. Л.: ЛТА, 1984. 84с.
7. Волынский В.Г., Пластинин С.Н. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях. М.: Риэл-пресс, 2005.
8. Сметанин А.В., Веселков В.И. Архангельское лесопиление между прошлым и будущим. М.: ДоМира, 2005. 543 с.
9. Официальный сайт компании SAB www.sab-ru.com
10. Официальный сайт компании Söderhamn Eriksson www.se-saws.ru
11. Официальный сайт компании АККИМАШ www.akkimash.ru
12. Официальный сайт компании ООО ИНСТРУМЕНТ.РУ www.mnogo-pil.ru
13. Официальный сайт компании «Кара МТД» www.karasaw.ru
14. Официальный сайт компании Концерн Jartek YO www.jartek.fi

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Учебная программа.....	3
2. Содержание дисциплины.....	7
2.1. Введение.....	7
2.2. Методы и методики принятия проектных решений.....	11
2.3. Методы и методики проектирования технологических процессов лесопиления.....	14
Приложения.....	24

**Чубинский Анатолий Николаевич
Тамби Александр Алексеевич
Шейнов Анатолий Иванович**

**МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ**

Учебное пособие