

Математическая модель задачи оптимального развития водного хозяйства

Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства региона должны решаться в составе целевой долгосрочной программы его социально - экономического развития [1-5], где мелиорации и водохозяйственные мероприятия выступают в качестве альтернативных вариантов достижения социально – экономических целей с учетом природоохранных задач. В свою очередь, научно- обоснованная оценка таких крупномасштабных мероприятий, как зарегулирование межбассейновой переброски стоков рек, возможна лишь в рамках задач комплексного использования и охраны водных, земельных и других ресурсов региона в целом на перспективу до 2015 года и за его пределами.

Вопросы комплексного использования ограниченных водных и земельных ресурсов затрагивают интересы многих отраслей, районов, хозяйственных органов, организаций и т.д. Цели их могут не совпадать или даже быть противоположными. По этому поводу предполагается следующее:

- для некоторых производственных единиц арбитражный орган заранее количественно определяет разумные компромиссы путем задания ограничений на степень удовлетворения интересов в виде предельно допустимых концентраций, выбросов, в виде максимальных объемов потребления дефицитных ресурсов или выпусков своей продукции;

- для остальных производственных единиц четко определяют как показатели экономического эффекта от потребления и использования водных и земельных ресурсов, так и нормативы ущербов от их изъятия и снижения функционирования данных производств. Показателем ущерба от ущемления водопользования, в каком-либо производстве является потеря того эффекта, который можно было бы здесь получить при использовании недоданного объема воды.

Поэтому ущерб от ограничения объемов водоподдачи производству – это эффект от этого количества воды в данном производстве, взятый с противоположным знаком. Его следует сопоставлять с эффектом использования этого объема воды в других конкурирующих производствах. При этом зачастую не следует игнорировать и косвенные эффекты (ущербы), возникающие в сопряженных по поставкам производствах, т.к. величины их нередко сравнимы с прямыми эффектами. Ущерб рассчитывается тогда, когда конструктивно удобнее рассуждать в терминах ущербов, а именно: когда структура производства явно не отражена в модели и эффекты невозможно представить детально, в вариантах; мощность или объем производства продукции заданы фиксировано как для действующих производств. Тогда усреднено описываются лишь потери от сокращения производства в результате уменьшения поставок дефицитного ресурса.

1. На перспективу четко определяется место региона в экономике страны: его внешние связи по ввозу и вывозу готовых продуктов и сырья. По сельскому хозяйству как отрасли, который принадлежит основная доля используемых земельных и водных ресурсов и где представлено наибольшее разнообразие технологических, пространственных и прочих вариантов их использования, внешние связи описываются в виде заданных минимальных или максимальных объемов продуктов и сырья. По остальным водоемким и землеемким отраслям – в виде фиксированных объемов выпускаемой продукции или необходимых мощностей с нормативами водопотребления.

2. Установлены объемы или душевые нормативы (с прогнозами и численности населения) перспективных потребностей населения региона в продуктах питания, а для промышленности, перерабатывающей сельскохозяйственное сырье – нормативы потребностей в местном сырье на единицу готовой продукции.

3. Из целевой программы социально – экономического развития региона можно определить объемы основных ресурсов, выделяемых на развитие агропромышленных комплексов региона (в том числе – сельскому хозяйству): трудовые ресурсы, удобрения, основные виды техники, капитальные вложения в производственную и непроизводственную сферы.

4. Территория региона подразделяется на административные или водохозяйственные районы, для каждого из которых дано подробное количественное и качественное описание водных источников и земельных ресурсов, действующих проектируемых водохозяйственных объектов, размещенных на его территории, водоемких отраслей промышленности и потребности в воде (определяемые в пределах региона) других отраслей. Исходя из этих предположений определяются, во –первых, конкретные задачи развития агропромышленного комплекса (в том числе сельского хозяйства региона) в общем процессе развития производительных сил региона; а отсюда – и роль мелиорации в решении программы социально – экономического развития региона; во-вторых, вычисляются ресурсы и определяются условия выбора наилучших вариантов использования водных и земельных ресурсов региона. При этом в тех отраслях, помимо сельского хозяйства, где четко не фиксированы объемы потребляемых водных и земельных ресурсов, так же можно рассматривать варианты развития этих отраслей.

В этом случае удастся соизмерить и трансформировать разнообразие цели водопользования и землепользования в одну цель и выразить ее в критерии обоснованного, необходимого роста выпуска продукции конечного потребления (в основном продукции сельскохозяйственного происхождения) с учетом максимального роста внутренних, региональных накоплений на расширение производства и социальные нужды при соблюдении требований разумного природопользования.

В межотраслевой природно-экономический комплекс региона необходимо включить следующее отрасли:

- водное хозяйство региона, с его водо-охранной системой;
- сельское хозяйство (орошение, обводнение, водоснабжение, осушение, богарное земледелие, животноводство);
- водоемкие отрасли промышленности: целлюлозно - бумажную; алюминиевую; химическую; цветную и черную металлургию; гидролиз древесины и другие;
- рыбное хозяйство (рыбоохрана, рыбоводство, промышленное рыболовство);
- гидроэнергетика;
- теплоэнергетика;
- транспорт;
- коммунальное хозяйство городов и промышленных центров;
- использование воды в оздоровительных целях.

Как уже выше было сказано, по большинству этих отраслей средние нормативы или объемы водопотребления задаются фиксированными и в модель входят как экзогенные параметры.

Математическая формализация задачи оптимального развития мелиорации и водного хозяйства региона, может быть, записана в виде:

$$A_1^{ij} y_{ij} + A_2^{ij} z_{ij} \leq \mathbf{b}_i, \quad (1)$$

$$\sum_j z_{ij} \leq \Delta \mathbf{b}_i, \quad (2)$$

$$\sum_j (q_i \cdot y_{ij}) \leq Q_i, \quad (3)$$

$$\sum_j (k_i \cdot z_{ij}) = K_i, \quad (4)$$

$$(u_i \cdot y_{ij}) - d_{ij} \lambda_{ij} \leq 0, \quad (5)$$

$$\sum_i \sum_j (u_i y_{ij}) \geq P, \quad (6)$$

$$Q_i \leq Q_i^M + Q_i^\Pi + \sum_{SEL_i^k} \Delta Q_{Si} - \sum_{SEL_i^H} \Delta Q_{is} + \overline{Q_i^3}, \quad (7)$$

$$Q_i^M \leq N_i^M Q_i^{\Pi} \leq N_i^{\Pi}, \Delta Q_{Si} \leq N_{Si}, \bar{Q}_i^3 \leq N_i^3, (8)$$

$$\sum_i (K_i^M N_i^M + K_i^{\Pi} N_i^{\Pi} + K_i^3 N_i^3) + \sum_{i,S} K_{iS} N_{iS} = \bar{K}, (9)$$

неотрицательных переменных, (10)

$$\max \left[\sum_{i,j} \Phi_{ij} - E \left(\sum_i K_i + \bar{K} \right) \right], (11)$$

где

$$i = \overline{1, m}; \quad s = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n};$$

Y_{ij} – интенсивности способов производства в i -ом районе, участвующих в выпуске j – го ассортиментного набора;

Z_{ij} – интенсивности способов расширения мощностей производства (в том числе – интенсивностей развития орошения) в i -ом районе, участвующих в выпуске j - го ассортиментного набора;

λ_{ij} – количество ассортиментных наборов j – го типа, выпускаемых в i -ом районе;

A_1^{ij} – матрица затрат ресурсов или выпуска продуктов по производственным способам ;

A_2^{ij} – матрица нормативов прироста ресурсов на единицу интенсивности способа при расширении мощностей производства в i -ом районе;

q_i – вектор нормативов затрат воды на единицу интенсивности производственного способа в i -ом районе;

k_i – вектор нормативов затрат капитальных вложений на единицу интенсивности способов расширения, соответствующих мощностям производства в i -ом районе;

d_{ij} – вектор, характеризующий состав j – го ассортиментного набора, выпускаемого в i -ом районе;

u_i – матрица нормативов выпуска товарных видов продукции на единицу интенсивности производственных способов в i -ом районе;

Q_i^M – объем освоения ресурсов воды местного стока в i -ом районе;

Q_i^{Π} – объем освоения ресурсов подземных вод в i -ом районе;

Q_i – количество воды, используемой в i -ом районе;

$\downarrow Q_{Si}$ – объем воды, осваиваемой в i -ом районе за счет ее перераспределения ;

$\downarrow Q_{iS}$ – объем воды, который перераспределяется из района i -ом район S ;

Q_i^3 – ресурсы освоения воды за счет зарегулирования стока в i -ом районе;

L_i^H – множества тех районов, для которых i –ый район является «поставщиком» водных ресурсов при их распределении, естественном (транзитный сток) или при искусственном переброске стоков;

L_i^K - множества тех районов, «поставщиков воды», для которых i –ый район является получателем воды при переброске, или смежных с i –ым районами, для которых естественный сток реки является транзитным;

$N_i^M, N_i^P, N_{Si}, N_i^3$ - соответствующие мощности создаваемых водохозяйственных сооружений транзитным;

$K_i^M, K_i^P, K_i^3, K_{iS}$ - нормативы капитальных затрат на единицу мощности сооружений при освоении ресурсов воды из соответствующих источников без учета затрат, пропорциональных площади орошения и учтенных в ограничениях (4);

E - норматив эффективности капитальных вложений;

C_{ij} - вектор нормативов чистого дохода на единицу интенсивности способа, участвующего в выпуске j – го ассортиментного набора в i -ом районе;

B_i - вектор ресурсов и необходимых выпусков продукции в i -ом районе;

ΔB_i - допустимые приращения компонента вектора B_i (например, фонды освоения земли и т.п.);

K_i - объем капитальных вложений выделяемых на развитие экономики i – го района (в т.ч. на освоение земель под орошение и другие мелиорации) без учета затрат на водохозяйственное строительство;

P - вектор заданий по выпуску товарной продукции по региону в целом;

\overline{K} - объем капитальных вложений, выделяемых на водохозяйственное строительство региону в целом.

Опишем содержательный смысл ограничений этой модели :

Первая - относится к ресурсным и продуктовым внутрирайонным ограничениям.

Вторая - это ограничения на переменные по расширению мощностей производства.

Третья группа ограничений относится к ресурсам воды, используемым в каждом районе.

Четвертая – ограничения по капитальным вложениям на развитие экономики каждого района.

Пятая группа ограничений – ограничения по формированию ассортиментных наборов.

Шестая группа – ограничения по необходимому выпуску товарных продуктов в регионе в целом.

Седьмая группа ограничений – балансы по водным ресурсам в каждом районе.

Ограничения 8- – ограничения по мощности создаваемых водохозяйственных объектов.

Девятая – ограничения по капитальным вложениям на развитие водного хозяйства региона в целом.

В качестве целевой функции берется максимум чистого дохода с учетом приведенных капитальных вложений с соблюдением определенных ассортиментными наборами соотношений в выпуске продуктов. А задачу (1)-(11) можно решить с помощью ППП и ЭВМ.

Литература

1. Сапарбаев А.Д. Модельный инструментарий управления агрофирмой. – Алматы, НИЦ «Ғылым», 2003. - 200с.
2. Сапарбаев А.Д. Модельная оценка транспортных потоков зерна и зернопродуктов. – Алматы, «Издательство «ЛЕМ», 2002. – 256с.
3. Сапарбаев А.Д., Нигай Б.Н., Макулова А.Т. Рыночная экономика аграрного сектора. – Алматы, «ЛЕМ», 2001. – 92с.
4. Карпенко А.Ф., Кардаш В.А., Низова Н.С. и др. Практикум по математическому моделированию экономических процессов в сельском хозяйстве. – Москва, Агропромиздат, 1985. – 259с.
5. Попов Н.А. Организация сельскохозяйственного производства. - Москва, Издательство «ЭКМОС», 2000. – 352с.