

В.В. Игнатенко, доц., канд. физ.-мат. наук
Е.А. Леонов, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В современном производстве, для эффективной работы широко применяется математическое моделирование. Используя такие модели, инженер может проектировать производственные линии с максимальной производительностью. Что бы, не было ситуаций, когда продукции одного станка недостаточно, для полной загрузки следующего станка, который ее потребляет или наоборот. В результате чего есть простои, нарушение производственного ритма. К сожалению, такое явление не редкость в реальной жизни (пример Борисовского ДОК).

В лесозаготовительной промышленности на смену традиционным бензопилам и трелевочным тракторам пришла новая лесозаготовительная техника: харвестеры (машины, выполняющие комплекс операций: валку деревьев, их очистку от сучьев и раскряжевку на нужные сортименты), форвардеры (машины, выполняющие работы по сортировке, сбору и вывозу сортиментов с места, где происходит валка леса) и целый ряд других машин и новых технологий. Специалисту приходится анализировать работу как отдельных узлов машин, так и всей технологической линии.

Без математических моделей организовать их высокоэффективную работу практически невозможно.

В лесной промышленности есть много случайных факторов, которые не позволяют строить детерминированные математические модели. К ним относятся: погодные условия, непостоянство размерно-качественных характеристик заготавливаемого сырья, состояние лесных дорог, породы и возраст древесины, состав и местоположение лесосеки, время года и некоторые другие. Учитывая эти факторы, строятся стохастические математические модели исследуемого объекта. Они обычно записываются в виде дифференциальных уравнений Колмогорова (теория массового обслуживания).

Поясним это на примере работы лесозаготовительной пары «харвестер - форвардер». При достаточно широком выборе однотипных машин, очень важно правильно сформировать их в эффективные технологические линии. Хотя каждая из вышеуказанных машин имеет заводские характеристики, но этого недостаточно для составления высокоэффективной лесозаготовительной пары «харвестер - форвардер». Дело в том, что заводские технические характеристики как правило

усредненные и прямое их сопоставление далеко от оптимальной пары. Работа харвестера и форвардера очень сильно зависит от породы и возраста древесины, состава и местоположения лесосеки, времени года и некоторых других факторов. Решение этой проблемы практически невозможно без математического моделирования работы исследуемых объектов «харвестер - форвардер»

Для построения математической модели работы пары «харвестер – форвардер» рассмотрим граф состояний работы форвардера (рис. 1).

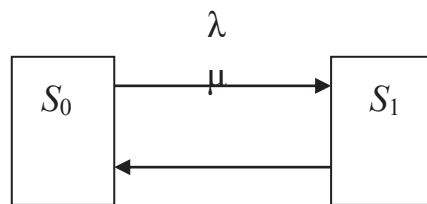


Рисунок 1 – Граф состояний форвардера

Работа системы лесозаготовительных машин «харвестер – форвардер» характеризуется следующими параметрами: харвестер осуществляет заготовку сортиментов на лесосеке с интенсивностью λ сортиментов в час; форвардер осуществляет сбор и транспортировку сортиментов на погрузочный пункт с интенсивностью μ сортиментов в час. При этом 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 S_1 форвардер переходит с интенсивностью λ , обратно переход осуществляется с интенсивностью μ .

Обозначим $P_i(t), i = \overline{0,1}$ – вероятность того, что в момент времени t система машин «харвестер – форвардер» находится в состоянии $S_i, i = \overline{0,1}$. Тогда модель функционирования системы (дифференциальные уравнения Колмогорова для вероятностей состояний) будет иметь следующий вид:

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

Неизвестные параметры λ и μ устанавливаются следующим образом: $\lambda = 1/t_3$, где t_3 – продолжительность цикла заготовки сортиментов харвестером; $\mu = 1/t_T$, где t_T – продолжительность цикла сбора, транспортировки, разгрузки и подсортировки сортиментов форвардером.

При исследовании работы лесозаготовительного оборудования 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 состояния). Ошибка при принятии данного допущения не превышает 8% [1, 2].

В этом случае система дифференциальных уравнений (1) преобразуется в систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 0 = -\lambda P_0 + \mu P_1; \\ 0 = \lambda P_0 - \mu P_1; \\ P_0 + P_1 = 1. \end{cases} \quad (2)$$

Решая систему уравнений относительно вероятностей состояний P_0 и P_1 получим выражения для расчета режимов работы системы машин «харвестер – форвардер»:

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

$$P_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \quad (4)$$

Полученные зависимости вероятностей состояний системы машин «харвестер – форвардер» позволяют установить рациональные значения параметров рассматриваемых машин.

Технология работы с зависимостями следующая: на основе конкретных природно-производственных условий выбирается марка оборудования, например форвардера, работа которого характеризуется интенсивностью μ ; из зависимостей (3) и (4) устанавливается рациональное значение параметра λ , по которому в дальнейшем подбирается конкретная марка харвестера [1, 2].

На рис. 2 приведен пример установления рациональной интенсивности λ работы харвестера в зависимости от конкретной интенсивности μ работы форвардера.

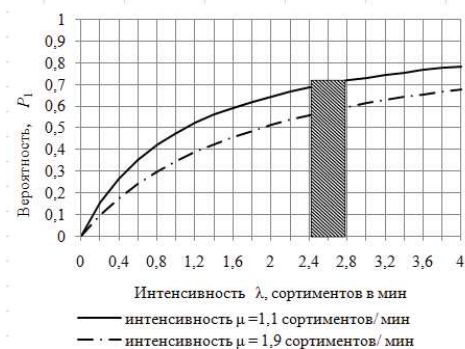


Рисунок 2 – Установление рациональной интенсивности λ работы харвестера в зависимости от конкретной интенсивности μ работы форвардера

Принятый на основании рис. 2 оптимальный диапазон значений λ^* (зона штриховки) позволяет осуществить выбор требуемого харвестера, обеспечивающего рациональную загрузку применяемого форвардера, т. к. при этом обеспечивается оптимальная величина вероятности его работы P_1^* .

Возможно решение и обратной задачи – установления рациональной интенсивности μ работы форвардера в зависимости от конкретной интенсивности λ работы харвестера (рис. 3).

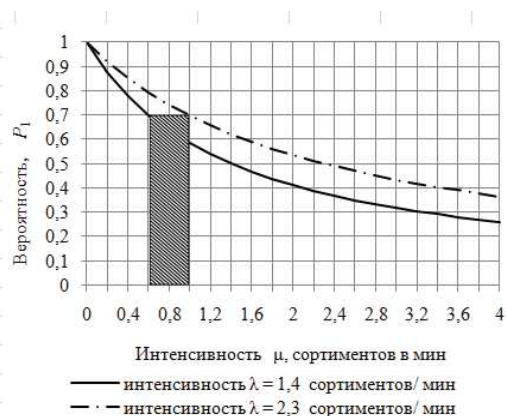


Рисунок 3 – Установление рациональной интенсивности μ работы форвардера в зависимости от конкретной интенсивности λ работы харвестера

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.

Поясним это на реальном примере подбора оптимальной пары в условиях нашей республики. На предприятии имеется харвестер Амкодор 2551, работающий с интенсивностью заготовки сортиментов $\lambda = 1,4-2,3$ сортиментов/мин и форвардеры МПТ-461.1, МЛ-131 и Амкодор 2661.01, работающие с интенсивностью подвозки сортиментов соответственно $\mu = 0,8-1,3$ сортиментов/мин, $\mu = 0,7-1,2$ сортимен-

тов/мин и $\mu = 1,1-1,9$ сортиментов/мин. Нужно составить оптимальную пару «харвестер – форвардер».

На основании зависимостей рис. 3 оптимальная интенсивность работы форвардера (заштрихованная зона) составляет $\mu^* \leq 1,1$ сортимента/мин. Наиболее близкой интенсивностью работы для харвестера Амкодор 2551 обладает форвардер Амкодор 2661.01.

При правильном выборе пары харвестер – форвардер решаются сразу две задачи экономики: низкая стоимость при закупке механизмов и низкие эксплуатационные затраты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатенко В. В., И. В. Турлай И. В., Федоренчик А. С. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок. Минск: БГТУ, 2004. 178 с.

2. 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.

УДК 004.8

В.Ф. Слепцов, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ – ИЛЛЮЗИЯ ИНТЕЛЛЕКТА

Анализируя материалы об Искусственном Интеллекте (ИИ), прихожу к выводу, что пора понять суть явления, которое сегодня называют искусственным интеллектом. Из комментариев я понял, что существует много иллюзий об универсальных, облачных, глобальных супермоделях ИИ, которые знают все и мало понимания, что нужно, чтобы считать эту систему интеллектом. Общеизвестного определения интеллекта до сих пор нет.

По-видимому, пришло время определить и оценить реальную действительность в понимании смысла генеративного ИИ.

Вспомним, что такое по смыслу современный искусственный интеллект, он же нейросети, он же генеративный ИИ, он же большие языковые модели. Далее выясним, какие врожденные и неустранимые пока недостатки не позволяют считать современный ИИ интеллектом, а, следовательно, невозможность использовать ИИ в профессиональных целях. Попробуем разобраться, как имея массу недостатков, ИИ-боты реально совершили и совершают революцию, привлекая по некоторым оценкам триллионы долларов инвестиций. Попробуем понять, насколько обоснованы страхи в отношении современного ИИ и