

eas // Measurements and Modeling in Environmental Pollution. Southampton UK and Boston USA: Computational Mechanics Publications, 1997. - P. 399-407.

16. Blaschke H. Einfluss von saurer Beregnung und Kalkung auf die Biomasse und Mykorrhizierung der Feinwurzeln von Fichten // Forstw. Cbl. 1986. Bd. 105, H. 4. S. 324 - 329.

17. Termorshuizen A.J., Schaffers A.P. The relation in the field between fruitbodies of mycorrhizal fungi and their mycorrhizas // Ecol. and Appl. Aspects of Ecto- and Endomycorrhizal Assoc. Praha, 1989. Pt. 1. P. 509 - 512.

18. Markkola A.M., Ohtonen R. Mycorrhizal fungi and biological activity of humus layer in polluted pine forests in the surroundings of Oulu // Karstenia. 1988. Vol. 28, N 1. P. 45 - 47.

19. Еропкин К.И. Мицелиальные чехлы и их взаимосвязь с формами микоризного окончания хвойных // Микориза и другие формы консортивных отношений в природе. - Пермь, 1977. - С. 78 - 81.

20. Веселкин Д. В. Структура эктомикориз сосны обыкновенной в связи с конкуренцией древостоя // Генетические и экологические исследования в лесных экосистемах. - Екатеринбург: УрО РАН, 2001 б. - С. 113-126.

УДК 630.674.6.02+674.09

Е.В. Гаева

(Уральский государственный лесотехнический университет)

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЦЕХА ПО ВЫРАБОТКЕ ПИЛОПРОДУКЦИИ ИЗ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Проведена формализация технологического процесса лесобработки валяющего цеха для условий лесохозяйственных и лесопромышленных предприятий, выбран математический аппарат для обоснования технологических параметров цеха.

Повышение эффективности работы лесохозяйственных и лесопромышленных предприятий в условиях малообъемных лесозаготовок возможно за счет дальнейшего развития «малого» лесопиления. Для эффективной работы таких цехов необходима разработка типажа технологических схем цехов, области их эффективного применения, обоснования техно-

логических параметров. Для решения таких задач требуется формализовать технологический процесс и на основе формализации выбрать математический аппарат для проведения исследований.

Технологический процесс цеха по раскрою круглых лесоматериалов на пилопродукцию с позиций общей теории систем (ОТС) следует рассматривать как систему. Для количественных исследований систем наиболее приемлемой является область ОТС, именуемая абстрактной теорией систем (АТС). АТС имеет иерархическую структуру абстрагирования. Обзор современного состояния математики и работ по АТС позволяет принять следующие уровни абстрактного описания систем: 1) символический или, иначе, лингвистический; 2) теоретико-множественный; 3) абстрактно-алгебраический; 4) топологический; 5) логико-математический; 6) теоретико-информационный; 7) динамический; 8) эвристический. При этом отмечается, что чем ниже уровень абстрагирования, тем большей детализации можно достичь при описании систем. Заслуживает внимания для практического изучения лесотехнических объектов динамический уровень. Динамические системы можно представить и как системы, где процессы протекают непрерывно, и как системы, в которых все процессы совершаются в дискретные моменты времени.

При изучении функционирования сложных динамических систем выделяют следующие основные подходы: непрерывно-детерминированный (D-схемы), дискретно-детерминированный (F-схемы), дискретно-стохастический (P-схемы), непрерывно-стохастический (Q-схемы) и обобщенный или универсальный (A-схемы). Наиболее известным общим подходом к формальному описанию процессов функционирования систем является подход, предложенный Н.П. Бусленко. Этот подход позволяет описывать поведение непрерывных и дискретных, детерминированных и стохастических систем, т.е. по сравнению с перечисленными является обобщенным (универсальным) и базируется на понятии агрегативной системы (англ. Aggregate system), представляющей собой формальную схему общего вида, которую принято называть A-схемой.

Анализ существующих средств моделирования систем и задач, решаемых с помощью метода моделирования на ЭВМ, неизбежно приводит к выводу, что комплексное решение проблем, возникающих в процессе создания и машинной реализации модели, возможно лишь в случае, если моделирующие системы имеют в своей основе единую формальную схему, т.е. A-схему.

С учетом изложенного технологический процесс цеха по выработке пилопродукции рассматривается как сложная многоуровневая система S . Непосредственное изучение такой системы в целом практически не возможно из-за ее сложности. При расчленении системы на ряд самостоятельных по своему назначению, но находящихся в тесной взаимосвязи между собой элементов системы C_1, C_2, \dots, C_n облегчает задачу изучения. Такими элементами в лесобработывающем цехе целесообразно принять станки, объединяемые в технологические линии и потоки различных иерархических уровней по заданным классификационным признакам. Взаимосвязь элементов C_i системы S между собой и с внешней средой при формализованном описании осуществляется по каналам связи при помощи сигналов, при этом выходной сигнал y_i элемента C_i является входным сигналом или частью его x_k элемента C_k . В этой связи и с методологией исследования сложных систем, математическая модель цеха состоит из математических моделей элементов (станков) и математической модели взаимодействия между ними.

Под элементом сложной системы понимается объект, находящийся в каждый момент времени $t \in T$ в одном из возможных состояний $z_i \in Z$ и способный переходить (во времени) из одного состояния в другое под действием внешних и внутренних причин, совершая при этом движение $z(t)$. Движение $z(t)$ элемента системы заключается в его переходах из начального состояния z_0 при t_0 в другие состояния $z_i \in Z$, соответствующие моментам времени $t > t_0$. При этом в описании элемента системы рассматривают не все моменты времени t , а лишь те $t^* \in T$, в которых совершаются интересные исследователя события в функционировании элемента.

Изменение состояния z_i элемента системы совершается в момент времени, близкий к t^* , из точки z в одну из точек z^1 области Z , т.е. новое состояние элемента изображается как z_{t^*+0} , где t^*+0 - момент времени, весьма близкий к t^* . Рассмотренный фрагмент движения (переход от t^* , z^* к t^*+0 , z^1) называют скачком состояния.

За особые состояния элемента-станка, происходящие в опорные моменты t^* под действием внешних и собственных причин, можно принять:

$t^i_{нд}$; $t^i_{кд}$ - текущее время начала и конца деления i -ой заготовки;

$t^i_{ин}$; $t^i_{кп}$ - текущее время начала и конца i -го простоя станка;

$t^i_{инс}$; $t^i_{кпс}$ - текущее время начала и конца i -го простоя станка по собственным причинам;

$t^i_{инз}$; $t^i_{кпз}$ - текущее время начала и конца i -го простоя станка из-за отсутствия заготовок на его питателе;

$t_{\text{нпн}}^i$; $t_{\text{кпн}}^i$ - текущее время начала и конца i -го простоя станка i -го уровня деления из-за переполнения питателей станков последующего уровня деления.

Все значения, при помощи которых определяются опорные моменты времен t^* , являются случайными величинами. При этом часть из них формируется в процессе функционирования станка во взаимодействии с потоком, а другая - датчиком случайных чисел при предварительно заданных исходных данных. Последнее относится к случайным величинам t_d (длительность цикла деления заготовки на станке), $t_{\text{пс}}$ (длительность простоя станка по собственным причинам), $t_{\text{мс}}$ (длительность между собственными простоями станка).

Таким образом, основной модели станка является математическое описание случайных величин t_d , $t_{\text{пс}}$, $t_{\text{мс}}$.

В процессе функционирования элемент сложной системы получает входные сигналы, преобразует их и выдает выходные. Входной сигнал x_i , поступающий на элемент системы в момент t , характеризуется координатами x_1, x_2, \dots, x_n и является элементом множества X входных сигналов.

Аналогично, выходной сигнал y_i , поступающий в момент t , описывается координатами $y_i \in Y$. Формализовано его записывают в виде $y_i = f(t, z_i, x_i)$.

Одной из важнейших составляющих механизма обмена сигналами элементов сложной системы между собой и с внешней средой является определение адресатов передачи сигналов. Для этого каждый элемент системы S_j наделяют входными контактами $X_1^{(j)}, X_2^{(j)}, \dots, X_n^{(j)}$, которые обозначают $[X_i^{(j)}]$, и множеством выходных контактов $Y_1^{(j)}, Y_2^{(j)}, \dots, Y_r^{(j)}$, т.е. $[Y_i^{(j)}]_1^r$. Располагая этими множествами, вводят однозначный оператор $Y_1^{(k)} = R(X_i^{(j)})$, сопоставляющий входному контакту $X_i^{(j)}$ выходной контакт $Y_1^{(k)}$, связанный с ним каналом связи. Совокупность множеств $[X_i^{(j)}]_1^n$ и $[Y_1^{(k)}]_1^r$ и оператора R называют схемой сопряжения в сложной системе S , а оператор R - оператором сопряжения. В общем случае, когда сложная система имеет переменную структуру, оператор сопряжения записывают в виде:

$$Y_1^{(k)} = R(X_i^{(j)}, t, a),$$

где множество контактов $[X_i^{(j)}]_1^n$ и $[Y_1^{(j)}]_1^r$ зависят от $t \in T$ и $a \in A$ (под a понимают параметры системы).

Если под a подразумевать значения параметров бревен, как входных сигналов системы S , то уже после первого уровня деления их на го-

ловных станках в соответствующие моменты времени t будем иметь заготовки не только разного числа, но и различных типов, появляющихся с определенной вероятностью. Первое обстоятельство диктует изменение состава координат выходного сигнала с головных станков, а второе - дополнительно и адресатов их передачи. В этой связи, лесообрабатывающий цех можно интерпретировать как систему со стохастической структурой, связь между элементами которой имеют случайный характер.

При использовании методов теории графов для изучения структуры связей между контактами элементов оператор R задают в виде таблицы, представляющей матрицу смежностей ориентированного графа, вершинами которого являются контакты, а ребрами - элементарные каналы связи.

Вышеизложенное позволяет выбрать для исследования технологического процесса лесообрабатывающего цеха математические схемы динамических систем. Особую значимость из этих схем для проведения научной работы имеет обобщенный (универсальный) подход (A - схемы). Реализация A -схемы подразумевает применение имитационного моделирования объекта исследования.

УДК 630.323

Э.Ф. Герц, В.А. Азаренок, Ю.Н. Безгина

(Уральский государственный лесотехнический университет)

ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРОВ КРОН НА ВЕРОЯТНОСТЬ ПЕРВИЧНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ОСТАВЛЯЕМЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Рассмотрено влияние диаметров кроны на вероятность первичных повреждений при валке деревьев в процессе сплошных рубок. С использованием теории нечетких множеств предложена методика расчета вероятности степени первичных повреждений деревьев, оставляемых на дорощивание, при заданной степени изреживания.

Расчет вероятности беспрепятственной валки дерева при сплошных рубках основывается на наличии свободной площадки (просвета) между деревьями, оставляемыми на дорощивание. Геометрические размеры площадки, принимаемые в расчетах, должны учитывать не только параметры вырубемого дерева, но и диаметры кроны деревьев, ограничивающих эту площадку, что исключает возможность пересечения кроны вырубемого и оставляемых на дорощивание деревьев. Вероятность отсутствия