

2. Моделирование свойств и процессов прессования реактопластов / В.Д. Котенко [и др.]. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 284 с.
3. Малкин А.Я., Куличихин С.Г. Реология в процессах образования и превращения реактопластов. – М.: Химия, 1981. – 240 с.
4. Ставров В.П., Дедюхин В.Г., Соколов А.Д. Технологические испытания реактопластов. – М.: Химия, 1981. – 246 с.



УДК 674.8.51–74

П.Б. Рябухин, А.П. Козорез, А.В. Абузов

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В статье представлена математическая модель экономической эффективности технологического процесса функционирования лесопромышленного предприятия, разработанная комплексным способом. Внедрение данной методики может быть эффективно в различных сферах жизнедеятельности общества.

Ключевые слова: экономические показатели, математическая модель, система, технологические процессы, переработка сырья.

P.B. Ryabukhin, A.P. Kozorez, A.V. Abuzov

MATHEMATICAL MODELING IN SOLVING THE TASKS OF FOREST INDUSTRY COMPLEX ENTERPRISES

Mathematical model of technological process economic efficiency of the forest industry enterprise functioning, which has been developed in the complex way is given in the article. Introduction of the given technique can be effective in various spheres of society living.

Key words: economic indices, mathematical model, system, technological processes, raw material processing.

При моделировании технологических процессов одним из основополагающих и ключевых моментов является этап формализации поставленной задачи в виде одного из экономических показателей эффективности процесса и выражения выбранных показателей в виде конкретных математических зависимостей и отношений (функций, уравнений, неравенств и прочее). Разработка экономико-математических моделей представляет собой сложный трудоемкий процесс, состоящий из нескольких этапов: постановки задачи, ее формализации, выбора метода моделирования, построения модели, процесса моделирования, анализа полученного решения и уточнения модели, внедрения модели (решения) в практику.

Математическая модель экономической эффективности технологического процесса (ТП) функционирования лесопромышленного предприятия (ЛПП), систем лесозаготовительных машин (ЛЗМ) и технологического оборудования для переработки древесины строится комплексным способом, при этом одна часть показателей может определяться аналитически, а другая – статистическими методами. Именно такой метод, согласно рекомендации Р. Шеннона [1], дает наилучшие результаты. При этом основная часть факторов может рассчитываться по аналитическим формулам, а некоторые из них по математическим зависимостям, учитывающим вероятностные распределения некоторых параметров.

Принято считать, что главной целью любой производственно-экономической системы (ПЭС) является обеспечение требуемой прибыльности производства. Экономическую эффективность ПЭС, в лице лесопромышленного предприятия, в условиях рыночной экономики определяет прибыльность функционирования технологической системы (ТС) в виде различных типов технологических процессов, систем машин и оборудования для их реализации [2]. Сколь стабильной ни была бы экономика вообще и конкретная рыночная ниша в частности, нет никаких гарантий в том, что данная ситуация может продолжаться достаточно дли-

тельное время. Возможен момент, когда наступает сокращение спроса на выпускаемую продукцию или другие экономические ситуации, в результате чего происходит спад ее производства. Поэтому любая производственно-экономическая система обладает свойством неопределенности, в связи с чем она должна быть достаточно устойчивой к рыночным колебаниям и заранее обезопасить свое производство, предусмотрев определенные резервы в деятельности ТС, или наметить пути ее перевооружения в соответствии с принятыми в регионе программами их развития.

Для реализации такой политики деятельности ПЭС предприятие должно обладать определенной производственной мощностью, которая обеспечивала бы формирование высоконадежного рыночного бизнеса с малым риском. Кроме того, поскольку производственная деятельность ТС направлена на выпуск такого объема и качества продукции, которые обеспечивали бы получение максимума прибыли ПЭС, то цена единицы продукции должна быть не менее минимально допустимого значения, определенного для конкретных природно-производственных условий функционирования данного предприятия.

Для ЛПП Дальневосточного региона возможны следующие варианты технологических процессов с выпуском соответствующей продукции:

производство круглых лесоматериалов;

производство пиломатериалов;

производство топливной щепы из низкотоварной древесины и древесных остатков (НТДО) и отходов лесопиления.

Анализ мест переработки древесного сырья по социальным, экономическим, экологическим и техническим факторам реализации показал, что задачу выбора приоритетных технологий можно разбить на два этапа. Первый этап связан с проблемой определения структуры и метода организации модельных лесопромышленных участков с целью реализации комплексной переработки древесины на верхних лесопромышленных складах. Это позволит уменьшить издержки на транспортировку древесного сырья. Таким образом, обосновывается эффективная промышленная структура переработки низкотоварной древесины в условиях лесосеки с решением вопросов специализации и концентрации производства продукции на базе новых технологий и оборудования.

Оставшаяся после первого этапа часть объема древесных отходов сырьевой базы по ЛПП на втором этапе привязывается к пунктам переработки древесины для производства продукции специализированного характера.

Полная схема глубокой переработки древесного сырья лесопромышленным предприятием представлена на рисунке 1.

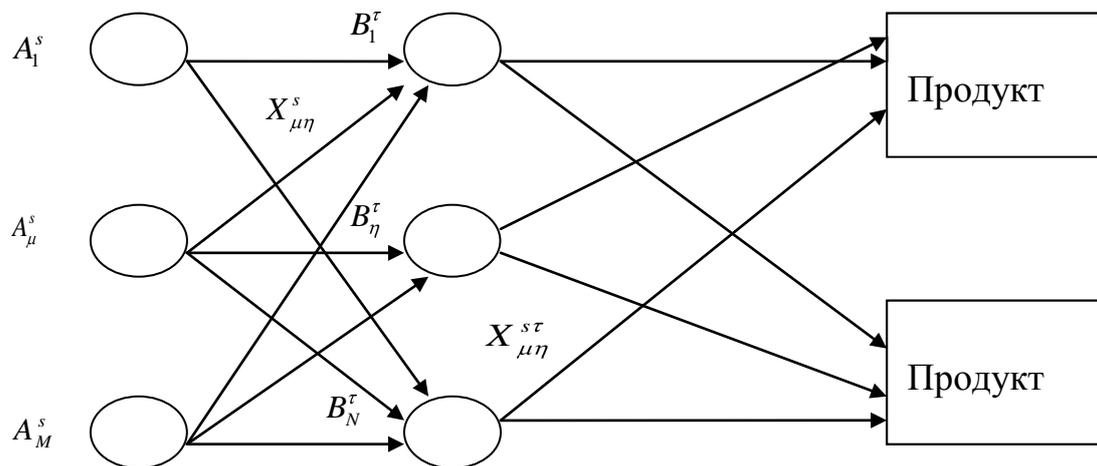


Рис. 1. Полная схема глубокой переработки

Таким образом, возникает сложная многоэтапная и многопродуктовая задача размещения производства с концентрацией различных видов НТДО в местах их возможной переработки с расчетом следующих параметров:

\dot{A}_μ^s – объемы отходов s вида в μ -м пункте (m^3);

$X_{\mu\eta}^s$ – объемы поставки сырья s из пункта μ в пункт переработки η (m^3);

B_{η}^{τ} – расчетная мощность переработки продукта τ -й технологией в η -м пункте переработки (m^3);

$X_{\mu\eta}^{s\tau}$ – объемы поставок продукции, изготовленной по τ -й технологии в η -м пункте (m^3);

В связи с наличием большого числа различий в условиях функционирования лесозаготовительных предприятий (удаленность от центральных электрических сетей, пунктов примыкания, природно-производственные факторы и другие) задачу выбора приоритетных технологий целесообразно разбить на две составляющие:

получение готовой продукции и переработка НТДО силами лесопромышленных предприятий в условиях лесосеки (верхнего лесопромышленного склада);

получение готовой продукции и переработка НТДО силами лесопромышленных предприятий в условиях нижнего лесопромышленного склада.

В качестве показателя экономической эффективности ЛПП принята величина прибыли предприятия от реализации продукции, полученной из всего объема древесины, отпущенной в рубку. Используемый показатель позволяет учесть не только экономическую эффективность ТП, но и уровень использования древесного сырья и, как следствие, степень занятости населения. Тем самым комплексно отражаются основные критерии устойчивого лесопользования – экономический, экологический, социальный. С учетом этих особенностей, объективная и достаточно комплексная оценка при выборе рационального технологического процесса ЛПП должна осуществляться по показателю прибыли F от реализации товарной продукции, получаемой предприятием со всего осваиваемого лесного массива за расчетный период.

Математическая модель экономической эффективности ТП для любой лесосеки арендуемого лесного массива ЛПП может быть представлена в общем виде [3]:

$$F = \sum_{\tau} \sum_{\mu} \sum_{\eta} \sum_s X_{\mu\eta}^s \cdot \lambda_{\mu}^{s\tau} \cdot P^{\tau} - \sum_{\mu} \sum_{\eta} \sum_s \sum_{\tau} X_{\mu\eta}^s \cdot C_{\mu\eta}^{s\tau} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где $X_{\mu\eta}^s$ – общий объем сырья s , полученный с μ лесосеки и доставленный в η пункт переработки за расчетный период;

P^{τ} – средневзвешенная стоимость единицы готового изделия полученной на η пункте переработки за расчетный период;

$\lambda_{\mu}^{s\tau}$ – коэффициент переработки древесного сырья s в η -м пункте переработки по τ -й технологии;

$\mu = \overline{1, n}$ – индекс сырья;

$\eta = \overline{1, m}$ – индекс технологии;

$\tau = \overline{1, l}$ – индекс цены готовой продукции;

$C_{\mu\eta}^{s\tau}$ – ожидаемые суммарные удельные приведенные затраты на весь расчетный период (рассчитывается по формуле (2)).

Удельные приведенные затраты – это затраты на единицу продукции, приведенные к одному (чаще всего отчетному) периоду времени. Определение приведенных затрат должно базироваться на учете всех основных факторов, действующих дифференцированно при различных видах рубок и влияющих на воспроизводство леса, а также на учете динамики показателей древостоя. Динамика запаса отдельных секций лесосек лесного массива будет определять также схему транспортного освоения лесного массива. Здесь может быть несколько характерных случаев:

1. Имеется уже сложившийся основной транспортно-технологический процесс, при этом требуется принять такую систему лесозаготовительных машин перерабатывающего оборудования, которая бы имела минимальные приведенные затраты. Ограничением вариантов здесь может быть существующий тип технологического процесса ЛПП, который определяется видом вывозимого из лесосек товара (дерева, хлысты, сортименты или готовой продукцией в виде пиломатериалов или технологической щепы).

2. Нет сложившегося транспортно-технологического процесса. В этом случае встает вопрос о целесообразности того или иного варианта технологического процесса, включая и транспортное освоение всего лесосечного фонда или его части.

С учетом изложенного, общая для обоих случаев функция для нахождения рационального технологического процесса для μ лесосеки будет иметь вид

$$C = \frac{C_{п.\mu}}{S_{\mu}g_{\mu}} + \frac{C_{л.м\mu}}{\Pi_{\mu}^{л.м}} + \frac{C_{т.т\mu}}{\Pi_{\mu}^{т.т}} + \frac{C_{о.м\mu}}{\Pi_{\mu}^{о.м}} + \frac{C_{п.м\mu}}{\Pi_{\mu}^{п.м}} + \frac{C_{л.в\mu}}{S_{\mu}g_{\mu}} + \frac{C_{т.л\mu}}{\Pi_{\mu}^{т.л}} + \\ + t_{\mu}^{\tau} + \frac{C_{р.о\mu}}{\Pi_{\mu}^{р.о}} + \frac{C_{с.о\mu}}{\Pi_{\mu}^{с.о}} + \frac{C_{р\mu}}{\Pi_{\mu}^р} + \frac{C_{с.т\mu}}{\Pi_{\mu}^{с.т}} + \frac{C_{ш.о\mu}}{\Pi_{\mu}^{ш.о}} + \frac{1}{T_{ок}^{\tau}} \cdot K_{\eta}^{\tau}, \quad (2)$$

где $C_{п.\mu}$ – себестоимость устройства одного погрузочного пункта;

$C_{л.м\mu}, C_{т.т\mu}, C_{о.м\mu}, C_{п.м\mu}$ – себестоимость машино-смены лесозаготовительной техники, применяемой на соответствующих операциях;

$\Pi_{\mu}^{л.м}, \Pi_{\mu}^{т.т}, \Pi_{\mu}^{о.м}, \Pi_{\mu}^{п.м}$ – средневзвешенная производительность в смену соответствующих лесозаготовительных машин, применяемых на μ лесосеке;

$C_{л.в\mu}$ – удельная себестоимость проведения работ по лесовосстановлению на единице площади вырубки;

$C_{т.л\mu}$ – удельная себестоимость транспортировки леса по лесовозной дороге различного типа (усу, ветке и магистрали) с μ лесосеки;

$\Pi_{\mu}^{т.т}$ – средневзвешенная производительность в смену соответствующих машин для транспортировки продукции, применяемых на μ лесосеке;

$C_{р.о\mu}, C_{с.о\mu}, C_{р\mu}, C_{с.т\mu}, C_{ш.о\mu}$ – себестоимость машино-смены разгрузочного, сучкорезного, раскрывочного, сортировочного и штабельного оборудования на лесопромышленном складе;

$\Pi_{\mu}^{р.о}, \Pi_{\mu}^{с.о}, \Pi_{\mu}^р, \Pi_{\mu}^{с.т}, \Pi_{\mu}^{ш.о}$ – средневзвешенная сменная производительность соответствующего оборудования при работе на μ лесосеке;

K_{η}^{τ} – удельные капитальные вложения в τ технологии в η пункте переработки сырья и производства продукции (вложения на единицу продукции), руб/м³;

$T_{ок}^{\tau}$ – срок окупаемости затрат на τ технологию (год). Срок окупаемости определяет период времени, необходимый для получения от инвестиций достаточных денежных потоков для покрытия или окупаемости первоначальных инвестиций в основные средства. При расчете срока окупаемости инвестиции считаются прибыльными, если вычисленный период меньше некоторого predetermined количества лет;

t_{μ}^{τ} – удельные приведенные затраты на транспортировку низкотоварной древесины из μ источника к τ потребителю, данная величина рассчитывается по формуле (3);

$$t_{\mu}^{\tau} = TL_{\mu\tau}, \quad (3)$$

где T – тариф на перевозку единицы отходов производства на единицу расстояния (руб/м³);

$L_{\mu\tau}$ – расстояние от источника μ до τ пункта потребления сырья (км).

Ограничения для целевой функции (ограничения по мощностям (4), ограничения по сырью (5) и условия неотрицательности (6)):

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{\mu=1}^m \sum_{s=1}^z X_{\mu\eta}^s \cdot \lambda_{\eta}^{s\tau} \leq B_{\eta}^{\tau}, \quad \mu = \overline{1, n}; \eta = \overline{1, m}; \tau = \overline{1, l}, \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{\mu=1}^n \sum_{s=1}^z X_{\mu\eta}^s = A_{\mu}, \quad \mu = \overline{1, n}, \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{\mu\eta}^s \geq 0, \quad \mu = \overline{1, n}; \eta = \overline{1, m}, \end{array} \right. \quad (6)$$

где A_{μ} – объем ресурсов на μ лесосеке;
 B_{η}^{τ} – мощность η -го пункта переработки по τ -й технологии;
 $\lambda_{\eta}^{s\tau}$ – коэффициент переработки.

В рассмотренной модели предполагается, что суммарные запасы меньше суммарных потребностей, что может быть выражено неравенством

$$\sum_{\mu=1}^m A_{\mu} \leq \sum_{\eta=1}^n B_{\eta} \cdot \lambda_{\eta}^{s\tau} \quad (7)$$

При этом функция принимает вид открытой модели в том случае, если суммарные потребности превышают суммарные запасы. В этом случае вводится фиктивный поставщик A_{m+1} , запасы которого определяются по формуле

$$A_{m+1} = \sum_{\eta=1}^n B_{\eta} - \sum_{\mu=1}^m A_{\mu} \quad (8)$$

Стоимость перевозки единицы груза от фиктивного поставщика полагают равным нулю, так как груз в обоих случаях не перевозится. После преобразований задача принимает вид закрытой модели и решается обычным способом [4].

Сравнение общей стоимости реализованной продукции, которую можно получить при проведении на μ лесосеке различных рубок, характеризует не только тот или иной вид рубки, но и экологический ущерб от них и производится в виде зависимости

$$\sum_{\mu=1}^n \sum_{\eta=1}^m (P^{\tau} \cdot X_{\mu\eta}^s), \quad (9)$$

Осваиваемый лесной массив состоит из μ лесосек суммарной площадью $\sum S_{\mu}$. Тогда общий объем древесины $X_{\mu\eta}^s$, заготовленной в лесном массиве к концу расчетного периода, составит

$$\sum_{\mu=1}^n \sum_{\eta=1}^m X_{\mu\eta}^s = \sum_{\mu=1}^n \sum_{\eta=1}^m \mu_{\mu}^* \cdot g_{\mu} \cdot S_{\mu} \cdot \mu_{\mu}, \quad (10)$$

где μ_{μ}^* – интенсивность рубки;
 μ_{μ} – коэффициент, учитывающий выход товарной продукции из переработанного сырья;
 g_{μ} – таксационный показатель запаса древесины на 1 гектаре.

По товарным и сортиментным таблицам [5] определяется вероятный выход товарной продукции и ее возможная стоимость при различных видах рубки:

$$\sum_{\mu=1}^n \sum_{\eta=1}^m P_{\mu\eta} = C_{1z_0} Q_{1z_0} + \dots + C_{1z_T} Q_{1z_T}, \quad (11)$$

где C_{1z_0}, C_{1z_T} – стоимость единицы объема соответствующего сортимента z , полученного в μ лесосеках;

Q_{1z_0}, Q_{1z_T} – объем сортиментов, полученный в i лесосеках.

Ожидаемая средневзвешенная стоимость единицы продукции за весь период определится по формуле

$$P^r = \frac{\sum_{\mu=1}^n \sum_{\eta=1}^m P_{\mu\eta}}{\sum_{\eta=1}^m \sum_{\mu=1}^n X_{\mu\eta}^s} \quad (12)$$

Таким образом, целевая функция может быть выражена следующей моделью:

$$P = \frac{\sum_{\mu=1}^n \sum_{\eta=1}^m \sum_{\tau=1}^l (P^r - C_{\mu\eta}^r) \cdot X_{\mu\eta}^s}{\sum_{\mu=1}^n \sum_{\eta=1}^m \sum_{\tau=1}^l C_{\mu\eta}^r \cdot X_{\mu\eta}^s} \rightarrow \max, \quad (13)$$

где P – рентабельность производства;

$C_{\mu\eta}^r$ – удельные приведенные затраты на производство продукции по τ технологии в η месте (пункте) реализации технологии, доставленной с μ источника;

P^r – средневзвешенная стоимость единицы готового изделия, полученного при реализации τ технологии;

При этом на целевую функцию накладываются ограничения по сырью A_{μ} и по мощности переработки B_j :

$$\begin{cases} \sum_{\mu=1}^m \sum_{s=1}^z X_{\mu\eta}^s \cdot \lambda_{\eta}^{s\tau} \leq B_{\eta}^r, \mu = \overline{1, n}; \eta = \overline{1, m}; \tau = \overline{1, l} & (14) \\ \sum_{\mu=1}^n \sum_{s=1}^z X_{\mu\eta}^s = A_{\mu}, \mu = \overline{1, n}, & (15) \\ X_{\mu\eta}^s \geq 0, \mu = \overline{1, n}; \eta = \overline{1, m}. & (16) \end{cases}$$

Альтернативным вариантом реализации НТДО является их прямая продажа перерабатывающему предприятию по рыночным ценам, но с прямой доставкой до предприятия.

Математическая модель в данном случае примет вид

$$F = \sum_{\mu=1}^n \sum_{\eta=1}^m X_{\mu\eta} \cdot P1 - \sum_{\mu=1}^n \sum_{\eta=1}^m \sum_{r=1}^s \sum_{\tau=1}^r X_{\mu\eta} \cdot C_{\mu\eta\tau} \rightarrow \max, \quad (17)$$

где $X_{\mu\eta}$ – общий объем низкотоварной древесины, полученный с μ лесосеки и доставленный в η пункт;

$P1$ – средневзвешенная стоимость низкотоварной древесины на η пункте;

$\mu = \overline{1, n}$ – индекс сырья;

$\eta = \overline{1, m}$ – индекс пункта склада;

$r = \overline{1, s}$ – индекс завода потребителя;

$C_{\mu\tau}$ – ожидаемые суммарные удельные приведенные затраты на весь расчетный период. Данная величина рассчитывается по формуле

$$C_{\mu\tau} = \frac{C_{п.\mu}}{S_{\mu} g_{\mu}} + \frac{C_{л.\mu\mu}}{\Pi_{\mu}^{л.\mu}} + \frac{C_{т.\tau\mu}}{\Pi_{\mu}^{т.\tau}} + \frac{C_{о.\mu\mu}}{\Pi_{\mu}^{о.\mu}} + \frac{C_{п.\mu\mu}}{\Pi_{\mu}^{п.\mu}} + \frac{C_{л.в\mu}}{S_{\mu} g_{\mu}} + \frac{C_{т.\mu\mu}}{\Pi_{\mu}^{т.\mu}} +$$

$$+ t_{\mu}^r + \frac{C_{p.o\mu}}{\Pi_{\mu}^{p.o}} + \frac{C_{c.o\mu}}{\Pi_{\mu}^{c.o}} + \frac{C_{p\mu}}{\Pi_{\mu}^p} + \frac{C_{c.t\mu}}{\Pi_{\mu}^{c.t}} + \frac{C_{ш.o\mu}}{\Pi_{\mu}^{ш.o}} + \frac{1}{T_{ок}^r} \cdot K_{\eta}^r, \quad (18)$$

t_i^r – удельные приведенные затраты на транспортировку НТДО из μ источника к r потребителю (рассчитывается по формуле (3));

Ограничения для целевой функции (ограничения по мощностям (19), ограничения по сырью (20) и условия неотрицательности (21)):

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{\mu=1}^m X_{\mu\eta r} \leq B_{\mu}^r, \quad \mu = \overline{1, n}; \eta = \overline{1, m}; r = \overline{1, s}, \end{array} \right. \quad (19)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{\mu=1}^n X_{\mu\eta r} = A_{\mu}, \quad \mu = \overline{1, n}, \end{array} \right. \quad (20)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{\mu\eta} \geq 0, \quad \mu = \overline{1, n}; \eta = \overline{1, m}. \end{array} \right. \quad (21)$$

Представленное выше описание ограничительных условий является определяющим при использовании древесных ресурсов лесозаготовительного предприятия в случае производства и реализации сторонним предприятиям готовой продукции в виде круглых лесоматериалов и низкотоварной древесины и ствольных остатков. Построенная модель по определению рентабельности ЛЗП от реализации избранного технологического процесса полностью отражает условия использования лесосырьевых и производственных ресурсов предприятия в условиях рыночной экономики [5].

После преобразований данная задача линейного программирования принимает вид закрытой модели и решается с использованием транспортного алгоритма методом потенциалов [4] в виде компьютерной программы, разработанной на базе языка программирования UML [6,7] и при помощи ППП MS Office Excel. В качестве подпрограмм будет использоваться стандартный пакет программ LP98 [8].

Выводы

1. Разработанная математическая модель позволяет определить применимость и комплексную эффективность систем лесозаготовительных машин и технологических процессов в широком диапазоне факторов, реализовать выбор оптимальных систем машин и оборудования в зависимости от применяемого технологического процесса и объема заготавливаемой продукции.

2. Внедрение данной методики может быть эффективно в различных сферах жизнедеятельности общества. В частности, экономический эффект от комплексного использования низкотоварной древесины и отходов деревообработки способствует росту прибыльности предприятий лесной отрасли, обеспечивает вероятность выхода на зарубежные рынки предприятия региона не в качестве поставщиков сырья, а в качестве поставщика готовой высококачественной продукции.

3. Программный продукт, разработанный в данной оболочке, даст возможность расчета и анализа экономической эффективности функционирования ЛПП по различным типам технологического процесса с рациональным использованием древесного сырья.

4. Реализация математической модели в виде программного продукта позволит оптимизировать структуру перерабатывающих производств и создать имитационную модель функционирования предприятий по переработке низкотоварной древесины и отходов лесозаготовок в различных природно-производственных условиях Дальневосточного региона.

Литература

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 420 с.
2. Рябухин П.Б., Казаков Н.В., Луценко Е.В. Алгоритм решения задачи по комплексной оценке технологических процессов лесопромышленных предприятий // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2008. – № 1. – С.26–33.
3. Горошко С.К. Экономика безотходных технологий лесного комплекса. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 184 с.
4. Назаренко И.Н. Экономическая оценка технологий лесозаготовок в условиях рыночной организации лесопользования (на примере Московской области): дис. ... канд. экон. наук. – М.: МГУЛ, 2002. – 175 с.

5. Петров А.П. Экономическое стимулирование комплексного использования древесного сырья. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 104 с.
6. Леоненков А.В. Самоучитель UML. – СПб.: БХВ-Санкт-Петербург. 2001. – 304 с.
7. Буч Г. Язык UML. Руководство пользователя. – М.: Бином, 1999. – 560 с.
8. Ефремова С.А. Оптимизация использования производственных ресурсов лесопромышленных предприятий: дис. ... канд. экон. наук. – СПб.: Изд-во ГЛТА, 1998. – 179 с.



УДК 004 (075.8)

И.Н. Курко, В.П. Кушнир

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ БЕЗОПАСНОСТИ В РАМКАХ ПРОТОКОЛА IPSEC

Объединение обширной информации в рамках IPSec предоставляет возможность оптимально сформировать разные классы защиты.

Методы поисковой оптимизации открывают путь к построению и поддержанию на оптимальном уровне, на основе протокола IPSec, множества виртуальных сетей, различающимися своими параметрами.

Ключевые слова: *протокол, оптимизация, политика, безопасность, переходная вероятность, симплекс.*

I.N. Kirko, V.P. Kushnir

SAFETY MECHANISM OPTIMIZATION WITHIN THE FRAMES OF IPSEC PROTOCOL

Vast information gathering within the frames of IPSec gives the possibility to form various classes of safety in the optimal way. Search optimization methods open the door to formation and optimal maintenance on the basis of IPSec protocol of a lot of virtual nets, which differ in their parameters.

Key words: *protocol, optimization, policy, safety, transition probability, simplex.*

Совершенство механизмов безопасности, предлагаемая в рамках протокола IPsec – это основа, на которой может строиться реализация виртуальных частных сетей, обеспечиваться защищенное взаимодействие мобильных систем с корпоративной сетью, защита прикладных потоков данных и т.п. Работа в рамках стандартов IPsec обеспечивает полную защиту информационного потока данных от отправителя до получателя.

Средства безопасности для IP описываются семейством спецификаций IPsec. Протоколы IPsec обеспечивают управление доступом, целостность вне соединения, аутентификацию источника данных, защиту от воспроизведения, конфиденциальность и защиту от анализа трафика.

Архитектура средств безопасности для IP-уровня – это, прежде всего, протоколы обеспечения аутентичности (протокол аутентифицирующего заголовка – **Authentication Header, AH**) и конфиденциальности (протокол инкапсулирующей защиты содержимого – **Encapsulating Security payload, ESP**), а также механизмы управления криптографическими ключами. На более низком архитектурном уровне располагаются конкретные алгоритмы шифрования, контроля целостности и аутентичности. Наконец, роль фундамента выполняет домен интерпретации (**Domain of Interpretation, DOI**), являющийся базой данных, хранящей сведения об алгоритмах, их параметрах, протокольных идентификаторах и т.п. Для задания алгоритмов IPsec используется протокол ассоциаций (набор параметров) безопасности и управления ключами – **ISAKMP**.

Протоколы обеспечения аутентичности и конфиденциальности в IPsec не зависят от конкретных криптографических алгоритмов.

Алгоритмическая независимость протоколов требует предварительного согласования набора применяемых алгоритмов и их параметров, поддерживаемых общающимися сторонами, т.е. стороны должны выработать общий контекст безопасности (**Security Association, SA**) и затем использовать такие его элементы, как алгоритмы и их ключи. За формирование контекстов безопасности в IPsec отвечает особое семейство протоколов.

Системы, реализующие IPsec, должны поддерживать две базы данных: