

# Моделирование развития лесного комплекса Республики Беларусь

Забродская Н.Г.<sup>1</sup>, Липницкий Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

<sup>2</sup>Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова БГУ

Лесной комплекс Республики Беларусь включает лесное хозяйство и отрасли, обеспечивающие заготовку и переработку древесного сырья. Являясь одной из самых лесистых территорий Европы, республика должна задумываться об ее охране и рациональном использовании.

**Материал и методы.** Методологическую основу исследования составили комплексный анализ и системный подход в рассмотрении лесного комплекса республики. Информационной базой послужили научные статьи и документы Минлесхоза. При этом использовались методы сравнительного анализа, группировки, обобщения, моделирования.

**Результаты и их обсуждение.** В статье дан анализ состояния лесного хозяйства и деревообрабатывающей промышленности Республики Беларусь. Отмечены вопросы возрастной структуры лесов, саморегуляции лесных экосистем. Подняты проблемы развития лесного рынка республики, освещены роль в нем лесхозов, вопросы структуры поставляемых на экспорт лесоматериалов. Дан сравнительный анализ с организацией работы лесного хозяйства зарубежных стран. Для эффективного развития производств лесного комплекса необходима выработка стратегии, основанной на принципах рационального использования древесины и неистощимого лесопользования. Указаны особенности лесного хозяйства, требующие отражения в экономико-математических моделях. Предложена структурно-логическая схема многоуровневой модели устойчивого развития лесного комплекса. Указаны задачи, которые необходимо решить на каждом уровне структурно-логической схемы. Разработана математическая модель и даны расчетные формулы для решения задач, поставленных для каждого уровня разработанной схемы. Указаны факторы, которые необходимо учитывать при размещении лесоперерабатывающих производств. Приведены правила расчета затрат на производство и транспортировку сырья и готовой продукции. Даны результаты анализа выходных параметров задачи оптимизации размещения производств лесного комплекса.

**Заключение.** Применение предложенной методики повышает точность прогнозных математических расчетов для краткосрочного периода и расширяет возможности планирования на долгосрочный и среднесрочный периоды, что обеспечивает рациональное использование древесины и получение ожидаемого экономического эффекта.

**Ключевые слова:** лесной комплекс, моделирование, структурно-логическая схема.

# Modeling of the Development of the Forest Complex of the Republic of Belarus

Zabrodskaya N.G.<sup>1</sup>, Lipnitski L.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,

<sup>2</sup>International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University

The forest complex of the Republic of Belarus includes forestry and industries that ensure the harvesting and processing of raw wood. Being one of the most wooded territories of Europe, the Republic should think about its protection and rational use.

**Materials and methods.** The methodological basis of the study was a comprehensive analysis and a systematic approach to the consideration of the forest complex of the Republic. The informational basis of the research was scientific articles and documents of the Ministry of Forestry. The study used the methods of comparative analysis, grouping, generalization, modeling.

**Findings and their discussion.** The article analyzes the state of the forestry and woodworking industry of the Republic of Belarus. The issues of the age structure of forests, self-regulation of forest ecosystems are noted. The problems of the development of the forest market of the Republic, the role of forestry enterprises in it, the structure of the timber supplied for export are raised. A comparative analysis is given with the organization of the work of forestry in foreign countries. For the effective development of forestry production, it is necessary to develop a strategy based on the principles of rational use of wood and inexhaustible forest use. The features of forestry that require reflection in the economic-mathematical models are indicated. A structural and logical scheme of a multilevel model of sustainable development of the forest complex is proposed. The tasks that need to be solved at each level of the structural and logical scheme are indicated. A mathematical model was developed and calculation formulas were given for solving the problems posed for each level of the developed scheme. The factors that must be considered when locating wood processing industries are indicated. The rules for calculating the cost of production and transportation of raw materials and finished products are given. The results of the analysis of the output parameters of the problem of optimizing the location of production of the forest complex are presented.

**Conclusion.** The use of the proposed method improves the accuracy of predictive mathematical calculations for the short-term period and expands the planning possibilities for the long-term and medium-term periods, which ensures rational use of wood and obtaining the expected economic effect.

**Key words:** forest complex, modeling, structural and logical scheme.

**Л**есной комплекс Республики Беларусь включает лесное хозяйство, лесную, деревообрабатывающую, целлюлозно-бумажную, лесохимическую, микробиологическую, древесно-плиточную, фанерную промышленность, производства стройдеталей и мебели, т.е. отрасли, обеспечивающие заготовку древесного сырья, его использование, воспроизводство и охрану лесных ресурсов.

В валовом внутреннем продукте Республики Беларусь доля лесного комплекса составляет 4,5%, численность работающих превышает 110 тыс. чел. – 3% трудоспособного населения [1].

В настоящее время Республика Беларусь является одной из самых лесистых территорий Европы, где леса занимают 39,8% ее площади [2]. Сразу после войны этот показатель составлял 22%, что стало следствием варварской эксплуатации лесов [3]. Общий запас древесины достигает 1796 млн куб. м, из него спелые и перестойные леса – 296 млн куб. м. Земли государственного лесного фонда составляют 9582 тыс. га (из 207595 кв. км территории республики). Лесами занято 8724,1 тыс. га земель государственного лесного фонда, остальную площадь занимают болота, луга, закустаренные земли [2].

Большая часть лесов приходится на Гомельскую, Витебскую и Минскую области, где их доля составляет соответственно 23,7%, 19,7% и 18,3% общей площади лесного фонда Республики Беларусь. Для Брестской, Могилевской и Гродненской областей данный показатель имеет значение 15%, 12,9% и 10,4% [4].

Лес – это уникальный самовозобновляющийся ресурс, природный полимер, из которого можно произвести 20 тысяч наименований продукции. Например, из одного кубического метра древесины и ее отходов можно получить 200 кг целлюлозы, 160 кг вискозного шелка, 1500 квадратных сантиметров ткани, 10–22 кг кормовых дрожжей. На производство одной тонны бумаги расходуется 5–6 кубических метров древесины.

**Материал и методы.** Методологическую основу исследования составили комплексный анализ и системный подход в рассмотрении лесного комплекса республики. Информационной основой исследования послужили научные статьи и документы Минлесхоза. При этом использовались методы сравнительного анализа, группировки, обобщения и экономико-математические методы моделирования.

**Результаты и их обсуждение.** В настоящее время наблюдается устойчивая экономическая закономерность: чем выше степень переработки,

тем больше прибыль. Однако при существующей экономической системе ценообразования невыгодно использовать отходы производства. Поэтому встает вопрос о расчете предельных цен на лесосырье и отходы, при которых предприятиям выгодно использовать отходы, или возмещения им экономических издержек за счет последующего предприятия технологической цепочки или потребителя.

Если небольшие средства направить на разработку и внедрение рыночного механизма управления путем создания системы материальной заинтересованности работников лесного комплекса и местных властей в экологически безопасном, научно обоснованном ведении хозяйства, внедрение рыночных реформ, мониторинг состояния окружающей среды, то результаты работы лесного комплекса, экология регионов республики, здоровье нации значительно улучшатся.

В Беларуси нарушена возрастная структура лесов. Принципы постоянства, неистощимости, равномерности лесопользования, правило «золотого сечения», возрастной структуры наиболее ценных хвойных насаждений определяют оптимальное соотношение молодняков, средневозрастных, приспевающих и спелых лесов как 40:20:20:20 процентов. Фактически удельный вес спелых лесов ниже 15 процентов [2]. Рубки в приспевающих лесах ведутся опережающими темпами, поэтому доля спелых хвойных лесов не может достичь требуемого уровня. Это означает необходимость оптимизации возраста рубки и увеличения возраста технической спелости хотя бы на один класс.

Невозможно сформировать леса будущего, если в настоящее время средний лесной урожай спелых хвойных лесов составляет всего 220 кубометров на гектар, а вместо 500–600 деревьев на гектаре остается к возрасту рубки всего 200–250 штук. Необходимо развивать весь комплекс лесовыращивания, технологию посадок, селекцию и семеноводство для получения в 2–3 раза больших лесных урожаев, достигающих 500–600 кубометров древесины на гектар.

Кроме того, стабильность и механизм саморегуляции лесных экосистем нарушаются засушливыми периодами прошедшего десятилетия, буреломами от ураганных ветров, различными видами болезней и вредителей леса. Это заставляет вести вырубку в запущенных лесах и применять биологические методы защиты в остальных.

Государственному лесному фонду постепенно передаются леса, принадлежащие сельскохозяйственным предприятиям, где нарушена возрастная структура, низкоплотные древостои с множеством рядин и прогалов. На баланс лес-

хозов передаются сотни тысяч гектаров низкопродуктивных земель сельскохозяйственного назначения. Эти земли заражены корневой гнилью, хрущами и другими вредителями и требуют обязательной химической обработки почв. В результате наблюдается процесс роста объемов и интенсивности лесопосадок.

Стержнем развития лесного рынка является его либерализация, в том числе и продажа леса на корню. Либерализация рынка лесных товаров и леса на корню вызывает острую необходимость пересмотра лесной налоговой системы и коренного изменения соотношения бюджетной и хозрасчетной деятельности. Недостаточно разработаны и сложны для лесхозов нормативные документы по расчету такс, установлению лесотаксовых разрядов и их применению при множестве пользователей.

В результате непродуманных решений у лесхозов был отобран статус предприятия и придан им статус учреждения, что противоречит нормам Лесного кодекса и не согласуется с Гражданским кодексом. В итоге сегодня лесхоз – это государственное унитарное предприятие, которое представляет собой коммерческую организацию, не наделенную правом собственности на закрепленное за ним имущество. Тогда как, по сути, лесхоз – это обособленная производственная единица, основа лесного хозяйства. Все его производства, включая лесохозяйственное, строятся на принципах самокупаемости и самофинансирования. Финансовая самостоятельность и независимость лесхозов – основа их устойчивого развития. Надо отказаться от всех схем, сдерживающих лесную инициативу. Все доходы от деятельности лесохозяйственного предприятия должны поступать на его расчетный счет. Целесообразно было бы перевести на самофинансирование отдельные лесхозы, достигшие оптимальных экономических параметров.

Лесохозяйственные предприятия поставляют в зарубежные страны хвойные и березовые балансы, рудничные стойки, обрезные пиломатериалы, брус строганный, заготовки для европоддонов, продукты побочного пользования. Продукция экспортируется в Россию, Западную Европу, Прибалтику. Например, в Германию в основном идут пиломатериалы, во Францию – оцилиндрованная древесина, а Калининградский целлюлозно-бумажный комбинат заказывает балансы. Заметное место в системе внешнеторгового оборота занимает продукция переработки древесины: мебель, древесные плиты, фанера, строительные детали и другие виды продукции, которые изготавливаются на основе собственных ресурсов древесного сырья. Внешнеторговые операции

лесохозяйственных предприятий имеют устойчивое положительное сальдо. Однако деятельность лесхозов во внешнеэкономической сфере настолько зарегламентирована, что работникам бывает трудно определить свои плановые показатели.

В развитых странах мира и Российской Федерации наблюдается общая тенденция перехода от прямого государственного управления лесным хозяйством к политике косвенного экономического регулирования и государственного управления лесами, включающего следующие функции:

- установление порядка владения, пользования и изъятия лесов, единых для страны систем лесоустройства, ведения государственного лесного кадастра, учета и мониторинга лесов, их отнесения к группам и категориям защитности;
- распоряжение государственным лесным фондом;
- установление порядка воспроизводства, охраны и защиты лесов;
- государственный контроль состояния и использования лесов, соблюдения лесного законодательства.

В Республике Беларусь структура управления лесами в системе Министерства лесного хозяйства и территориальное расположение, количество лесохозяйственных предприятий сохранились с начала 90-х годов, при значительном увеличении непрофильной, приносящей основной доход лесхозам заготовке и переработке древесины. Не располагая оборудованием для комплексной переработки древесины и отходов, лесхозы, как правило, выпускают продукцию с низкой добавленной стоимостью, используя лучшие, высококачественные сортименты, а лесозаготовители специализированного концерна «Беллесбумпром» испытывают их дефицит. Искусственное облесение не успевает за вырубками, о чем наглядно свидетельствует нарушенная возрастная структура лесов, особенно по хвойным, наиболее ценным породам. Следовательно, назрела необходимость реформирования лесного комплекса, приведения его в соответствие рыночным требованиям, усиления роли защитных водохозяйственных, санитарно-гигиенических, рекреационных функций лесов.

Лесохозяйственные, лесозаготовительные, лесохимические производства – сезонные отрасли, осуществляющие дорожное, транспортное строительство, освоение территории и вынужденные содержать социальную сферу, инфраструктуру за счет собственных средств. Значительная часть предприятий лесного комплекса является градообразующими.

Для выполнения социальных стандартов в этих поселениях необходимо объединение усилий лесхозов, местных советов и государства, разработка системы финансирования социальной сферы, стимулирующей данную деятельность предприятий и местных советов.

К сожалению, в Беларуси большинство налоговых поступлений от предприятий и территорий идет в республиканский бюджет, а затем перераспределяется на места. Оставшаяся старая система финансирования закрепляет неравномерность развития малых поселений, приводит к неэффективным, субъективным, бюрократическим решениям. При многочисленности программ по развитию малых городов и сельских поселений (до 50 тыс. жителей) и льгот, установленных для развития бизнеса (50% ставки налогообложения, освобождение от земельного налога, налога на недвижимость, льготное кредитование жилищного строительства), продолжают сокращение численности населения и его миграция в крупные города. Следовательно, можно констатировать невыполнение государственных программ. Данную проблему целесообразно решать, применяя опыт Германии по развитию территорий, где большая часть налоговых поступлений остается в регионе в распоряжении местных властей, для промышленных территорий с большими бюджетами это соотношение 50 на 50 [5]. Немецкие экономисты и власти убеждены, что богатое процветающее государство возможно только тогда, когда богаты его жители и равномерно, устойчиво развиваются все территории. Для депрессивных районов применяется государственное субсидирование и разрабатывается целая система мер по их развитию с учетом местных особенностей и традиций. При принятии решений о направлении средств приоритет отдается мнению жителей и местных властей. Успешность данной экономической политики подтверждается быстрым выходом немецкой экономики из кризиса 2008–2009 годов.

Для эффективного развития производств лесного комплекса необходимы выработка стратегии, основанной на принципах рационального использования древесины и неистощимого лесопользования, моделирование процессов. Моделированию должна предшествовать разработка аналитической схемы, отражающей принципы взаимодействия структурных элементов системы. Освоение новой конкурентоспособной продукции связано с выполнением различных многовариантных исследований и требует применения экономико-математических методов и моделей, обеспечивающих выбор оптимального варианта развития с точки зрения рационального исполь-

зования ресурсов, повышения эффективности проектирования и производства современной продукции.

Лесной комплекс в отличие от других отраслей народного хозяйства имеет следующие особенности, требующие отражения в экономико-математических моделях:

1) соединение добывающей лесозаготовительной перерабатывающей отрасли и лесного хозяйства в различных организационных формах;

2) большое влияние природных факторов на экономические показатели лесохозяйственных, лесозаготовительных и перерабатывающих производств, на выбор рациональных логистических схем и размещение предприятий;

3) длительные сроки восстановления и воспроизводства лесных ресурсов, накладывающие ограничения на концентрацию производства лесозаготовок и деревообработки;

4) взаимозаменяемость лесной продукции и круглых лесоматериалов в потреблении (на стадии лесозаготовок в определенной степени взаимозаменяемы: пиловочник, балансы и другие сортименты; в конечном потреблении – пиломатериалы, фанера, древесные плиты, картон);

5) большое количество технологических переделов, превращающих лесосечный фонд в конечную продукцию с образованием значительной части отходов на территориально рассредоточенных предприятиях, различного ведомственного подчинения;

6) необходимость учета социальных и экологических факторов.

Среди всего многообразия инструментария наиболее разработаны имитационные модели, балансовые модели «затраты–выпуск»; модели на основе производственных функций. Имитационные модели описывают поведение систем, объясняя его и позволяя предсказывать будущие изменения. Производственная функция формируется как зависимость выходной переменной от двух или более входных переменных на основе учетной информации и, как правило, имеет вид линейной функции, определяющей количественные параметры между показателями производства, распределения и потребления продуктов в производственно-технической системе. Балансовые модели, часто называемые моделями «затраты–выпуск», описывают «приход» и «расход» каждой компоненты системы и лежат в основе финансового планирования.

Структурно-логическая схема многоуровневой модели устойчивого развития лесного комплекса на базе рационального использования древесины представлена на рисунке 1.

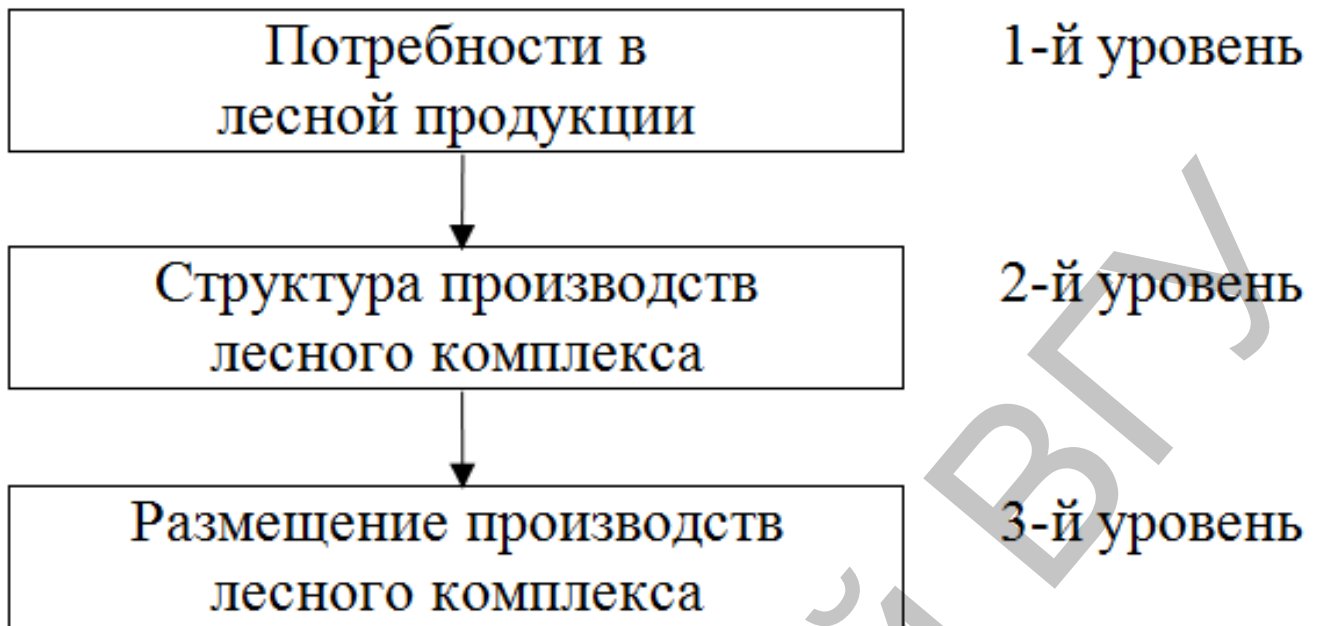


Рисунок 1 – Схема инновационной модели устойчивого развития лесного комплекса на базе рационального использования древесины и неистощимого лесопользования

На первом уровне статистическим и нормативным методами определяются потребности народного хозяйства и населения страны (с учетом экспортных поставок) в лесной продукции по отраслям конечного потребления. Результаты решения являются ограничениями на последующем уровне при совершенствовании структуры лесного комплекса.

Математическая запись модели определения потребности народного хозяйства и населения в лесной продукции:

$l$  – индекс вида направления конечного потребления,  $l = \{1, n\}$ ;

$j$  – индекс вида лесной продукции,  $j = \{1, m\}$ ;

$r$  – вариант структуры потребления лесной продукции,  $r = \{1, h\}$ ;

$Q_l$  – объем производства  $l$ -го направления конечного потребления;

$N_{ij}^r$  – норма расхода  $j$ -й лесной продукции на  $l$ -й вид направления конечного потребления по  $r$ -й структуре потребления;

$Q_j^r$  – объем  $j$ -й лесной продукции, необходимой для удовлетворения потребности  $l$ -го направления конечного потребления по  $r$ -му варианту;

$Q_j^r$  – требуемые объемы  $j$ -й лесной продукции для удовлетворения потребности всех направлений конечного потребления по  $r$ -й структуре потребления.

Расчетные показатели определяются по следующим формулам:

потребность в  $j$ -й лесной продукции на  $l$ -е направление конечного потребления по  $r$ -й структуре с учетом взаимозаменяемости:

$$Q_j^r = Q \times N_{ij}^r \quad (1)$$

общая потребность в  $j$ -м виде лесной продукции по  $r$ -й структуре потребления:

$$Q_j^r = \sum_{l=1}^n Q_l^r \quad (2)$$

Расчитанные потребности народного хозяйства в лесной продукции являются ограничениями в задаче второго уровня, определения оптимальной структуры производств лесного комплекса.

На втором уровне рассчитываются структура и размеры деревообрабатывающих производств с целевой функцией максимум расчетной прибыли, наиболее полно отражающей эффективность рационального использования древесного сырья и вклад лесного комплекса в конечные народнохозяйственные результаты.

Расчетная прибыль, получаемая при переработке каждого вида древесного сырья, определяется по формуле:

$$P_{ijk} = \frac{Z_j - S_{ijk} - b_i \times N_{ij} - E \times K_{ijk}}{N_{ij}} \quad (3)$$

где  $P_{ijk}$  – расчетная прибыль, получаемая при переработке единицы  $i$ -го вида древесного сырья в  $j$ -м производстве по  $k$ -му варианту типовой мощности;

$Z_j$  – оптовая цена единицы  $j$ -й лесной продукции;

$S_{ijk}$  – затраты на производство единицы  $j$ -й продукции, получаемой из  $i$ -го вида сырья по  $k$ -му варианту типовой мощности, без стоимости сырья;

$b_i$  – стоимость единицы  $i$ -го вида древесного сырья;

$N_{ij}$  – норма расхода  $i$ -го вида сырья на производство единицы  $j$ -й лесной продукции;

$E$  – коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений;

$K_{ijk}$  – удельные капитальные вложения в производство  $j$ -й продукции при изготовлении ее из  $i$ -го вида сырья по  $k$ -му варианту типовой мощности.

Однако абсолютизировать значение прибыли не следует, так как для устойчивого развития любого бизнеса важны приращение активов, направление значительной части прибыли на инвестиции и инновации, модернизацию техники и технологии, внедрение современных методов организации и управления производством, создание информационных сетей.

Определение оптимальной структуры производств лесного комплекса является задачей второго уровня.

Оптимизация структуры и размеров производств лесного комплекса представлена в виде задач линейного программирования, позволяющих сбалансировать первичные и вторичные ресурсы с потребностями перерабатывающих производств и спросом.

Математическая запись модели.

Условные обозначения:

$i$  – индекс вида сырья;

$i_1$  – индекс вида первичного сырья;

$i_2$  – индекс вида вторичного сырья;

$j$  – индекс вида продукции;

$k$  – индекс варианта типовой мощности;

$l$  – индекс существующего предприятия;

$m$  – целые числа;

$A_i$  – объем  $i$ -го вида сырья;

$A_{i_1}$  – объем  $i_1$ -го вида первичного сырья;

$A_{i_2}$  – объем  $i_2$ -го вида вторичного сырья;

$B_{jk}$  – объем производства  $j$ -й продукции по  $k$ -му варианту типовой мощности;

$b_{ij}$  – коэффициент полезного выхода  $j$ -го вида продукции из единицы  $i$ -го сырья;

$Q_{jl}$  – объем производства  $j$ -й продукции на  $l$ -м предприятии;

$Y_{i_1 i_2 j}$  – норма образования вторичного сырья  $i_2$  вида при переработке первичного сырья  $i_1$ -го вида  $j$ -м производством;

$P_{ijk}$  – расчетная прибыль на единицу  $i$ -го вида сырья, используемого в  $k$ -м варианте типовой мощности при выпуске  $j$ -го вида продукции;

$P_{ijl}$  – расчетная прибыль на единицу  $i$ -го вида сырья, используемого на  $l$ -м существующем предприятии при выпуске  $j$ -го вида продукции;

$d_{ij}$  – удельные капиталовложения единицы  $j$ -й продукции при изготовлении ее из  $i$ -го вида сырья;

$K$  – лимит капитальных вложений в лесной комплекс региона.

Искомые величины:

$X_{ijk}$  – объем  $i$ -го вида сырья, перерабатываемого  $j$ -м производством по  $k$ -й типовой мощности;

$Y_{ijl}$  – объем  $i$ -го вида сырья, перерабатываемого  $j$ -м производством на  $l$ -м существующем предприятии.

При принятых обозначениях задача формулируется следующим образом: найти величины объемов сырья, используемого в каждом производстве на существующих и вновь вводимых мощностях, максимизирующие целевую функцию:

$$F_{(x,y)} = \sum_{i,j,k} P_{ijk} \times x_{ijk} + \sum_{i,j,l} P_{ijl} \times y_{ijl} \rightarrow \max \quad (4)$$

при ограничениях:

– объем используемого сырья не превышает имеющихся лесосырьевых ресурсов (первичных и вторичных);

– образующиеся отходы на существующих и вновь вводимых мощностях равны объему вторичного сырья;

– объем поставок сырья на существующие предприятия должен обеспечивать объем производства продукции на них;

– объем продукции на новых предприятиях должен быть кратным одной из типовых мощностей;

– объем капитальных вложений не должен превышать их лимита;

– условия не отрицательности переменных.

Выходные параметры задачи второго уровня (структура и размеры деревообрабатывающих производств) являются исходными данными для задачи третьего уровня: территориальной организации вновь вводимых мощностей. Критерием оптимальности в задаче третьего уровня приняты затраты, включающие текущие затраты на производство продукции, транспортировку сырья и лесной продукции, а также единовременные капитальные вложения, связанные с производством лесной продукции.

После решения задачи совершенствования структуры лесного комплекса страны приступаем к размещению вновь создаваемых производств. Обоснование размещения лесоперерабатывающих производств носит комплексный, межотраслевой, вариантный характер.

При формировании исходной информации учитывались следующие факторы, влияющие на размещение лесоперерабатывающих производств:

1) состав древесного сырья по видам, породам, размерам, требованию комплексного его использования;

2) размещение поставщиков и потребителей лесной продукции;

3) транспортабельность сырья и готовой продукции;

4) трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость и капиталоемкость лесной продукции;

5) районные условия.

Разнонаправленность действия факторов требует для оценки эффективности производств, применения комплексного показателя. В качестве интегрального показателя, наиболее полно отражающего народнохозяйственные издержки, выступают затраты на производство и транспортировку сырья и готовой продукции.

Затраты определяются сложением текущих затрат (себестоимости продукции) и величины капитальных вложений, приведенных к одинаковой размерности в соответствии с нормативным коэффициентом эффективности. При определении затрат обеспечивается сопоставимость оценки капитальных вложений, себестоимости и транспортных затрат. Затраты рассчитываются методом прямого счета по формуле:

$$Q_{ijk}^p = T_{ir}^p \times N_{ij} + C_{ijk}^p + E \times K_{ijk}^p + T_{jm}^p \rightarrow \min \quad (5)$$

где  $Q_{ijk}^p$  – затраты на производство и транспортировку единицы  $j$ -й лесной продукции, получаемой из  $i$ -го вида древесного сырья, по  $k$ -му варианту типовой мощности в  $r$ -ом пункте производства;

$T_{ir}^p$  – затраты на транспортировку единицы  $i$ -го вида сырья из  $r$ -го пункта сосредоточения в  $r$ -й пункт производства;

$N_{ij}$  – норма расхода  $i$ -го вида сырья на производство единицы  $j$ -й продукции;

$C_{ijk}^p$  – себестоимость производства единицы  $j$ -й продукции, получаемой из  $i$ -го вида древесного сырья по  $k$ -му варианту типовой мощности в  $r$ -м пункте;

$E$  – норматив сравнительной эффективности капитальных вложений;

$K_{ijk}^p$  – удельные капитальные вложения на производство  $j$ -й продукции из  $i$ -го вида сырья по  $k$ -му варианту типовой мощности в  $r$ -ом пункте производства;

$T_{jm}^p$  – затраты на транспортировку единицы  $j$ -го вида лесной продукции из  $r$ -го пункта производства в  $m$ -й пункт потребления.

Плановая себестоимость производства пиломатериалов, фанеры клееной, древесных плит приводится согласно расчетам предприятия. В себестоимость продукции включены текущие затраты на производство и реализацию продукции. При расчете себестоимости продукции не учитываются неплановые затраты (штрафы, пени, неустойки и другие расходы).

Капитальные вложения определяются как совокупность затрат, направленных на создание

новых, реконструкцию и расширение существующих основных средств, производственного и не производственного назначения. В объем капитальных вложений включается стоимость всех видов строительных работ, работ по монтажу технологического, энергетического, подъемно-транспортного, производственного оборудования, инструмента и инвентаря, входящего в основные средства, стоимость проектно-изыскательских и буровых работ.

Капитальные вложения и себестоимость продукции вновь вводимых мощностей принимаются по проектным данным, а по действующим предприятиям – по плановым.

Экономическим содержанием норматива эффективности капитальных вложений является чистый доход, который должен быть получен на каждый рубль инвестиций. Норматив общей (абсолютной) эффективности капитальных вложений выражается в виде коэффициентов, обеспечивающих решение экономических и социальных задач долгосрочного планирования.

Для межотраслевых расчетов теорией оптимального планирования обосновывается требование единой нормы эффективности инвестиций: норматив общей (абсолютной) эффективности инвестиций устанавливается на уровне 0,15.

Затраты на транспортировку сырья и готовой продукции рассчитываются согласно научным рекомендациям ведущих специалистов. Логистическая схема транспортировки лесных грузов следующая: в каждом районе республики выделен транспортный центр и определена средняя дальность внутренних перевозок, затем построен граф транспортных связей между районами. Затраты на перевозку сырья и готовой продукции включают эксплуатационные расходы, связанные с движением и начально-конечной операциями, приведенные капитальные вложения в подвижной состав и постоянные устройства.

Как показывают расчеты, целесообразно автомобильным транспортом перевозить лесные грузы на расстояние 100–150 км, а далее, при постоянных транспортных потоках, выгоднее применять железнодорожный и водный транспорт или комбинированные перевозки при учете стоимости перевалки грузов и складских затрат.

Величина транспортных расходов состоит из расходов по перевозке грузов и расходов на начальную и конечную операции.

Транспортные расходы определяются по следующей формуле:

$$T = T_n + C \times P + T_k \quad (6)$$

где  $T_n$  – расходы на начальную операцию, приходящиеся на 1 т груза;

$C$  – расходы по передвижению 1 т груза на 1 км;

$P$  – расстояние перевозки, км;

$T_k$  – расходы на конечную операцию, приходящиеся на 1 т груза.

Кроме расходов на начальную и конечную операции в расчетах учитывались затраты на перегрузку грузов с одного вида транспорта на другой. Затраты на начальную и конечную операции рассчитываются по крупным железнодорожным узлам.

При размещении производства действующие мощности по каждому пункту фиксированы на уровне достигнутых объемов производства, вновь вводимые производства подразделены по типовым мощностям:

лесопиление 50–100, 100–150 и свыше 150 тыс. м<sup>3</sup>;

производство фанеры 20, 40, 50 тыс. м<sup>3</sup>;

древесностружечные плиты 25, 50, 70, 110, 250 тыс. м<sup>3</sup>;

древесноволокнистые плиты 10, 15, 20 млн м<sup>2</sup>.

По каждому виду лесной продукции определены способы ее производства, характеризуемые нормами расхода сырья и выходом отходов.

При подготовке исходной информации в задачах оптимизации структуры и размещения производств лесного комплекса обеспечивается сопоставимость оптимизируемых параметров, совместимость информации, однородность продукции по технологическим признакам, возможность учета экологических условий производства и потребления продукции в регионе.

В задачах оптимизации структуры и размещения производств лесного комплекса учитываются специфические особенности отрасли.

Анализ выходных параметров задачи оптимизации размещения производств лесного комплекса показывает неизменность структуры производства в лесодефицитных Брестской и Гродненской областях. В Гомельской области, где сосредоточена в основном целлюлозно-бумажная промышленность республики, целесообразно производить бисульфитную целлюлозу. Производство древесноволокнистых плит оптимально размещается в Могилевской области, древесностружечных плит – в Витебской и Минской областях. Целесообразно осуществлять размещение предприятий в деревообрабатывающих кластерах, располагающих инфраструктурой и квалифицированными кадрами (Борисове, Витебске). В вышеперечисленных областях сосредоточены основные потребители лесной продукции (мебельные предприятия, строительный комплекс). Развитие лесного комплекса страны связано с привлечением дополнительных инвестиций и трудовых ресурсов.

Важнейшим результатом решения задачи оптимизации лесоперерабатывающих про-

изводств является обоснование основных параметров организации лесопромышленных комплексов областей и создания на их основе для получения синергетического эффекта межотраслевых кластеров. Выходные данные задачи позволяют определить состав сырьевой базы лесопромышленного комплекса, его структуру, степень удовлетворения потребности в сырье и поставках готовой продукции деревообрабатывающим предприятиям.

**Заключение.** Использование вышеприведенных моделей расширяет горизонт планирования до 80–100 лет, опираясь на природные процессы лесовосстановления. Исходя из долгосрочных прогнозов снятия лесного урожая, рассчитывается необходимость изменения структуры производств лесного комплекса в среднесрочном периоде (20–50 лет). Учет нормативов потребления, демографических факторов, потребностей экспорта и территорий позволяет, используя данную методику, повысить точность прогнозных математических расчетов для краткосрочного периода (5–10 лет) до 95–98%. Применение оптимальных логистических схем транспортировки лесоматериалов и лесной продукции позволяет получить ожидаемый экономический эффект не менее 5–12% совокупных затрат при текущем планировании на 1–5 лет. Инновационная многоуровневая модель устойчивого развития лесного комплекса для разных горизонтов планирования (от 100 лет до 1 года) с различной степенью детализации (шаг 1, 5, 10, 20 лет) обеспечивает рациональное использование древесины, неистощимое лесопользование и устойчивое развитие не только лесного комплекса, но и районов, областей, страны, сохранение среды обитания дикой природы, включая животных, птиц, насекомых, рекреационное здоровье населения.

### Литература

1. Федоренчик, А.С. Состояние и пути развития лесозаготовок в Республике Беларусь / А.С. Федоренчик // Лесной вестник. – 2013. – № 1. – С. 175–178.
2. Лесной фонд. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mlh.by/our-main-activities/forestry/forests>. – Дата доступа 15.08.2018.
3. Беларусь входит в десятку ведущих государств Европы по запасам лесных ресурсов [Электронный ресурс] // Экономическая газета. – Минск, 2018. – Режим доступа: <https://neg.by/novosti/otkrytj/belarus-vhodit-v-desyatku-veduschih-gosudarstv-evropy-po-zapasam-lesnyh-resursov-4680>. – Дата доступа 15.08.2018.
4. Бондаренко, А.В. Лесные ресурсы и проблемы использования древесины в Республике Беларусь / А.В. Бондаренко // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. – Пинск: ПолесГУ, 2010. – Ч. 1. – С. 16–19.
5. Меских, К.Л. Опыт Германии в налоговом администрировании / К.Л. Меских // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2010. – № 6. – С. 78–84.

Поступила в редакцию 05.11.2018 г.