

лекарственных растений повреждаются лесные культуры, снижается продуктивность лесных угодий.

Платежи за нормативный экологический ущерб принципиально отличаются от экономических санкций за нарушение правил природопользования, выполняющих функцию экономического наказания и, как правило, в несколько раз превышающих уровень экологического ущерба. Платежи за нормативный экологический ущерб должны выполнять главным образом планово-учетную функцию и взиматься в размере экологического ущерба и только в тех случаях, когда технологические процессы осуществляются в соответствии с требованиями экологических стандартов.

Поскольку использование большинства компонентов лесосырьевых ресурсов сопровождается экологическим ущербом, целесообразно оба вида платежей вводить одновременно, особенно если уровень экологического ущерба приближается к уровню платы за использование лесосырьевых ресурсов (или превышает ее). Так, по нашим расчетам, уровень платы за экологический ущерб при заготовке березового сока выше, чем за использование его ресурсов. Значителен экологический ущерб и при подсочке хвойных насаждений. Поэтому платежи за нормативный экологический ущерб следует вводить в первую очередь при добыче живицы и соков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Закон Украинской Советской Социалистической Республики об охране окружающей природной среды. - Киев: Украина, 1991. - 59 с. [2]. Лесной кодекс Украины. - Львов, 1995. - 33 с. [3]. Синякевич И. М., Врублевская Е. В. Возмещение экологического ущерба как элемент платности лесопользования // Лесн. журн. - 1993. - № 5 - 6. - С. 166 - 169. - (Изв. высш. учеб. заведений)

Поступила 17 ноября 1995 г.

УДК 630*79:330.43

А. Б. ЛОВКОВ

С.-Петербургская лесотехническая академия



Ловков Александр Борисович родился в 1963 г., окончил в 1985 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления в лесном комплексе С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет 18 печатных работ в области исследования лесного рынка, математического моделирования экономических процессов в лесной промышленности и лесном хозяйстве.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕСНОГО РЫНКА

Представлен и обоснован для имитационного моделирования лесного рынка метод системной динамики. В качестве примера приведен блок формирования запаса древесины.

The system dynamics method for simulation of timber market has been presented and substantiated. The timber stock-forming block is cited as an example.

С появлением лесного рынка в нашей стране возникает необходимость в изучении его структуры, особенностей, тенденций развития, а также реальная потребность в прогнозировании хотя бы на ближайшую перспективу. С поставленными задачами позволяет справиться экономико-математическое моделирование рынка. Методы моделирования, применяемые в настоящее время в экономике лесной промышленности и лесного хозяйства, в большей мере ориентированы на получение оптимального решения. Однако оптимизация не пригодна для моделирования рынка в целях изучения, например, реакции на падение спроса на определенный вид древесины в стране или за рубежом. Нужны другие приемы и методы, позволяющие изучить лесной рынок как сложную систему с учетом всех имеющихся связей. Один из них – метод системной динамики, положенный в основу наших исследований на кафедре управления в лесном комплексе ЛТА.

Системная динамика представляет собой качественный метод моделирования и имитации сложных динамических экономических систем, отличающихся нелинейными и сильно разветвленными структурами контуров регулирования. Этот метод был предложен американским ученым Дж. Форрестером в легко воспринимаемой и специально приспособленной для цифрового моделирования форме [2].

Основная идея Форрестера состоит в том, что экономические системы не поддаются исследованию чисто интуитивными качественными методами, так как поведение таких систем, обладающих сложной динамической структурой, часто противоречит интуиции [3].

Исследования Форрестера связаны с анализом промышленных предприятий, развития городов и регионального планирования. В основе его моделей лежат общие структурные элементы, пригодные для моделирования практически любых экономических систем:

темпы – параметры потоков, служащие входом интегрирующих звеньев;

уровни – параметры запасов, получаемые интегрированием соответствующих параметров потоков;

функции решений, представляющие собой чаще всего нелинейное соотношение между параметрами запасов, потоков и вспомогательными переменными.

Системная динамика позволяет изучать свойства обратной связи при функционировании различных экономических систем.

Количественное исследование моделей системной динамики осуществляется обычно с помощью специальных языков программирования (например DYNAMO), базирующихся, как правило, на простейшем принципе прямоугольного интегрирования, что позволяет ускорить вычисления.

Лесной рынок как экономическая система содержит большое количество обратных связей. Его структура может быть описана с помощью перечисленных элементов, что позволяет выбрать в качестве метода моделирования системную динамику. Моделирование подобного типа относится к классу имитационного и нацелено на получение сведений, прежде всего, о динамических характеристиках системы.

Построение модели системной динамики требует глубокого знания теории регулирования, общей теории систем, методов и средств управления, а также опыта программирования сложных динамических систем. В настоящей статье из-за ограничения объема дано упрощенное изложение этапов построения некоторых блоков модели российского лесного рынка в целях создания представления о возможностях системной динамики в области моделирования рыночных процессов в лесном комплексе.

Блок, относящийся к описанию условий формирования запаса древесины, может быть рассмотрен как отдельная, вполне полноценная модель.

Приведенная ниже схема показывает структуру модели (рис. 1).

На запас (z) влияют прирост древесины (p) и потеря древесины (a). Прирост повышает запас в следующем периоде (позитивная обратная связь: запас – прирост – запас), потеря древесины понижает его (негативная обратная связь). Прирост зависит от принятого в данном случае постоянным процента прироста и запаса. Потеря древесины складывается из рубки и потери запаса (его отмирающей части). Рубка в этой модели выступает как функция запаса и величины пользования, которая принята постоянной средней за последние годы.

В системно-динамических моделях имеется три основных типа переменных и уравнений.

Переменные уровня (Levels) являются аккумулярованными во времени показателями системы, как, например, запас древесины. Они

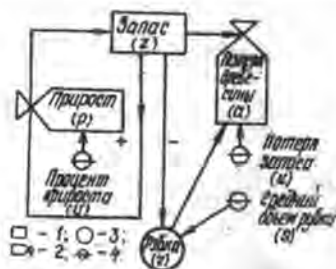


Рис. 1. Структура модели формирования запаса: 1 – уровень; 2 – темп потока; 3, 4 – вспомогательные и экзогенные переменные

описывают определенное состояние модели (уровень) и могут оставаться постоянными величинами, если все потоки в системе находятся в спокойном состоянии. Если прирост и потеря древесины снижаются до нуля (или до одинакового уровня), то запас древесины остается неизменным.

Потоки в модели отображены через показатели потоков (уравнения темпов – Rates). В нашем примере это прирост и потеря древесины, зависящие в конечном итоге от ее запаса.

Вспомогательные величины (Auxiliaries) в противоположность переменным уровня и величинам потоков выделены как независимые понятия, поскольку имеют самостоятельное значение. Вспомогательной переменной в нашем примере является рубка, которая получается в результате умножения ее среднего объема на изменение запаса.

Кроме этих основных переменных в нашей простой модели встречаются константы и стартовые показатели (начальные условия). Имитационная модель начинает функционировать с помощью стартовых показателей, запускающих модель в действие. Они необходимы для определения уровня (например уровня древесного запаса в начале моделирования), которые с течением времени изменяются под воздействием величин потоков. Константы остаются неизменными в общем промежутке времени, выбранном для моделирования (например процент прироста и потеря запаса). Нашу модель выразим следующими уравнениями:

$$z_k = z_j + dt (p_{jk} - a_{jk}); \quad (1.L)$$

$$p_{kl} = z_k v; \quad (1.R)$$

$$a_{kl} = r_k / (1 - u); \quad (2.R)$$

$$z_k = (z_0 / z_0) s. \quad (1.A)$$

Она может быть реализована на ЭВМ с помощью специальных программных пакетов (например Professional Dynamo Plus и др.)

Значение уровня z для запаса в соответствующий момент времени k определяют сложением запаса предшествующего периода j (в первом периоде – стартовый показатель) и интервала решения (dt), умноженного на разность прироста и потери древесины между моментами времени j и k . Уравнение уровня всегда должно быть обозначено буквой L (Level). Буква R означает уравнение темпа (Rate). Прирост древесины получают умножением запаса на процент прироста. Последний сформулирован как константа.

Другое уравнение темпа отражает потерю древесины, которую находят из объема рубки и процента потери запаса, определяемого как константа. Буква A указывает на вспомогательное уравнение (Auxiliary). В модели оно составлено для объема рубки, получаемого умножением изменения запаса древесины (запаса в момент времени k , деленного на начальный запас z_0) на средний объем рубки. Уравнение показывает, что объем рубки повышается (понижается) на столько же процентов, что и запас. В результате реализации такой модели должны быть получены соотношения потери, прироста и запаса древесины в

течение некоторого интересующего нас промежутка времени (например 100 лет).

Эти соотношения, которые можно выразить графически, характеризуют ситуацию, когда потеря древесины всегда ниже прироста, а запас и прирост, как объем рубки и потери древесины, постоянно растут. Основная причина такой тенденции – принятый постоянным процент прироста. Из теории продуктивности насаждений известно, что процент прироста не остается постоянным во времени, а изменяется в зависимости от многих факторов, например от среднего возраста. Если пользование меньше возможного, растет запас и средний возраст древостоя. С увеличением возраста процент прироста падает, с понижением – растет.

Приближение модели к реальности должно идти по пути включения в нее процента прироста древесины как эндогенного фактора. Хотя и в представленном выше простейшем варианте модель дает нам полезные сведения о динамике основных лесохозяйственных показателей в зависимости от изменения экзогенных вводов (процент прироста, средний объем рубки, потери запаса в результате отмирания древостоя).

Внесем в модель рыночные экономические составляющие. Связи предложение – спрос – цена не просто усложняют модель. Помимо сформулированного по-новому значения объема рубки древесины (как стороны предложения) необходимо ввести две новые переменные: цену и спрос. Приведенная на рис. 2 схема показывает взаимосвязь между предложением (P_1, P_2) и спросом (C_1, C_2) в двух различных моментах времени.

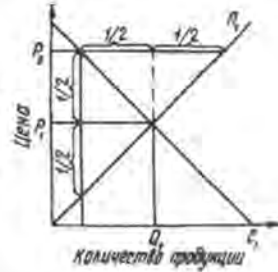
В соответствии с экономической теорией предложение древесины должно быть выражено возрастающей кривой (с ростом цены производители больше производят), а спрос на древесину – нисходящей (с возрастанием цены потребители меньше потребляют). В точке пересечения кривых находится так называемая цена равновесия. С течением времени обе кривые не остаются неизменными, а находятся в движении. Например, кривая предложения из-за изменения запаса древесины сдвигается либо вправо (при возрастании запаса), либо влево (при снижении). Кривая спроса сдвигается из-за изменения численности населения, среднего дохода и других параметров.

Состояние равновесия в модели технически невозможно определить из-за наличия трех переменных (цена, предложение, спрос) в двух



Рис. 2. Связь между предложением, спросом и ценой

Рис. 3. Перенесение количественных соотношений предложения и спроса на ценовые соотношения в случае линейной зависимости предложения и спроса от цены с коэффициентом + 1 или - 1



уравнениях, описывающих изменение предложения и спроса в зависимости от цены. Одна из трех переменных должна быть обязательно найдена. Наша модель позволяет решить эту проблему при помощи запаздывания цены. Эта цена, уже рассчитанная в предыдущем периоде, определяет потенциальное предложение и спрос в текущем периоде. Соотношение этих показателей дает новую цену продукции, характеризующую потенциальное предложение и спрос следующего периода.

Необходимо ввести в модель такой механизм, который позволял бы корректировать цену предшествующего и вычислять цену текущего периодов. Переменная, характеризующая цену, должна быть сформулирована как величина уровня так, чтобы цена текущего периода получалась на основе цены предыдущего периода и показателя изменения (темпа потока), представляющего собой соотношение потенциальных предложения и спроса.

При любой цене, отличной от цены равновесия, происходит перевес предложения или спроса. Механизм корректировки цены связан с тем, что при отсутствии равновесия точка равновесия находится точно посередине между потенциальными предложением и спросом. А количественные соотношения переносятся на соотношения цен. Такое предположение было бы математически верно, если бы обе зависимости были линейны с коэффициентом +1 или -1 (рис. 3), хотя такой случай далек от реальности. В специальной литературе об этой ситуации говорится, что при иных условиях установлены только незначительные отклонения от данного предположения [1].

Итак, основные уравнения имеют следующий вид:

$$z_k = z_j + dt (p_{jk} - a_{jk}); \tag{1.L}$$

$$p_{kl} = z_k v; \tag{1.R}$$

$$a_{kl} = r_k / (1 - u); \tag{2.R}$$

$$f_k = (z_k / z_0) s_k; \tag{1.A}$$

$$s_k = b c_k^\alpha; \tag{2.A}$$

$$r_k = 0,5 (f_k + h_k); \tag{3.A}$$

$$c_k = c_j + dt (g_{jk} c_j); \tag{2.L}$$

$$g_{kl} = ((h_k / f_k) - 1) / 2; \tag{3.R}$$

$$h_k = w_k n_k; \tag{4.A}$$

$$w_k = w_j + dt (\gamma w_j); \tag{3.L}$$

$$n_k = q c_k^\beta. \tag{5.A}$$

Уравнение (1.L) определяет формирование запаса древесины, (1.R) – прирост, (2.R) – потерю древесины, (1.A) – потенциальный объем рубки, (2.A) – кривую предложения лесного рынка, (3.A) – фактический объем рубки, (2.L) – цену древесины, (3.R) – механизм изменения цены, (4.A) – потенциальный спрос на древесину, (3.L) – показатель изменения спроса, где γ – общеэкономический показатель роста или падения валового национального продукта, (5.A) – кривую спроса лесного рынка.

В этих формулах α и β – эластичность соответственно предложения и спроса по цене, b и q – коэффициенты функций.

Кривая предложения (s_k) сформулирована как нелинейная функция, зависящая от цены древесины (c_k), а также от эластичности предложения (α). Потенциальное предложение древесины (f_k) связано еще с изменением запаса. Параметры кривой предложения (b , α) следует устанавливать на основе экономических оценок.

Кривая спроса (n_k) также сформулирована как нелинейная функция, зависящая от цены (c_k) и эластичности спроса (β). Потенциальный спрос (h_k) находится в движении, обусловленном показателем роста, который связан с параметром общеэкономического роста или спада (γ). Величины q и β установлены с помощью экономических процедур.

Фактический объем рубок рассчитывают как среднее значение между f_k и h_k .

Расчет цены начинается со стартового (начального) значения c_0 . Показатель изменения цены ($g_{k,t}$) представляет собой половину отклонения потенциального предложения (f_k) от потенциального спроса (h_k). Так как величина потенциального спроса стоит в числителе, а потенциального предложения – в знаменателе, то при перевесе спроса цена возрастает, при перевесе предложения – падает.

На основе этой модели можно с достаточной степенью достоверности установить динамическую связь цены, объемов спроса и предложения в рамках определенного промежутка времени. Кроме того, при имитации появляется также результат динамического изменения запаса древесины, связанный с развитием лесного рынка. Для исследователя рыночных процессов в лесной промышленности важны изменения во времени потенциального спроса, цены древесины на лесном рынке, запаса и прироста древостоя.

Наша модель, позволяющая имитировать эти изменения во взаимосвязи, может явиться необходимым инструментом при исследовании структуры лесного рынка, динамики и факторов, влияющих на его развитие.

В связи с ограничением объема статьи процесс формирования имитационной системно-динамической модели обрисован лишь схематично. Однако принцип ее действия может послужить основой для построения аналогичных моделей в области экономики лесной промышленности и лесного хозяйства.