

ССМ, включающей концептуальную модель объекта исследования, базу графических атрибутов ГИС и БД временных рядов, моделирующих все виды сигналов, которыми обмениваются элементы объекта.

Литература

1. *Ножженкова Л. Ф.* Гибридные информационные технологии: направления развития и применения; Красноярск: Вестник КрасГУ, 2004. С. 99–107.
2. *Костенко Б. Б., Кузнецов С. Д.* История и актуальные проблемы темпоральных баз данных <http://www.directum-journal.ru/card.aspx?ContentID=1766163>.
3. *Arie Segev, Jensen C. S. and Snodgrass R. T.* Report on The 1995 International Workshop on Temporal Databases. ACM SIGMOD Record 24(4), December 1995.
4. *Snodgrass R. T.* Addendum to Valid- and Transaction-time Proposals. ANSI X3H2–96–582, ISO/IEC JTC1/SC21/WG3 DBL MAD–203, November 1996, <ftp://ftp.cs.arizona.edu/tsql/tsql2/sql3/ansi-96–582.pdf>
5. *Toman D.* Point vs. Interval-based Query Languages for Temporal Databases. Proceedings of the fifteenth ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART symposium on Principles of database systems, Montreal, Quebec, Canada, 1996.
6. *Toman D.* Point-Based Temporal Extensions of SQL and Their Efficient Implementation. Temporal Databases: Research and Practice, Springer; 1st edition, July 1, 1998.
7. *Dyreson C. S., Isakowitz T., Jensen C. S. and Snodgrass R. T.* On the Semantics of ‘Now’ in Databases. ACM Transactions on Database Systems, 22(2), June 1997.
8. *Фридман А. Я.* Ситуационный подход к моделированию промышленно-природных комплексов и управлению их структурой. Труды IV международной конференции «Идентификация систем и задачи управления». Москва, 25–28 января 2005 г.: Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова, 2005 г. С. 1075–1108.
9. *Фридман А. Я., Фридман О. В.* Поддержка принятия решений по управлению структурой иерархических пространственных систем. Труды X национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2006 (25–28 сентября 2006 г., Обнинск). В 3-т. Т. 3. М.: Физматлит, 2006. С. 774–782.
10. *Олейник А. Г., Фридман А. Я., Фридман О. В.* Особенности экспертного анализа нестационарных пространственных объектов // Системы информационной поддержки регионального развития. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. С. 50–55.
11. *Олейник А. Г., Олейник О. В., Фридман А. Я.* Реализация оболочки экспертной системы в среде СУБД Foxpro // Информационные технологии поддержки принятия решений. Апатиты: изд. Кольского научного центра РАН, 1998. С. 20–30.

Задачи управления лесными ресурсами с учетом освоения горно-минеральных ресурсов Республики Карелия

Л. В. Щеголева, П. О. Щукин

Петрозаводский государственный университет, Карельский научно-исследовательский институт лесопромышленного комплекса

В Республике Карелия (РК) лесопромышленный комплекс (ЛПК) занимает ведущее место в структуре промышленного производства. За «перестроечный» период в лесопромышленном комплексе РК было накоплено множество проблем, что привело весь комплекс к кризисному состоянию [1]. Причины сложившегося положения кроются также в отсутствии полноценного механизма принятия управленческих решений по проблемам ЛПК.

Причины замедленного принятия решений органами государственной власти по сложившимся и предстоящим проблемам кроются в отсутствии эффективной системы обеспечения информацией для поддержки принятия решений. Недостаток оперативной информации, отсутствие методологии ее сбора, хранения и обработки затрудняет выполнение функций планирования, контроля, принятия решений.

Особенностью принятия управленческих решений по использованию лесных ресурсов является высокий уровень риска из-за большой продолжительности технологического цикла получения спелой древесины. Высокий риск требует особой ответственности в принятии решений, а, следовательно, учете всех факторов, от которых зависит решение и учете всех последствий принимаемого решения. В таких условиях высока роль научных методов и применения современных информационных технологий при принятии решений и контроле их исполнения.

Для развития регионального ЛПК Правительством Республики Карелия в 2003–2004 гг. были определены принципы региональной лесо-

промышленной политики и стратегии, основанные на анализе республиканских проблем и влиянии внешних факторов на процесс управления лесопромышленным комплексом на данном этапе развития рыночных отношений в ЛПК. Продолжением принятой «Лесопромышленной политики и стратегии» стал стратегический план развития лесопромышленного комплекса Республики Карелия на период до 2010 года. Основная стратегическая цель региональной политики — это обеспечение экономически и экологически безопасного развития отраслей ЛПК Республики Карелия на основе привлечения инвестиций, сбалансированности интересов заготовителей, переработчиков и государства, выведение отрасли из кризиса и определение дальнейших перспектив развития лесного бизнеса и укрепление роли Правительства Республики Карелия, как его полноправного партнера.

Горнопромышленный комплекс (ГПК) Республики Карелия также как и ЛПК занимает ведущее место в структуре промышленного производства региона. Несмотря на разительные отличия в специфике лесных и горно-минеральных ресурсов, проблемы, связанные с развитием того и другого промышленных комплексов, носят общий характер.

Задачи, возникающие при управлении лесными и горно-минеральными ресурсами, с одной стороны определяются спецификой самого вида природных ресурсов и их использования и, следовательно, носят самостоятельный характер, с другой стороны связаны между собой, так как разделяют одно местоположение и находятся в рамках одной экономической, природной, территориальной и социальной систем (рис. 1).

На государственном уровне управление разными видами природных ресурсов относится к компетенции разных отделов и ведомств, в рамках которых рассматриваются проблемы, определяемые локальными целями управления конкретным видом ресурсов, но это не только не исключает постоянного пересечения их интересов, но и предполагает совместное решение возникающих задач.

Общность территориального расположения лесных и горно-минеральных ресурсов порождает задачу выбора ресурса для выполнения работ по его освоению. Освоение лесных ресурсов, включая их восстановление, делает невозможным освоение минеральных ресурсов, находящихся на той же самой территории. Освоение минеральных ресурсов требует перевода лесных земель в нелесные, т. е. означает потерю территории для выращивания и заготовки леса.

Освоение каждого вида природных ресурсов связано с транспортировкой его от места производства к месту потребления, включая места обработки и переработки ресурсов. На этапе транспортировки независимо от вида ресурса возникают задачи выбора маршрута, создания терминалов

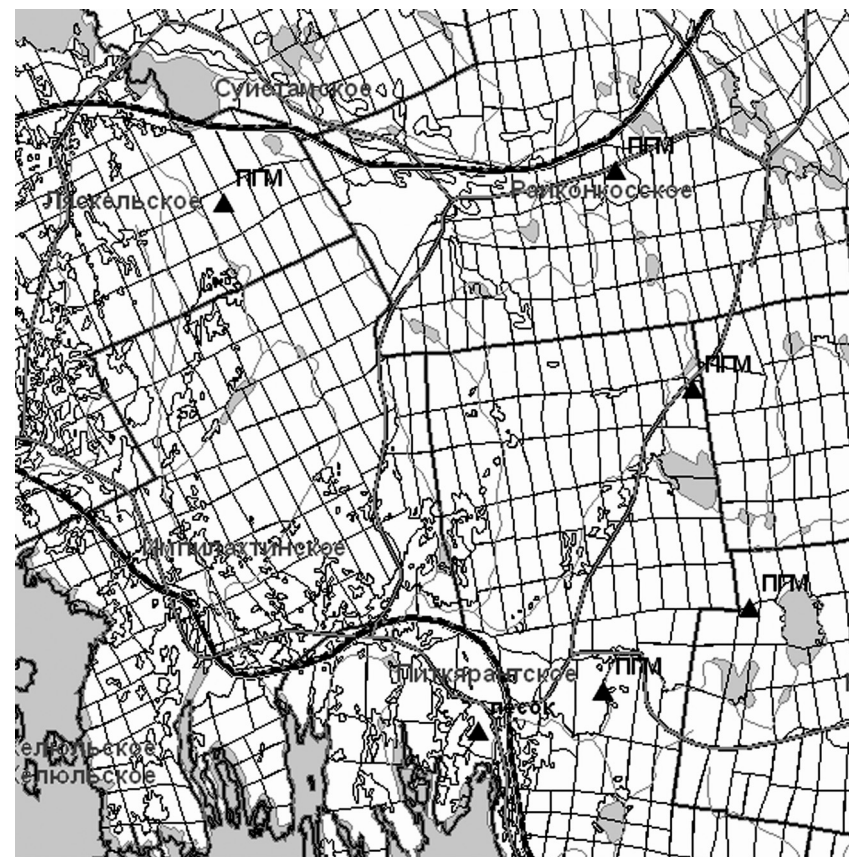


Рис. 1. Фрагмент карты лесных и минеральных ресурсов

для хранения и перегрузки с одного транспортного средства на другое, оптимизации транспортных потоков, расширения транспортной сети в связи с появлением новых пунктов производства или потребления, в связи с возрастанием транспортных потоков на отдельных участках транспортной сети. Одновременное использование одной и той же транспортной сети для двух видов природных ресурсов должно способствовать более активному развитию транспортных путей, а, следовательно, повышению инвестиционной привлекательности удаленных районов и их социальному развитию.

Кроме транспортной компоненты освоение обоих видов ресурсов затрагивает вопросы формирования кадров, развития социальной сферы

территории, природоохранные функции. С этой точки зрения, так же как и относительно транспортной сети, освоение одного вида ресурсов будет как способствовать освоению другого, так и вступать в противоречие. В любом случае с точки зрения развития региона в целом, стабилизации его экономики вопросы освоения двух видов природных ресурсов необходимо рассматривать в комплексе.

Таким образом, комплексное управление освоением двух видов природных ресурсов порождает ряд задач:

- выбор одного из двух видов природных ресурсов для освоения на заданной территории на заданный момент времени;
- перспективное планирование освоения природных ресурсов в регионе: этапы и вид природного ресурса;
- оптимизация транспортных потоков продукции, вырабатываемой из обоих видов природных ресурсов в рамках одной транспортной сети;
- перспективное планирование развития транспортной сети: определение места и времени строительства ветви транспортного пути, терминала и др.

Решение задач развития ЛПК и ГПК региона зависит не только от эффективной законодательной базы, регламентирующей отношения разных уровней власти, производителей, природопользователей и населения страны, но и во многом от качества принимаемых решений при управлении региональными отраслевыми комплексами. Чтобы получить качественные управленческие решения, их основу должна составлять система научно-обоснованных методов и современных информационных технологий, включающая взаимосвязанную схему освоения природных ресурсов, взаимосвязанные полные и актуализируемые базы данных о различных видах природных ресурсах, технологических схемах их освоения, балансе производства и потребления природных ресурсов в регионе и т. д., включающих оценку всех последствий принятого решения, учитывая все цели развития обеих отраслей и экономики региона в целом, принимая во внимание интересы и государства, и производителя, и населения.

В период планового управления народным хозяйством рассматривались задачи развития взаимосвязанных групп отраслей, рассматриваемых в качестве территориально-производственных комплексов [2–5, и др.]. В новых экономических условиях необходим новый подход к этим задачам.

В Петрозаводском государственном университете совместно с КарНИИЛПК разрабатывается математическое, информационное и программное обеспечение для поддержки принятия решений при совместном управлении двумя видами природных ресурсов — лесных и горно-минеральных.

Рассмотрим задачу оптимизации транспортных потоков продукции, вырабатываемой из обоих видов природных ресурсов в рамках одной транспортной сети.

Каждое лесозаготовительное предприятие располагает несколькими лесными участками, характеризующимися арендуемым ими объемом расчетной лесосеки и породо-сорто-крупностным составом. Объем заготовки на лесном участке не может превышать установленный годовой объем расчетной лесосеки.

Каждое горнодобывающее предприятие ведет разработку месторождения с определенным годовым объемом добычи.

Деревообрабатывающие и деревоперерабатывающие предприятия потребляют лесоматериалы определенного породо-сорто-крупностного состава. Известны максимальные мощности переработки лесоматериалов. Перерабатывающие предприятия могут быть самостоятельными, а могут входить в качестве подразделения в состав лесозаготовительного предприятия.

Известны потребности в минеральном сырье для горноперерабатывающих предприятий.

Имеется единая транспортная сеть, соединяющая участки лесозаготовки и деревоперерабатывающие предприятия, а также горнодобывающие предприятия и горноперерабатывающие предприятия.

Транспортную сеть можно представить в виде графа, ребрами которого являются участки дорог, которые могут различаться типом транспортных средств (автомобильный, железнодорожный, водный), а в вершинах графа находятся пункты производства, пункты потребления, а также развилки и пункты перевалки, соединяющие участки дорог с разным типом транспортных средств.

Каждый участок дороги характеризуется стоимостью затрат на перевозку единицы массы продукции по нему и пропускной способностью, которая является ограничением сверху на суммарный (не зависящий от типа продукции) поток продукции по этому участку дороги. Под потоком продукции понимаются лесные и горно-минеральные грузы, перемещаемые по транспортной сети.

Каждый пункт перевалки также может характеризоваться максимальным объемом перевалки.

Таким образом, появляется возможность выбора транспортного пути от пункта производства до пункта потребления, причем количество таких путей для пары пунктов может быть достаточно большим. Однако на практике не имеет смысла рассматривать все возможные пути, достаточно выбрать несколько (не более 10) маршрутов, включающих не более 1–2 перевалок.

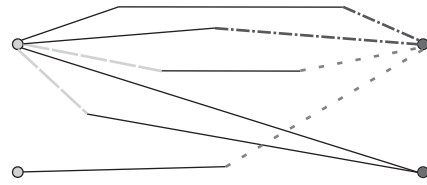


Рис. 2. Граф маршрутов транспортной сети

Для продукции ЛПК возможны следующие варианты:

- автомобиль;
- автомобиль—перевалка—ж/д вагон—перевалка—автомобиль;
- автомобиль—перевалка—ж/д вагон;
- автомобиль—перевалка—автомобиль.

Для каждого из этих вариантов можно выбрать 1–3 маршрута.

Каждую пару пунктов производства и потребления связывает несколько маршрутов, состоящих из участков транспортной сети (рис. 2). Участки маршрутов, выкрашенные на рисунке одним цветом, представляют собой один и тот же участок транспортной сети, вошедший в разные маршруты.

Задача заключается в определении наиболее эффективных путей транспортировки лесных и минеральных грузов с точки зрения минимизации затрат на транспортировку.

Построим математическую модель. Введем следующие обозначения:

N — множество участков заготовки и мест добычи полезных ископаемых — пунктов производства;

M — множество перерабатывающих предприятий ЛПК и ГПК — пунктов потребления;

S — множество видов продукции ЛПК и ГПК;

S_q — множество видов продукции, являющейся взаимозаменяемой для пункта потребления q ($q \in M$);

U — множество участков дорог транспортной сети;

V — множество пунктов перевалки;

T_{pq} — множество маршрутов между пунктом производства p ($p \in N$) и пунктом потребления q ($q \in M$), их объединение обозначим через $T = \bigcup_{p \in N, q \in M} T_{pq}$;

T_k^1 — множество маршрутов t ($t \in T$), включающих участок дороги k ($k \in U$);

T_k^2 — множество маршрутов t ($t \in T$), включающих пункт перевалки k ($k \in V$);

G_k — максимально возможный поток по участку дороги k ($k \in U$);

g_k — максимально возможный объем перевалки в пункте перевалки k ($k \in V$);

σ_{pq}^{st} — сумма затрат на транспортировку единицы продукции по каждому участку дороги k ($k \in U$), входящему в маршрут t , плюс сумма затрат на перевалку для каждого пункта перевалки, включенного в маршрут t ;

B_{ps}^1 — максимальный объем производства продукции вида s ($s \in S$) в пункте производства p ($p \in N$);

B_q^2 — минимальный объем потребления взаимозаменяемой продукции в пункте потребления q ($q \in M$);

Переменные:

x_{pq}^{st} — объем продукции вида s , перевозимый по маршруту t от пункта производства p в пункт потребления q ($p \in N$, $q \in M$, $s \in S$, $t \in T_{pq}$).

Ограничения:

1. Суммарный объем вывозимой из пункта производства p продукции вида s не должен превышать максимальный объем:

$$\sum_{q \in M} \sum_{t \in T_{pq}} x_{pq}^{st} \leq B_{ps}^1, \quad p \in P, \quad s \in S. \quad (1)$$

2. Суммарный объем привозимой в пункт потребления q взаимозаменяемой продукции не должен быть меньше минимального:

$$\sum_{p \in N} \sum_{s \in S_q} \sum_{t \in T_{pq}} x_{pq}^{st} \geq B_q^2, \quad q \in M. \quad (2)$$

3. Ограничение на пропускные способности участков дороги:

$$\sum_{p \in N} \sum_{q \in M} \sum_{t \in T_k^1 \cap T_{pq}} \sum_{s \in S} x_{pq}^{st} \leq G_k, \quad k \in U. \quad (3)$$

4. Ограничение на пропускные способности пунктов перевалки:

$$\sum_{p \in N} \sum_{q \in M} \sum_{t \in T_k^2 \cap T_{pq}} \sum_{s \in S} x_{pq}^{st} \leq g_k, \quad k \in V. \quad (4)$$

5. Неотрицательность транспортных потоков:

$$x_{pq}^{st} \geq 0, \quad p \in P, \quad q \in M, \quad s \in S, \quad t \in T_{pq}. \quad (5)$$

Целевая функция отражает минимальные затраты на транспортировку, включая затраты на перевалку:

$$\sum_{s \in S} \sum_{p \in N} \sum_{q \in M} \sum_{t \in T_{pq}} \sigma_{pq}^{st} x_{pq}^{st} \rightarrow \min. \quad (6)$$

Поставленная модель (1)–(6) относится к классу задач линейного программирования и может быть решена соответствующими методами.

Литература

1. *Шегельман И. Р.* Региональная стратегия развития лесопромышленного комплекса. Петрозаводск: ПетрГУ, 2004. 156 с.
2. *Аганбегян А. Г.* Система моделей народно-хозяйственного планирования. М.: Мысль, 1972. 348 с.
3. *Бандман М. К.* Территориально-производственные комплексы: теория и практика предплановых исследований. Новосибирск: Наука, 1980. 256 с.
4. *Крепкая Л. Д.* Согласование отраслевого и территориального подходов при оптимизации развития и размещения производства / Л. Д. Крепкая, Э. Г. Синявская, В. Н. Чурашев. Новосибирск: Наука, 1982. 192 с.
5. *Шалабин Г. В.* Оптимизация долгосрочного плана группы взаимосвязанных отраслей экономического района. Л.: Издательство Ленинградского университета, 1975. 128 с.

Региональное планирование деятельности предприятий энергоснабжения на основе задач с интервальными переменными

Р. В. Воронов, А. М. Воронова, В. В. Поляков

Петрозаводский государственный университет

Проблемы энергосбережения сегодня весьма актуальны для многих регионов, включая Республику Карелия, где проводятся мероприятия по переводу небольших предприятий теплоснабжения (например, котельных), работающих на угле и мазуте, на местные виды топлива, в частности торф и топливную щепу [1]. Переход на местные энергоресурсы обоснован экономической выгодой от использования более дешевых видов топлива, уменьшением зависимости от нестабильных поставок ресурсов из других регионов, а также возможностью снижения вредных выбросов в атмосферу. Кроме того, вовлечение торфа и древесных отходов в топливно-энергетический баланс благотворно влияет на развитие торфодобывающей отрасли республики и способствует эффективному использованию низкокачественной древесины и древесных отходов лесозаготовительных предприятий.

Однако полностью отказаться от привозных энергоресурсов нельзя по нескольким причинам. Во-первых, объемы добычи торфа и сырья для переработки на топливную щепу ограничены возможностями торфодобывающего и лесозаготовительного оборудования соответственно. При этом процесс производства местных энергоресурсов непрерывен во времени, а отгрузка и поставка привозных ресурсов осуществляется партиями определенных объемов, размер которых ограничен снизу — до тех пор, пока партия не будет сформирована, ее не отправят потребителю. Во-вторых, для изготовления топливной щепы требуется специальное оборудование — щепорубительные установки. Стационарные щепорубительные установки создают запасы топливной щепы в тех котельных пунктах, где