

ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПАРЫ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В.В.Игнатенко, Е.А. Леонов

Современная лесозаготовительная система состоит из двух основных машин – харвестера и форвардера. Харвестеры – это машины, выполняющие комплекс операций: валку деревьев, их очистку от сучьев и раскряжевку хлыстов на нужные сортименты. Форвардеры – машины, осуществляющие сбор и транспортировку сортиментов, заготовленных харвестером, на погрузочный пункт, включая разгрузку, подсортировку и укладку сортиментов в штабеля. В настоящее время имеется достаточно широкий выбор таких машин, отличающихся производительностью и, соответственно, стоимостью. Поэтому очень важно, в зависимости от конкретных природно-производственных условий, выбрать оптимальную систему машин «харвестер–форвардер», при наименьших экономических затратах.

Пусть имеется форвардер с интенсивностью работы μ сортиментов в час. Нужно подобрать харвестер, чтобы загрузка форвардера была максимальной. Построим математическую модель данной системы машин. Для этого, рассмотрим граф состояний работы форвардера (рис. 1).

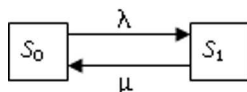


Рис. 1. Граф состояний форвардера.

Форвардер может находиться в следующих состояниях: S_0 – простаивать из-за временного отсутствия заготавливаемых харвестером сортиментов; S_1 – осуществлять сбор и транспортировку сортиментов на погрузочный пункт. Из свободного состояния S_0 в рабочее состояние S_1 форвардер переходит с интенсивностью λ , где $\lambda = 1/t_3$ интенсивность заготовки сортиментов харвестером, t_3 продолжительность цикла обработки сортиментов харвестером. Обратный переход осуществляется с интенсивностью $\mu = 1/t_T$, где t_T – продолжительность цикла сбора, транспортировки, разгрузки и подсортировки сортиментов форвардером. Обозначим $P_i(t)$ – вероятность того, что в момент времени t форвардер находится в состоянии S_i . Тогда модель функционирования системы (дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний) будет иметь вид

$$\frac{dP_0}{dt} = -\lambda P_0 + \mu P_1, \quad \frac{dP_1}{dt} = \lambda P_0 - \mu P_1, \quad P_0 + P_1 = 1. \quad (1)$$

При работе на протяжении длительного промежутка времени месяц, год и т.д. (установившийся режим работы), можно считать, что $P_0 = \text{const}$, $P_1 = \text{const}$, – финальные вероятности состояний [1]. В этом случае система дифференциальных уравнений (1) преобразуется в систему линейных алгебраических уравнений

$$0 = -\lambda P_0 + \mu P_1, \quad 0 = \lambda P_0 - \mu P_1, \quad P_0 + P_1 = 1. \quad (2)$$

Решая систему (2) относительно вероятностей состояний P_0 и P_1 , получим следующие выражения для расчета режимов работы системы машин «харвестер–форвардер»:

$$P_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu}, \quad P_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}. \quad (3)$$

Полученные зависимости вероятностей состояний позволяют установить рациональные значения параметров рассматриваемых машин. Поскольку у нас интенсивность форвардера задана, то из зависимостей (3) устанавливается рациональное значение параметра λ^* , по которому в дальнейшем подбирается конкретная марка харвестера. На рис. 2 приведен пример установления рациональной интенсивности λ работы харвестера в зависимости от конкретной интенсивности μ работы форвардера.

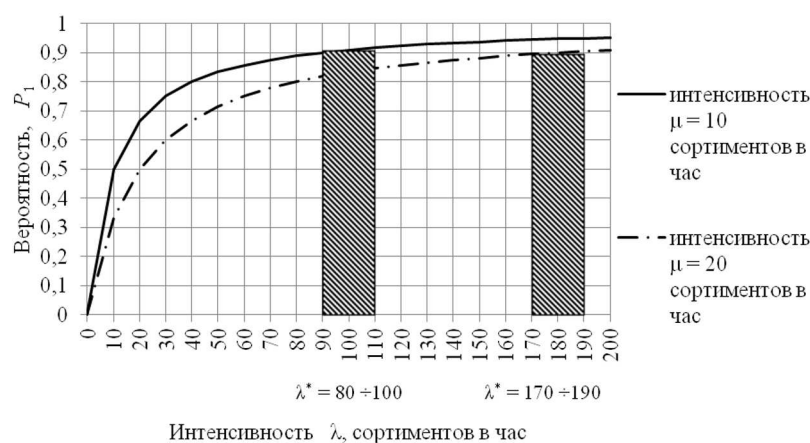


Рис. 2. Зависимости вероятностей состояний системы «харвестер–форвардер».

Принятый на основании рис. 2 оптимальный диапазон значений λ^* позволяет осуществить выбор требуемого харвестера, обеспечивающего рациональную загрузку применяемого форвардера, так как при этом обеспечивается оптимальная величина вероятности его работы P_1^* . Данная математическая модель может быть использована на производстве, при составлении эффективной системы машин «харвестер–форвардер» в зависимости от конкретных природно-производственных условий, при наименьших экономических затратах. Построение математической модели, ее решение и анализ, полученных решений могут быть использованы при обучении студентов, технических специальностей.

Литература

1. Игнатенко В. В., Леонов Е. А. Установление рациональных параметров многооперационных машин в лесозаготовительной промышленности // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 5–4. С. 291–295.