

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ  
ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПЛАНА РАСКРОЯ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ**

In article results on use of genetic algorithms are resulted at composition, a plan of sawing.

Составление схем раскроя (поставов) при решении задачи оперативного календарного планирования выпилки пиломатериалов из круглых лесоматериалов является наиболее сложной и ответственной задачей. От качества составления поставов зависит полезный выход пиломатериалов.

Существующие в настоящее время алгоритмы составления поставов основаны на формализованном описании зависимостей графиков Н. А. Батина, П. А. Аксенова, составлении поставов методом полного перебора возможных вариантов заданных типоразмеров досок либо решении задачи нелинейного программирования.

По сравнению с графическим методом, ограничивающим возможное количество вариантов поставов, метод полного перебора позволяет получить большое количество вариантов. Недостатком данного метода является большой объем вычислений.

Составление поставов при решении задачи нелинейного программирования требует значительно меньшего объема вычислений для получения поставов с максимальным выходом пиломатериалов.

Для решения этой задачи предлагается применить генетические алгоритмы. Генетические алгоритмы – адаптивные методы поиска, которые в последнее время часто используются для решения задач функциональной оптимизации. Они основываются на идее эволюции с помощью естественного отбора и по принципу «выживает наиболее приспособленный», открытому Чарльзом Дарвином. Подражая этому процессу, генетические алгоритмы способны «развивать» решения реальных задач, если те соответствующим образом закодированы.

В отличие от существующих методик, генетический алгоритм начинает работу с некоторого случайного набора исходных решений, который называется популяцией. Каждый элемент из популяции называется хромосомой и представляет собой некоторое решение проблемы в первом приближении. Хромосома состоит из генов. Каждый ген является частью решения. Хромосомы изменяются (эволюционируют) на протяжении множества итераций, носящих название поколений (или генераций). В ходе каждой итерации хромосома оценивается с использованием некоторой меры соответствия – функции соответствия. Для создания следующего поколения новые хромосомы, на-

зываемые отпрысками, формируются путем скрещивания двух хромосом – родителей из текущей популяции либо путем случайного изменения (мутации) одной хромосомы. Новая популяция формируется, во-первых, путем выбора согласно функции соответствия некоторых родителей и отпрысков и, во-вторых, путем удаления оставшихся для того, чтобы сохранять постоянным размер популяции.

Существует две поисковые стратегии: эксплуатация наилучшего решения и исследование пространства решений. Градиентный метод является примером стратегии, которая выбирает наилучшее решение для возможного улучшения, игнорируя в то же время исследование всего пространства поиска. Случайный поиск является примером стратегии, которая, наоборот, исследует пространство решений, игнорируя исследование перспективных областей поискового пространства. Генетический алгоритм представляет собой класс поисковых методов общего назначения, которые комбинируют элементы обеих стратегий. Использование этих методов позволяет удерживать приемлемый баланс между исследованием и эксплуатацией наилучшего решения. В начале работы генетического алгоритма популяция случайна и имеет разнообразные элементы. Поэтому оператор скрещивания осуществляет обширное исследование пространства решений. С ростом значения функции соответствия получаемых решений оператор скрещивания обеспечивает исследование окрестностей каждого из них. Другими словами, тип поисковой стратегии (эксплуатация наилучшего решения или исследование области решений) для оператора скрещивания определяется разнообразием популяции, а не самим этим оператором.

В общем виде алгоритм решения оптимизационных проблем представляет собой последовательность вычислительных шагов, которые асимптотически сходятся к оптимальному решению. Большинство классических методов оптимизации генерируют детерминированную последовательность вычислений, основанную на градиенте или производной целевой функции более высокого порядка. Эти методы применяются к одной исходной точке поискового пространства. Затем решение постепенно улучшается в направлении наискорейшего роста или убывания целевой функции. При таком поточечном подходе существует опасность попадания в локальный оптимум.

поточечном подходе существует опасность попадания в локальный оптимум.

Генетический алгоритм осуществляет одновременный поиск по многим направлениям путем использования популяции возможных решений. Переход от одной популяции к другой позволяет избежать попадания в локальный оптимум. Популяция претерпевает нечто подобное эволюции: в каждом поколении относительно хорошие решения репродуцируются, в то время как относительно плохие отмирают. Генетические алгоритмы используют вероятностные правила для определения репродуцируемой или уничтожаемой хромосомы, чтобы направить поиск к областям вероятного улучшения целевой функции.

Существует два главных преимущества генетических алгоритмов перед классическими оптимизационными методиками.

1. Генетический алгоритм не имеет значительных математических требований к видам целевых функций и ограничений. Исследователь не должен упрощать модель объекта, теряя ее адекватность и искусственно добиваясь возможности применения доступных математических методов. При этом могут использоваться самые разнообразные целевые функции и виды ограничений (линейные и нелинейные), определенные на дискретных, непрерывных и смешанных универсальных множествах.

2. При использовании классических пошаговых методик глобальный оптимум может быть найден только в том случае, когда проблема обладает свойством выпуклости. В то же время эволюционные операции генетических алгоритмов позволяют эффективно отыскивать глобальный оптимум [3].

Для формирования хромосом создаем гены, соответствующие заданным типоразмерам пиломатериалов (таблица). Для описания генов используем бинарную запись.

Таблица

Кодирование типоразмера досок

Номер типоразмера	Размеры типоразмера доски, мм	Ген
1	0×0×6000	000
2	50×150×6000	001
3	40×150×6000	010
4	40×125×6000	011
5	25×150×6000	100
6	25×100×6000	101

На основании полученных генов формируются хромосомы, которые представляют собой наборы генов. При составлении хромосомы необходимо учитывать количество входящих в нее генов. Так как при распилов-

ке бревен на лесопильных рамах в большинстве своем может быть установлено до 14 пил, то из поставы может выходить 13 типоразмеров досок. Поэтому длина хромосомы составит  $13 \times 3 = 69$  битов. Хромосома будет иметь вид

100001011011011100001011011011100001011.

Формирование хромосом осуществляется путем использования датчика псевдослучайных чисел. Каждое число представляет собой номер типоразмера доски, соответствующий ген которой записывается в хромосому.

Количество хромосом, входящих в популяцию, принималось равным 10.

Далее выполняется расшифровка генов и оценка выхода досок по поставу. Для этого расшифровывается номер типоразмера доски по формуле

$$n_i = \text{ген} \frac{N_{\max}}{2^m - 1},$$

где ген – десятичное число (строка битов);  $N_{\max}$  – количество типоразмеров досок (в нашем случае  $N_{\max} = 6$ );  $m$  – количество разрядов, необходимое для кодирования типоразмера одной доски ( $m = 3$ ).

Проводится расчет выхода пиломатериалов из бревна по поставу. Если выпилить доску заданного типоразмера невозможно, ее объем принимается равным нулю.

Отбор хромосом в следующую популяцию осуществляется в соответствии с ее функцией приспособленности (выхода пиломатериалов по поставу). Для этого используется метод рулетки. Колесо рулетки содержит по одному сектору для каждой хромосомы популяции. Размер  $i$ -го пропорционален соответствующей величине  $p_{sel}(i)$ , вычисляемой по формуле

$$p_{sel}(i) = \frac{\Pi_i}{\sum_{i=1}^n \Pi_i},$$

где  $\Pi_i$  – процентный выход пиломатериалов по  $i$ -му поставу (хромосоме).

При таком отборе хромосомы (поставы) с более высокой приспособленностью с большей вероятностью будут чаще выбираться, чем хромосомы с низкой приспособленностью (рис. 1).

Над выбранными хромосомами (поставами) проводится операция скрещивания. При выполнении этой операции осуществляется обмен частями хромосом между двумя (может быть и больше) хромосомами в популяции. Обмен осуществляется следующим образом. С помощью датчика псевдослучайных чисел выбирается одна из 68 точек разрыва

хромосомы. Точка разрыва – участок между соседними битами в строке. Обе родительские хромосомы разрываются на две части по этой точке. Затем соответствующие участки различных родителей склеиваются и получают две хромосомы потомков. Одноточечный оператор скрещивания (точка разрыва равна 16):

До скрещивания  
 1000010110110111 00001011011011100001011  
 1110000101101101 11000010111000010110110  
 После скрещивания  
 1000010110110111 11000010111000010110110  
 1110000101101101 00001011011011100001011

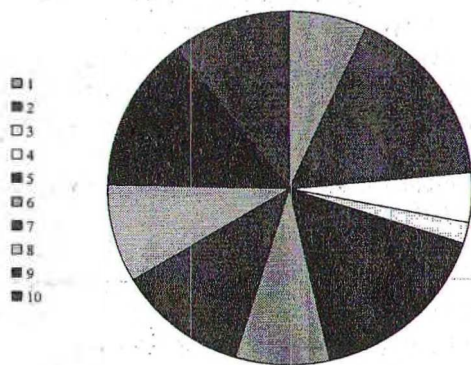


Рис. 1. Оператор селекции типа колеса рулетки с пропорциональными функциями приспособленности секторами

Полученные новые хромосомы популяции подвергаются операции мутации – стохастическому изменению части гена. Приняв значение коэффициента вероятности мутации  $P_{\text{мут}} = 0,01$ , подвергнем в среднем 1% всех битов популяции мутации. Число битов во всей популяции составляет  $10 \times 69 = 690$  бит. Поэтому в среднем в каждом поколении мутирует 6,9 бита. Каждый бит имеет одинаковый шанс подвергнуться мутации. С помощью датчика псевдослучайных чисел выбираются номера битов, которые будут подвергнуты мутации. Значения этих битов будут заменены на противоположные:

Оператор мутации (мутировал 20 бит):

До мутации  
 1000010110110111110 0 0010111000010110110  
 После мутации  
 1000010110110111110 1 0010111000010110110

Работа генетического алгоритма представляет собой итерационный процесс (рис. 2), который продолжается до тех пор, пока не выполняется заданное число поколений или пока выход пилот-материалов для нескольких хромосом (поставов) не составит заранее оговоренной величины.

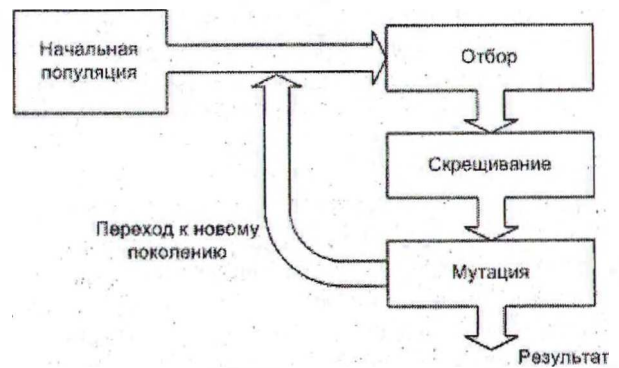


Рис. 2. Алгоритм работы генетического алгоритма

Проведенное компьютерное моделирование по описанному выше алгоритму позволило составить через 2500 поколений 4 поставки (хромосомы), у которых выход пилот-материалов превышал 50%. В первой популяции только одна хромосома (постав) из десяти имела выход свыше 40%. Остальные имели выход от 0 до 15%. Время счета составило порядка одной секунды.

### Литература

1. Чарльз Дарвин. О происхождении видов путем естественного отбора или сохранения благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь // Соч. Т. 3. – М.: Изд-во АН СССР, 1939.
2. John Holland, "Adaptation in Natural and Artificial Systems", 1975.
3. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 1999.