

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

«Известия ТСХА», выпуск 2, 1980 год

УДК 658.005:635:631.544

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ОВОЩЕВОДСТВА ЗАКРЫТОГО ГРУНТА В ТЕПЛИЧНОМ КОМБИНАТЕ

А. М. ГАТАУЛИН, В. В. ПРОШИН

(Кафедра экономической кибернетики)

В технической оснащенности овощеводства закрытого грунта, его организации и технологии выращивания овощей за последнее десятилетие произошли качественные сдвиги. Рост размеров производства и повышение его интенсивности, углубление взаимосвязей между подразделениями и службами предприятий, расширение информационной базы и повышение зависимости конечных результатов от характера управленческих решений обуславливают необходимость изменения методов планирования и управления в отрасли. Традиционными методами планирования трудно, а порой и невозможно учитывать все многообразие возможных вариантов решения тех или иных производственных задач.

Использование методов моделирования на основе ЭВМ позволяет проанализировать несколько вариантов развития производства и выбрать из них наилучший с точки зрения поставленной цели.

Модели планирования в овощеводстве закрытого грунта еще недостаточно разработаны. Задачей данной статьи является рассмотрение локальной экономико-математической модели оптимизации производственной программы овощеводства закрытого грунта на примере тепличного комбината совхоза «Московский».

Выбор объекта для апробации модели не случаен. Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о целесообразности строительства крупных тепличных комбинатов. В нашей стране созданы специальные заводы, которые готовят стандартные детали блочных теплиц из оцинкованного металла. Теплицы оборудуются установками, обеспечивающими автоматическое регулирование микроклимата. В них механизированы процессы полива, подкормок, борьбы с вредителями и болезнями, обработки почвы, транспортировки урожая. В настоящее время ряд таких комбинатов уже успешно функционирует под Москвой, Ленинградом, Минском, Киевом и другими городами. Наиболее крупный из них — «Московский». Там площадь зимних блочных теплиц составляет 54 га, шампиньонницы — 1 га. По степени механизации и автоматизации технологических процессов,

условиям труда работников, степени концентрации и интенсификации производства тепличный комплекс по существу является предприятием промышленного типа. Трудоемкость производства 1 ц огурцов и томатов здесь в 2 раза, а себестоимость в 1,5 раза ниже, чем в тепличных комбинатах старого типа («Марфино», «Белая дача» и др.). В структуре товарной продукции хозяйства на долю овощей приходится 88—92%. Урожайность основных овощных культур имеет тенденцию к росту. Так, урожайность огурцов до 1 июля в 1972 г. составила 23,2 кг с 1 м² оборотной площади, в 1976 — 26,8 кг, в 1977 г. — 27,6 кг. Ежегодно прибыль составляет 12—14 млн. руб.

В планировании производственных процессов тепличных комбинатов основополагающим элементом являются культурообороты, которые в значительной степени характеризуют организационно-экономические мероприятия по производству наибольшего количества овощей во внесезонный период [2, 3] и являются базой для расчета годовой производственной программы. Как правило, при их обосновании проводят организационно-экономическую оценку с соблюдением следующих условий: сравнивают культурообороты в однотипных сооружениях; рассчитывают показатели на одну и ту же площадь; состав и урожайность основных культур принимаются одинаковыми [4].

Анализ показал, что культурообороты в зимних теплицах совхоза-комбината «Московский» обеспечивают получение огурцов и томатов при круглогодичном использовании культуривационных сооружений. Поскольку продолжительность периода вегетации разных культур неодинакова, при планировании, комбинируя варианты наборов овощных культур, можно обеспечить наиболее интенсивную загрузку тепличной площади. В комбинате было апробировано свыше 10 схем культурооборотов. В табл. 1 приведены наиболее распространенные из них.

При разработке экономико-математической модели были приняты во внимание эти и другие схемы культурооборотов, а

Т а б л и ц а 1

Схемы культурооборотов
в совхозе-комбинате «Московский»

Культуры	Начало посадки	Конец уборки
Схема 1		
Огурцы	1—10/1	20/IV—1/VII
Томаты	10—15/II	20/VII—1/VIII
Томаты	1/VII	10—15/XI
Схема 2		
Огурцы	1—10/1	25/VI
Томаты	1—10/VII	20/XI
Зеленные	25/XI	1/1
Схема 3		
Огурцы	1/1	11/VII
Салат-уплотнитель	II	IV
Огурцы	16/VII	27/X
Лук на перо	28/X	11/XII
Схема 4		
Томаты	10/II	1/VIII
Огурцы	6/VIII	10/XI
Салат-уплотнитель	I	III
Редис	IV	VII
Редис	IX	XI
Схема 5		
Томаты	10—15/II	1—5/IX
Салат кочанный	I	IV
Редис	IX	XI
Лук на перо	5—10/XI	10—20/XII

также следующие специфические условия овощеводства закрытого грунта:

1) годовой процесс производства овощей в теплицах осуществляется в два оборота — зимне-весенний и осенний при смене культур в июле;

2) продолжительность периода выращивания в годовом цикле изменяется в зависимости от видов овощных культур и сроков их вегетации, кратности сбора урожая;

3) технологией предусматриваются перемены в использовании грунтов для их пропаривания;

4) не допускаются посадки одного и того же вида овощей на той же площади, чтобы предотвратить поражение растений болезнями и вредителями;

5) предъявляются более жесткие требования к выполнению планов реализации продукции по ассортименту;

6) необходимость обеспечения особенно тщательной организации нормативно-справочной информационной базы для планирования и управления производством при использовании специального комплекса машин, сложных систем автоматизации.

Рассмотрим принципиальные особенности модели и приемы ее формирования.

В общем виде постановка задачи сводится к следующему: определить оптимальную производственную программу овощеводства закрытого грунта, обеспечивающую получение максимума прибыли при обязательном выполнении ограничений, связанных, с одной стороны, с техническими и организационными особенностями отрасли, с другой — с необходимостью эффективного использования наличных производственных ресурсов, выполнения договорных обязательств с государством по реализации продукции при соблюдении установленного ассортимента овощей. Таким образом, по значимости задача должна занимать центральное место в системе плановых расчетов для предприятия.

Основные переменные модели соответствуют видам овощных культур по схемам культурооборотов и оборотов в течение года (с дифференциацией по месяцам) цветов, шампиньонов и рассады. Вспомогательными переменными задачи являются затраты труда по месяцам, сдача овощной продукции по месяцам и ряд других результативных показателей.

Введем обозначения: i — номер ограничения; j — индекс переменной, обозначающей виды производства овощей; μ — индекс схемы культурооборотов; p — индекс оборота овощных культур в течение года; t — индекс переменной (ограничения), обозначающей период вегетации овощных культур по месяцам; $(t-1)$ — последний месяц вегетации; M — множество схем культурооборотов; P_1, P_2 — подмножества овощных культур, относящихся соответственно к зимне-весеннему и осеннему оборотам; $P_1 \in M, P_2 \in M$; B_1, B_2 — подмножества номеров переменных, обозначающих площади овощных культур зимне-весеннего и осеннего оборотов с дифференциацией по месяцам года $B_1 \in P_1, B_2 \in P_2$; D_1, D_2 — подмножества, элементами которых являются номера переменных, обозначающих площади рассады в зимне-весенний и осенние обороты овощных культур $D_1 \in P_1, D_2 \in P_2$; J_1, J_2 — множества, элементы которых номера переменных, определяющих соответственно объемы продукции, реализуемой сверх плана, и значение производственных затрат; $I_1, I_2, I'_2, I_3, I_4, I_5, I_7, I'_7, I_8$ — множества, элементы которых — номера ограничений соответственно по: использованию площади закрытого грунта; использованию трудовых ресурсов за год и по месяцам; продолжительности вегетации овощных культур; агротехническим требованиям производства овощных культур; обеспеченности рассадой; гарантированным объемам производства за год и по месяцам; оптимальному объему денежно-материальных затрат.

Искомые основные переменные: x_μ — площадь культурооборота по μ схеме; $x_{j\mu}$ — площадь j -й овощной культуры в μ -м культурообороте; $x_{j\mu}^{pt}$ — площадь j -й овощной культуры в μ -м культурообороте в p -м обороте в t период.

Вспомогательные переменные: x'_1 — привлеченный труд; z_t — искомое значение

трудовых ресурсов в t -м периоде года; \bar{x}_j — количество продукции вида j , реализуемой сверх установленного плана; x_{jt} — искомое значение овощной продукции вида j в t -м периоде года; x_j'' — искомое значение денежно-материальных затрат.

Нормативно-справочная информация: Π_i — площадь закрытого грунта вида i ; a_{ij} — коэффициент затрат ресурса вида i на единицу производства вида j ; L_i — размер трудовых ресурсов вида i ; a_{tj} — коэффициент затрат в t -м периоде года на единицу измерения овощных культур вида j ; d_{ij} — количество дней вегетации овощей вида i на единицу производства вида j ; S_i — общее количество дней вегетации i -й овощной культуры; a'_{ij} и a''_{ij} — коэффициенты связи по площадям овощных культур зимне-весеннего и осеннего оборотов; h_{ij} — нормы потребности рассады вида i на единицу площади овощей вида j ; v_{ij} — нормы выхода продукции вида i на единицу j -й переменной; Q_i — годовой план реализации продукции вида i ; v_{ij}^t — норма выхода продукции вида i на единицу j -й переменной в t -м периоде года; c_j — превышение стоимости продукции вида i при реализации сверх установленного плана; c_j — средняя цена реализации единицы продукции вида j .

Экономико-математическая модель может быть представлена в следующем виде.

Найти оптимальный план, т. е. набор значений $(x_{\mu}; x_{j\mu}; x_{j\mu}^{pt}; x'_j; z_t; \bar{x}_j; \bar{x}'_{jt}; x''_j) \geq 0$, при которых достигается максимальное значение прибыли F :

$$F_{\max} = \sum_{j=1}^n c_j x_j + \sum_{j \in J_1} \bar{c}_j \bar{x}_j - x''_j,$$

где j при x''_j принадлежит J_2 . При ограничениях:

1. По площади закрытого грунта:

$$\sum_{\mu \in M} x_{\mu} \leq \Pi_i \quad (i \in I_1).$$

2. По использованию трудовых ресурсов в целом за год

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_{j\mu} - x'_j \leq L_i \quad (i \in I_2; \mu \in M),$$

в том числе по месяцам

$$\sum_{j \in B_1, B_2} a_{tj} x_{j\mu}^{pt} - z_t = 0 \quad (t \in T; i \in I_2').$$

3. По продолжительности вегетации овощных культур (квадратным метром) для разных видов, схем культурооборотов и оборотов в году

$$\sum_{j \in B_1, B_2} d_{ij} x_{j\mu}^{pt} \leq S_i \quad (i \in I_3).$$

4. По соблюдению агротехнических требований к чередованию и размещению овощей в разных оборотах

$$\sum_{j \in P_1, P_2} a'_{ij} x_{j\mu} \leq \sum_{j \in P_1, P_2} a''_{ij} x_{j\mu} \quad (i \in I_4).$$

5. По обеспеченности собственной рассадой

$$\sum_{j \in P_1, P_2} h_{ij} x_{j\mu} \leq \sum_{j \in D_1, D_2} v_{ij} x_{j\mu} \quad (i \in I_5).$$

6. По соотношению площадей овощных культур по схемам культурооборотов, оборотов и месяцам года

$$\sum_{j \in B_1, B_2} x_{j\mu}^{p(t+1)} \leq \sum_{j \in B_1, B_2} x_{j\mu}^{pt}$$

$$t = 1, 2, \dots, t_{n-1}.$$

7. По сдаче государству овощной продукции за год

$$\sum_{j \in M} v_{ij} x_{j\mu} - \bar{x}_j = Q_i \quad (i \in I_7),$$

в том числе по месяцам

$$\sum_{j \in B_1, B_2} v_{ij}^t x_{j\mu}^{pt} = x_{jt} \quad (i \in I_7').$$

8. По денежно-материальным затратам

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_{\mu} = x''_j \quad (i \in I_8).$$

Размерность матрицы применительно к условиям комбината совхоза «Московский» 192 строки и 221 столбец.

Наиболее ответственным этапом подготовки задачи к решению являются разработка и обоснование технико-экономических коэффициентов по всей технологической цепи, по всем культурам, работам, операциям с учетом специфики культурооборотов и периодов года.

Для обоснования технико-экономических коэффициентов нами был привлечен аналитический материал за прошлые годы, проведен анализ достижений передовых звеньев, учитывались тенденции в изменении форм организации труда и технологии производства. В частности, при обосновании уровня урожайности на перспективу принимался во внимание комплекс факторов, соотношение которых изменяется в зависимости от форм организации и управления хозяйством. В целях выявления количественных тенденций в изменении урожайности рассматривалась длительная динамика выхода продукции по месяцам с 1 м² площади по каждой культуре. Учитывались различия в сроках подготовки рассады и нормах ее высадки на 1 м² на основе многолетних данных. При этом резерв на подсадку выпавших растений предусматривался на уровне 10—15%. Производственные затраты планировались исходя из определенного уровня урожайности. Из общей суммы производственных затрат по теплицам выделялись прямые затраты по культурам, которые непосредственно включались в себестоимость соответствующей продукции. Все другие затраты распределялись по овощным культурам пропорционально числу квадратных метров [1].

При разработке модели на перспективу многие коэффициенты затрат и выхода продукции приобретают вероятностный ха-

рактир. В этом случае задача может решаться в нескольких постановках (например, при разных планируемых значениях урожайности или нормативов затрат).

В соответствии с разработанной моделью нами была решена задача оптимизации производственной программы овощеводства

закрытого грунта тепличного комбината совхоза «Московский» на 1985 г. с учетом расширения площади.

Задача решалась на ЭВМ «Минск-32» по программе, реализующей симплексный метод. Некоторые из полученных результатов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Развитие производства овощей в зимних блочных теплицах совхоза-комбината «Московский»

Показатели	В среднем за 1974—1977 гг.	Проект на 1985 г.	
		абсолютное значение	% к фактическим данным
Инвентарная площадь (всего), га	55*	97,5*	177
Изменение оборотной площади, га:			
под огурцами	46,4	78,5	169,2
в т. ч. весенними	35,7	61,4	172
под томатами	35,3	62,8	177,9
в т. ч. весенними	8,3	13,8	166,3
Валовой выход овощей, тыс. т	18,6	27,9	150
Выход овощей в несезонный период, тыс. т	16,6	26,1	157,2
в т. ч. огурцов	10,1	16,5	163,4
томатов	2,4	3,7	154,2
Коэффициент оборота	2,5	2,7	108,0
Себестоимость 1 ц овощей, руб.	41,2	40,9	99,2
Затраты труда на 1 ц овощей, чел.-ч	4,7	4,9	104,3
Уровень рентабельности:			
в среднем	162,5	178	—
в т. ч. огурцов	321,0	343	—
томатов	65,7	67,5	—

* Включая площадь под шампиньоны, розы, рассаду.

Таблица 3

План производства овощей (т) по месяцам на 1985 г.

Месяцы	Огурцы	Томаты	Лук на перо	Редис	Сельдерей	Укроп	Салат кочанный	Салат-уплотнитель
Несезонный период								
Январь	—	—	—	—	—	—	—	0,35
Февраль	116,6	—	750,5	30,1	—	—	—	6,1
Март	2517,4	—	645,9	45,1	—	11,4	—	73,6
Апрель	3622,5	49,7	665	—	—	10,3	11,1	85,9
Май	4420,7	441,5	—	30,1	—	12	59,2	85,9
Июнь	4789,2	441,6	—	95,3	—	—	40,7	18,4
Сезонный период								
Июль	—	—	—	—	—	3,9	—	—
Август	306,6	—	—	—	—	12,6	14,8	1,7
Сентябрь	494,1	589,4	—	—	74,7	13,7	25,8	3,4
Несезонный период								
Октябрь	698,5	1227,9	304	65,2	94,3	10,8	40,7	3,4
Ноябрь	562,2	835	988	-47,6	98,3	—	48,1	18,7
Декабрь	—	785,9	1139,9	—	70,7	—	—	5,1
Итого	17 527,8	4371	4493,5	313,4	538	74,7	240,4	302,5

В предлагаемом оптимальном плане распределения и чередования овощных культур предусматривается уплотненное и более эффективное использование закрытого грунта. Кроме того, в нем имеются подробная информация о затратах труда, об использовании площадей под овощными культурами по месяцам, а также все необходимые экономические характеристики процесса производства.

Производство продукции по месяцам отражено в табл. 3.

Анализ решения задачи указывает на наличие существенных резервов увеличения прибыли, о чем, в частности, свидетельствуют двойственные оценки. Например, если площадь под огурцами увеличить на 1 м², то размер прибыли увеличится на 30,4 руб., по томатам — на 6,5, луку на перо — 2,2, салату кочанному — 0,8; по редису оценка равна —0,03, что свидетельствует о неэффективности увеличения плана производства этой культуры.

Поскольку рассматриваемая модель может функционировать в составе задач АСУ совхоза-комбината, представляет интерес более широкая ее постановка, т. е. оптимизация в одной модели всей производственной программы предприятия. В этом случае модель имеет блочную структуру: состоит из двух блоков и связующего блока. Оптимизация производственной программы

цеха овощеводства осуществляется в 1-м блоке, а 2-й блок представляет собой модель отраслевой структуры. В связующем блоке отражаются основные результативные показатели. Нами решалась задача именно в такой постановке (размерность матрицы 241×269).

Предлагаемая модель по оптимизации производственной программы овощеводства закрытого грунта может успешно использоваться для перспективного планирования в тепличных комбинатах с площадью свыше 6 га. В первоначально составленной матрице задачи с набором всевозможных схем культурооборотов на год освоения плана со временем произойдут относительно небольшие изменения значений технико-экономических коэффициентов. Поэтому в условиях АСУП можно будет быстро модифицировать исходную матрицу и с меньшими затратами ручного труда (расчета) получить несколько вариантов производственного плана.

Таким образом, использование математического моделирования в планировании производства овощеводства закрытого грунта позволяет вскрыть резервы существенного улучшения конечных результатов производства, повысить качество управления производством на основе оптимального плана по месяцам и добиться дальнейшего повышения производительности труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоновский С. Ю. Экономика и организация тепличных хозяйств. «Московский рабочий», 1969. — 2. Боос Г. В. Овощные культуры в закрытом грунте. Л.: Колос, 1968. — 3. Дудоров И. Т., Галкина Н. М. Экономическая эффективность культурооборотов в зимних блочных теплицах Подмосквья. — Науч. тр. НИИОХ, 1973, т. 4. — 4. Никиторов М. А. Организация производства овощей в закрытом грунте на промышленной основе. ТСХА, 1978.

Статья поступила 24 июля 1979 г.

МОЖНО ПОДПИСАТЬСЯ НА КНИГИ:

Ми р ц х л а в а Ц. Е. О надежности крупных каналов. — М.: Колос, 1981 (II кв.). — 17 л. — В пер.: 1 р. 30 к. 3000 экз. 40305. 3802030100

Автор — академик ВАСХНИЛ — подробно рассматривает вопросы надежности крупных оросительных каналов в различных гидрогеологических условиях. В книге изложены основные понятия из общей теории надежности, описаны методика и последовательность расчета надежности различных объектов. Предложены количественные оценки надежности и методы их определения. Дан анализ методов расчета, устойчивых против размыва каналов. Указаны основные причины деформаций и пути повышения надежности. Приведен метод оценки надежности с использованием малого числа наблюдений, недостоверной информации и др.

Рассчитана на научных работников системы мелiorации и водного хозяйства.

Т о м и н Е. Д. Бестраншейное строительство закрытого дренажа. — М.: Колос, 1981 (IV кв.). — 16 л. — В пер.: 80 к. 6000 экз. 40305. 3802030200

В книге рассмотрены технология и организация производства работ по бестраншейному строительству дренажа в условиях высокого уровня грунтовых вод. Описаны конструкции бестраншейных дренажников и указаны пути их дальнейшего усовершенствования. Даны рекомендации по расчету рабочих органов, выбору базовой машины и системы автоматического регулирования уклона дрен.

Рассчитана на специалистов, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией дренажа в зоне орошения.