

2. Государственная программа «Белорусский лес» на 2021–2025 годы: утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.01.2021 № 52 // Минск: М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь. 2016. 97 с.

3. Устойчивое лесопользование и лесопользование. Рубки промежуточного пользования. Требования к технологиям: СТБ 1361-2002. Минск: Госстандарт, 2003. - 20 с.

4. Правила рубок леса в Республике Беларусь: постановление М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 8. URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21631584&p1=1> (дата обращения: 24.11.2022).

УДК 630*614

А.С. Панкратович

Белорусский государственный технологический университет

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕСОСЕКИ

Лесозаготовительное производство Республики Беларусь динамично развивается, что связано в основном с такими факторами как постоянное повышение объемов заготавливаемой древесины, увеличение объемов заготовки машинным способом, активное развитие деревообрабатывающих производств и др. В этой связи повышение эффективности разработки лесного фонда является актуальным вопросом и требует внедрения современных рациональных методов лесопользования. На эффективность заготовительного производства большое влияние оказывает объем переместительных операций, выполняемых заготовительной техникой (маневрирование лесозаготовительной техники на лесосеке, погрузка и разгрузка древесного сырья, сортировка, штабелевка). Эффективность данных операций, в свою очередь, зависит во многом от оптимальных схем размещения технологических элементов на лесосеке (трелевочных волоков, погрузочных пунктов, промежуточных лесопромышленных складов, подъездных лесотранспортных путей).

На территории республики распространение получили несколько основных схем размещения трелевочных волоков (параллельная, диагональная и радиальная). Однако использование данных схем в случае, когда лесосека обладает нестандартной геометрией (лесосека не имеет четко выделенной прямоугольной формы), может отрицательно сказываться на эффективности выполнения переместительных операций в процессе лесозаготовки. Также следует отметить, что необходимо учи-

тывать не только размещение технологических элементов, но также их взаимное расположение, примыкание, суммарную площадь технологических элементов, которая ограничена требованиями СТБ 1360–2002 «Устойчивое лесоуправление и лесопользование. Рубки главного пользования. Требования к технологиям» и СТБ 1361–2002 «Устойчивое лесоуправление и лесопользование. Рубки промежуточного пользования. Требования к технологиям» в размере 25% от общей площади лесосеки.

Процесс оптимизации размещения технологических элементов, является сложной многокритериальной задачей. В качестве критериев оптимизации могут применяться следующие показатели: производительность машин и механизмов, затраты на освоение лесосеки, грузовая работа при трелевке древесного сырья, затраты на подготовку и содержание технологических элементов. Наличие адекватных критериев оптимизации, а также соблюдение различных требований и ограничений, позволяет решить определенные задачи оптимизации размещения технологических элементов на лесосеке. К таким задачам относятся:

1. Определение целесообразности строительства подъездного лесотранспортного пути к лесосеке, а также определение угла его примыкания к ней.

2. Определение количества и места расположения погрузочных пунктов на лесосеке.

3. Оценка размещения магистральных и пасечных волоков, и др.

Задача определения целесообразности строительства подъездного лесотранспортного пути основывается на сравнении затрат на трелевку древесины к строящемуся и существующему путям [1]. Данный метод целесообразен, когда соблюдается следующее неравенство:

$$C_d l_d + \frac{C_T}{P_1} + C_{a0} l_d Q \leq (C_B l_d + \frac{C_T}{P_2}) Q, \quad (1)$$

где C_d – себестоимость строительства 1 км лесовозной дороги; l_d – длина дороги или волока, проложенного до лесосеки; C_T – себестоимость содержания единицы трелевочной техники за смену, с учетом заработной платы оператора; P_1 – сменная производительность единицы техники, при трелевке к погрузочному пункту внутри контура лесосеки; C_{a0} – удельная себестоимость вывозки единицы объема древесины на единицу длины пути; Q – объем древесины на лесосеке; C_B – себестоимость строительства 1 км трелевочного волока; P_2 – сменная производительность единицы техники, при трелевке к погрузочному пункту около существующей дороги;

Определение угла примыкания подъездного лесотранспортного пути к лесосеке [2], основывается на определении суммарных удельные затрат:

$$z_{уд} = z_T + z_{TB} + z_{YC} + z_{YB} + z_B, \quad (2)$$

где z_T – удельные затраты на трелевку древесины; z_{TB} – удельные затраты на устройство трелевочных волоков; z_{YC} – удельные затраты на строительство подъездного пути с погрузочными пунктами; z_{YB} – удельные затраты на вывозку древесины по подъездному пути; z_B – удельные затраты на вывозку древесины по ветке.

Необходимость *определения количества и места расположения погрузочных пунктов на лесосеке* возникает в результате того, что при уменьшении площади лесосеки, с которой производится подвозка древесины на отдельный погрузочный пункт возрастает производительность трелевочных машин, а следовательно уменьшаются затраты на трелевку. Однако вместе с тем увеличение их количества повышает затраты на строительство и содержание подъездных лесотранспортных путей и погрузочных пунктов. Суть задачи заключается в размещении и нахождении оптимального количества погрузочных пунктов на лесосеке, с учетом минимизации затрат на заготовку и транспортировку древесины. Решение задачи основано на определении грузовой работы совершаемой в процессе подвозки древесины к погрузочному пункту, путем разбивки лесосеки на отдельные участки, в соответствии с ее геометрической формой, с выделением на каждом участке элементарной площадки [3].

Задача *определения мест прокладки магистральных и пасечных волоков* зависит от таких факторов как, конфигурация лесосеки и наличие на ней неразработываемых участков, ширина пасеки, место примыкания к лесосеке подъездного лесотранспортного пути, а также от особенностей эксплуатации предполагаемой к применению системы машин. Последнее, в свою очередь, определяется набором ограничений, характеризующих передвижение машин по территории лесосеки, способ валки деревьев, места складирования древесины и др. [4]. Метод основывается на определении координат углов сторон лесосеки в какой-либо системе отсчета и параметров линейных уравнений, математически описывающих стороны лесосеки. В качестве критериев эффективности выступают: среднее расстояние трелевки, суммарная грузовая работа трелевочной техники, интенсивность эксплуатации волоков, степень извилистости волоков и др.

На рисунке представлен пример разметки лесосеки с использованием данного метода.

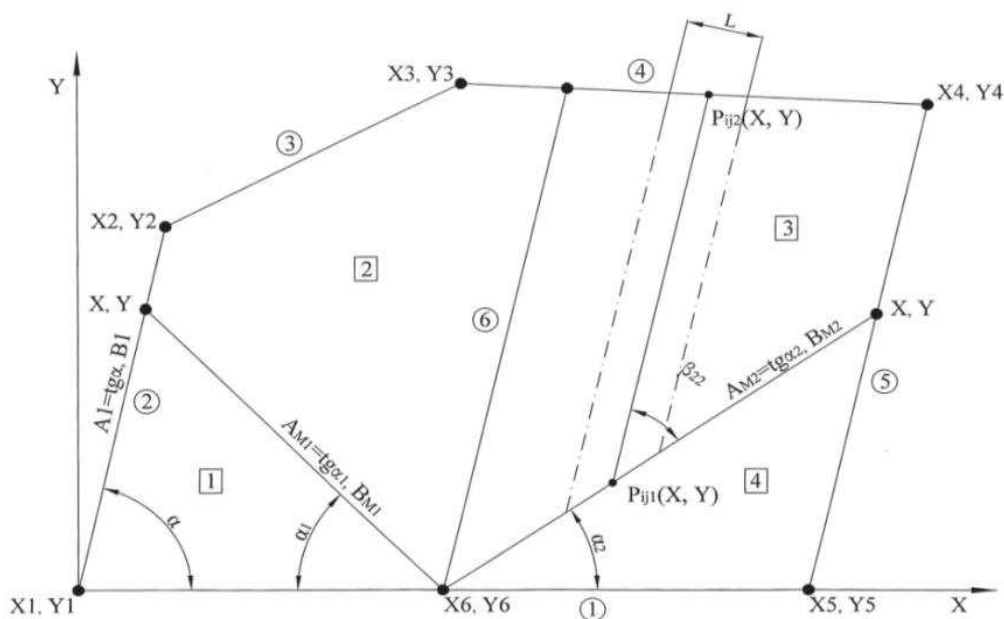


Рисунок – Координатная разметка границ лесосеки, магистральных и пасечных волоков

В отдельных случаях, задача размещения волоков на лесосеке также может основываться на минимизации объема лесосечных отходов, используемых для их армирования [5]. Это связано с тем, что лесосечные отходы являются ценным вторичным сырьем, и могут быть использованы при дальнейшей углубленной переработке, при наличии правильно поставленного технологического процесса. А в случае разработки лесосек со слабыми несущими грунтами решение данной задачи становится еще более актуальным. Суть задачи заключается во введении конечного множества схем трележки, каждой из которых соответствуют определенные затраты лесосечных отходов, с учетом выделения определенных зон на лесосеке, каждой из которых соответствует некоторое значение модуля деформации почвогрунта (или же значение несущей способности грунта) тяготеющее к определенному диапазону.

Оптимальное размещение технологических элементов на лесосеке является актуальной проблемой и требует дальнейших исследований. Решение данной задачи в перспективе позволит повысить эффективность разработки лесосек, уменьшить трудозатраты на заготовку и транспортировку древесного сырья.

Литература

1. Алябьев В. И. Оптимизация производственных процессов на лесозаготовках. М.: Лесная промышленность, 1977., 232 с.

2. Афоничев, Д. Н. Оптимальный угол примыкания лесовозного уса к ветке / Д. Н. Афоничев, А. В. Пядухов, С. М. Гоптарев // Лесотехнический журнал. – 2011. – № 1(1). – С. 80-85. – EDN NYFOXZ.

3. Игнатенко В. В., Турлай И. В., Федоренчик А. С. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок. Минск: БГТУ, 2004. – 180 с.

4. Макаренко, А. В. Программное проектирование трелевочных волоков на лесосеке / А. В. Макаренко // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2013. – № 1. – С. 99-104. – EDN PQKXEL.

5. Щеголева, Л. В. К вопросу о размещении трелевочных волоков на лесосеке / Л. В. Щеголева, М. А. Пискунов, А. Н. Воропаев // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2008. – № 6. – С. 121-124.