

овочів був найвищим у сільськогосподарських підприємствах 4-ї групи, що пов'язано з найвищими реалізаційними цінами та високим рівнем товарності овочів.

На рівень прибутковості галузі значною мірою впливає здатність виробника повністю реалізувати вирощену продукцію за прийнятними для нього цінами. Проте дана проблема поки що залишається невирішеною для значної кількості сільськогосподарських виробників. Зменшення втрат від неповної реалізації продукції є одним з основних напрямів підвищення економічної ефективності галузі. Вирішенням цього питання може бути досягнуто за рахунок пошуку нових реалізаційних схем.

Розвиток кооперації овочівницьких господарств із переробником та реалізатором у системі ринкового механізму повинен бути спрямований на забезпечення гарантованого збуту вирощуваної продукції. У цьому зв'язку найбільш перспективною є організація інтегрованого формування на принципах, коли інтегратором стає виробник овочевої сировини.

Цей процес має наступні основні варіанти реалізації. Перший передбачає для виробника насамперед налагодження взаємодії з реалізатором, для того, щоб здійснювати гарантований збут вирощених овочів як у літньо-осінній, так і в зимово-весняний періоди. Другий ставить першочерговим завданням для інтегратора встановлення бізнес-контакту з переробним підприємством. У такий спосіб виробник одержує стабільний канал реалізації свіжих овочів на переробку, причому збут здійснюється у великих обсягах. В результаті з'являється додатковий стимул до збільшення обсягу вирощування овочів в обсягах, асортименті та якості, потрібних переробному підприємству.

Висновки:

1. Ефективного функціонування овочівництва в ринковій системі можна досягти лише за умов добре налагодженого виробничо-реалізаційного механізму. В теперішніх економічних умовах збут продукції часто стає головною проблемою для виробників овочевої продукції.
2. У сучасних умовах спостерігається тенденція щодо зростання впливу на характер споживчого попиту посередницьких структур. Для подібної ситуації характерна ізольованість виробника від процесу збуту кінцевої продукції, а також здатність посередника реалізовувати споживачу той товар, який він вважає потрібним продати. Переконавання, що в умовах ринкових відносин споживач має свободу вибору, є вірним лише частково.

Джерела та література:

1. Катюха Д. М. Економічний стан та перспективи розвитку галузі овочівництва закритого ґрунту / Д. М. Катюха // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2001. – №43. – С. 223 – 225.
2. Перепелиця Н. М. Економічна ефективність інновацій в овочівництві і баштанництві / Н. М. Перепелиця // АгроІнком. – 2006. – № 2. – С. 54–57.
3. Роганіна В. Є. Розвиток овочівництва закритого ґрунту при переході до ринку / В. Є. Роганіна // Вісн. ХДАУ. Сер. «Економіка АПК і природокористування». – 1999. – №3. – С. 112–116.
4. Улянич К. Ф. Проблеми ефективного виробництва овочевої продукції в аграрних підприємствах / К. Ф. Улянич // Збірник наукових праць УДАУ. – 2006. – Вип. 63.– Ч. 2.– С. 170–175.

Григорьева Е.В., Солдатов М.А.

УДК 519.863:338.27

ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

***Аннотация.** Произведено описание и анализ динамической модели формирования годовой производственной программы предприятия с учетом финансовых требований. С применением методов имитационного моделирования исследована стохастическая динамическая модель, которая позволяет оценить устойчивость оптимальных решений, построить вероятностные распределения результирующих показателей, произвести подстройку параметров и переменных управления исследуемой системы.*

***Ключевые слова:** Прогнозирование, планирование, динамическая модель, производственная программа, стохастическая модель, имитационное моделирование.*

***Анотация.** Зроблений опис та аналіз динамічної моделі формування річної виробничої програми підприємства з урахуванням фінансових вимог. Із застосуванням методів імітаційного моделювання досліджена стохастична динамічна модель, яка дозволяє оцінити стійкість оптимальних рішень, побудувати імовірнісні розподілу результируючих показників, призвести підстроювання параметрів і змінних управління досліджуваної системи.*

***Ключові слова:** Прогнозування, планування, динамічна модель, виробнича програма, стохастична модель, імітаційне моделювання.*

***Summary.** The dynamic model of the formation of enterprise annual production program is constructed and analyzed. With use of optimization techniques an optimal production plan is calculated, the dynamics of output variables is studied, effect of boundary conditions of the optimal plan is analyzed. The required value of the loan is determined in order to satisfy the financial constraints. Addition of financial aspects to the original production model has led to significant changes in the results of production planning. With use of simulation techniques a series of experiments with stochastic dynamic model are conducted, which allowed to investigate the stability of optimal solutions for deterministic dynamic model, to identify the laws of distribution of endogenous variables, to determine the characteristics of the general population estimates of the output variables and confidence estimates for control variables of the model. The results of stochastic algorithmic modeling allowed to find*

optimal values for the parameters and variables of the system, such as total profit, confident assessment values of optimal amount of credit and minimum stock products. It is shown that the results of stochastic modeling with sufficient adequacy consistent with the results of a deterministic simulation to determine the optimal production plan. However, the model is sensitive to fluctuations in demand in terms of satisfaction of financial constraints, which leads to significant changes in the amount of required finance.

Keywords: Forecasting, planning, dynamic model, production program, stochastic model, simulation.

Постановка проблемы. Обычно на практике при принятии управленческих решений выбирают действия, которые доставляют экстремум целевой функции на текущий период времени или на краткосрочный период времени вперед. Такие решения в долгосрочной перспективе не являются оптимальными. Более того, они могут иметь последствия, результаты которых существенно снизят показатели системы в будущие периоды времени.

Построение моделей, которые учитывают только текущие значения характеристик системы, относятся к классу статического моделирования. Переменные в таких моделях не зависят от времени, также как и реакции. В отличие от статических, независимых от времени, моделей динамические модели описывают экономические процессы или системы в движении, то есть, в зависимости от прошедших периодов времени. Одним из главных преимуществ исследования динамических моделей является прогнозирование развития процесса на будущие периоды так, чтобы уже сейчас иметь представление о его результатах, что позволит принимать оптимальные управленческие решения с точки зрения как текущего момента, так и последствий в будущем. Таким образом, динамическая модель позволяет исследовать развитие сложной экономической системы, такой как предприятие, на протяжении определенного периода планирования, и в качестве результатов получить оптимальный план развития предприятия на заданный плановый период.

Исходя из того, что статистические способы прогнозирования не дают возможности получения корректных прогнозов развития экономических процессов, в то время как динамические модели позволяют решать такие задачи, приходим к выводу, что при планировании производственного цикла необходимо определять оптимальные объемы производства на несколько периодов времени вперед (целый год), учитывать многие факторы и взаимосвязи в модели.

Анализ основных публикаций. Для решения динамических задач оптимизации в математическом программировании сформировался соответствующий класс моделей под названием динамическое программирование, его основателем стал известный американский математик Р. Беллман [1]. Им предложен специальный метод решения задач этого класса на основе «принципа оптимальности», согласно которому оптимальное поведение в задачах динамического программирования обладает тем свойством, что каковы бы ни были первоначальное состояние и решение (то есть «управление»), последующие решения должны составлять оптимальное поведение относительно состояния, получающегося в результате первого решения. Этот принцип можно выразить и рассуждая от противного: если не использовать наилучшим образом то, чем мы располагаем сейчас, то и в дальнейшем не удастся наилучшим образом распорядиться тем, что мы могли бы иметь [2].

Динамические модели экономических процессов были исследованы в большом количестве работ, например [3, 4]. Помимо отыскания оптимальных решений, важным является вопрос их устойчивости. Существует несколько методик анализа устойчивости решений динамических моделей. Одна из них – теория исследования устойчивости решений систем алгебраических и дифференциальных уравнений, основы которой были заложены А.М. Ляпуновым [5, 6]. Другой подход заключается в применении таких критериев как критерий Лъенара–Шипара [7], критерия Рауса–Гурвица [8, 9], критериев Михайлова и Найквиста [10], которые основаны на частотных характеристиках системы.

В отличие от этих подходов, в работе для ответа на вопрос об устойчивости решений исследована стохастическая имитационная модель.

Изложение основного материала. В работе рассмотрена детерминированная многопродуктовая модель планирования производства, при этом целевой функцией является дисконтированная прибыль предприятия. Оптимизация процесса производства производится исходя из предположения, что в начале планового периода известен спрос на продукцию для всех последующих временных периодов.

В модели введены следующие ограничения. Чтобы не допустить дефицит продукции и, как следствие, не потерять потенциальных клиентов, запас продукции каждого типа в любой момент времени не должен опуститься ниже заданного уровня (будем называть «буферный запас»). Также существует ограничение на максимальный запас продукции всех типов, что связано с ограничениями количества товара на складе готовой продукции.

Для большей адекватности модели реальным процессам принятия решений в организациях, дополнительно к спросу на товар предусмотрено заключение договоров на дополнительные поставки, при этом фирмой предоставляется отсрочка платежей на несколько месяцев. В связи с этим прибыль в конкретный период времени определяется как доход, полученный от реализации продукции за месяц плюс сумма погашенных отсроченных платежей за минусом затрат на производство, затрат на хранение и прочих расходов, куда включены заработная плата, затраты на проведение маркетинговых мероприятий и так далее.

Поиск оптимального решения, доставляющего максимум целевой функции для подобных динамических моделей, является достаточно сложной задачей, так как необходимо учитывать взаимодействия между многими переменными. Характерной особенностью при рассмотрении подобных моделей является то, что значение переменных в период t также зависят от всех решений и значений

переменных в периоды с 1 по t . Еще один важный аспект заключается в том, что значения некоторых переменных на конец периода t являются начальными значениями для переменных на следующий период времени $t+1$, например, запас товара в представленной модели. Именно перенос значений переменных от одного периода времени к последующему делает модель динамической, а не набором нескольких статических моделей.

При исследовании модели было установлено, что отсроченные платежи, которые будут погашены в последующие месяцы, в некоторых случаях приводят к тому, что могут потребоваться дополнительные финансы для выполнения производственного плана в полном объеме. Более того, даже если не требовать оптимизации прибыли, нельзя избежать подобной ситуации. В противном случае в последующие месяцы не будет удовлетворен спрос на продукцию или будут нарушены договоры. Решением этой проблемы является кредит в банке и, как следствие, дополнительные финансовые потери. При вычислении значения прибыли также необходимо дополнительно учесть выплаты по займу. С помощью модели установлено, что фирма существенно выигрывает, если сможет улучшить оборачиваемость средств, то есть наличие отсроченных платежей на длительный период времени существенно снижает общую прибыль за счет увеличения издержек финансирования.

При отыскании оптимальных решений для производственной программы фирмы в рассмотренных динамических моделях входной информацией являлся прогнозируемый спрос на продукцию за рассматриваемый плановый период. В действительности реальный спрос на продукцию, несомненно, будет отличаться от прогнозных значений. Поэтому исследование устойчивости полученных оптимальных решений является исключительно важным вопросом при изучении динамических моделей, особенно при финансово-производственном моделировании.

Для анализа устойчивости решений в работе была исследована стохастическая имитационная модель. Основной идеей проведения расчетов с такой моделью является процесс генерации выборки значений стохастических переменных, для рассматриваемой модели – значений спроса на продукцию для каждого из месяцев. По сгенерированным значениям «реального спроса» рассчитываются значения результирующих переменных. Такой процесс повторяется большое количество раз, и на основании расчетов строится вероятностное распределение для эндогенных переменных. По построенному эмпирическому распределению можно оценить характеристики генеральной совокупности, а также доверительные оценки параметров модели.

Так как в рассматриваемой модели спрос является случайной величиной, на практике при расчетах может возникнуть ситуация, при которой в определенном месяце спрос превысит суммарное значение объема производства и текущего запаса продукции. Очевидно, что в этом случае образуется дефицит продукции, который приводит к недополучению возможной прибыли. Разумно предположить, что в модели в этой ситуации необходимо взыскать штраф с фирмы за каждую единицу недопоставленной продукции.

Другой важный момент связан с возможным падением спроса на продукцию в определенном месяце по сравнению с прогнозным значением. Это приведет к тому, что доход от реализации продукции снизится при одновременном росте затрат на хранение. Затраты на производство продукции останутся неизменными, что в итоге приведет к уменьшению прибыли предприятия и, как следствие, уменьшению финансов на конец этого месяца. Как результат, может сложиться ситуация, при которой наличие средств будет недостаточным для осуществления производственной программы на следующий месяц в полном объеме. При этом в модели будем снижать производство на следующий месяц так, чтобы соблюсти все финансовые ограничения, при которых наличные средства на конец месяца не будут иметь отрицательное значение.

На основании эмпирического распределения продисконтированной прибыли (рисунок 1) получаем, что среднее значение прибыли будет отличаться всего лишь на 2% в сравнении с детерминированным случаем. Расчеты на основании стохастической модели позволяют сделать вывод, что изучение детерминированных динамических моделей с целью поиска оптимальных параметров исследуемой системы дает результат с высокой степенью адекватности.

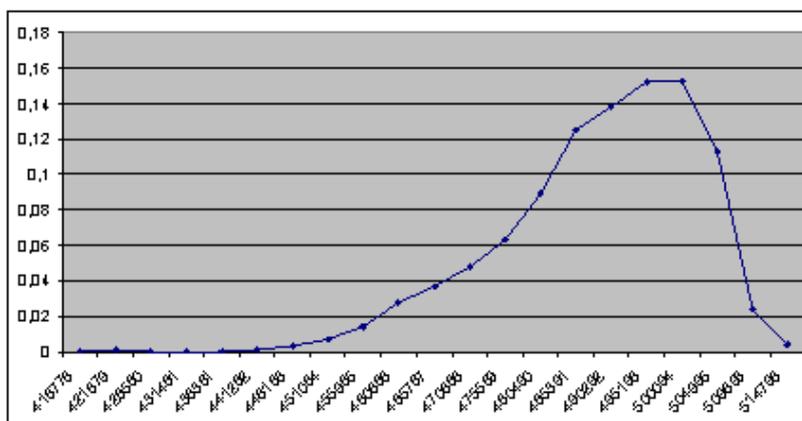


Рис. 1. Вероятностное распределение значений продисконтированной прибыли предприятия для оптимальных значений производственной программы, полученной на основании анализа детерминированной модели

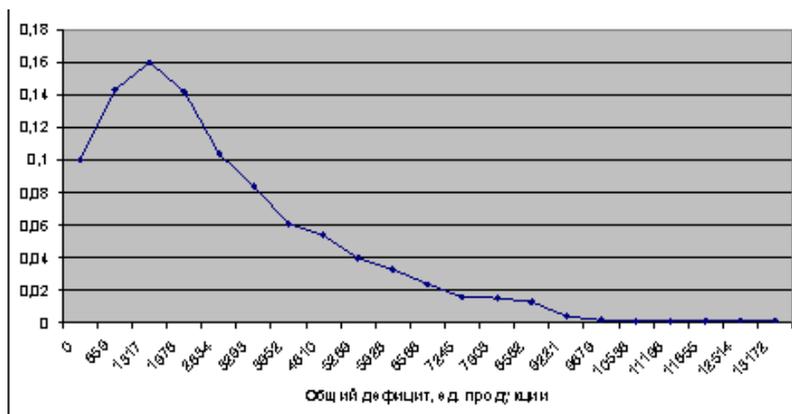


Рис. 2. Вероятностное распределение значений общего дефицита продукции для оптимальных значений производственной программы, полученной на основании анализа детерминированной модели

В связи с возможностью появления дефицита было также построено эмпирическое распределение для значений суммарного дефицита продукции (рисунок 2). На основании результатов, приходим к выводу, что наличие большого дефицита, по существу, и является причиной снижения годовой прибыли предприятия. Главной причиной нехватки продукции является снижение значений производства относительно оптимальной производственной программы, которое обусловлено нехваткой денежных средств предприятия.

Разумно сделать предположение, что увеличение кредита, который фирма берет в банке, может снизить значение суммарного дефицита за счет выполнения производственного плана в полном объеме и, как следствие, приведет к увеличению дохода от реализации продукции и прибыли фирмы. Для модифицированной модели, в которой определялся размер кредита, который необходимо было бы взять фирме в начале планового периода в таком размере, чтобы выполнить производственную программу в полном объеме при имитированных значениях спроса на продукцию, было получено эмпирическое распределение, представленное на рисунке 3.

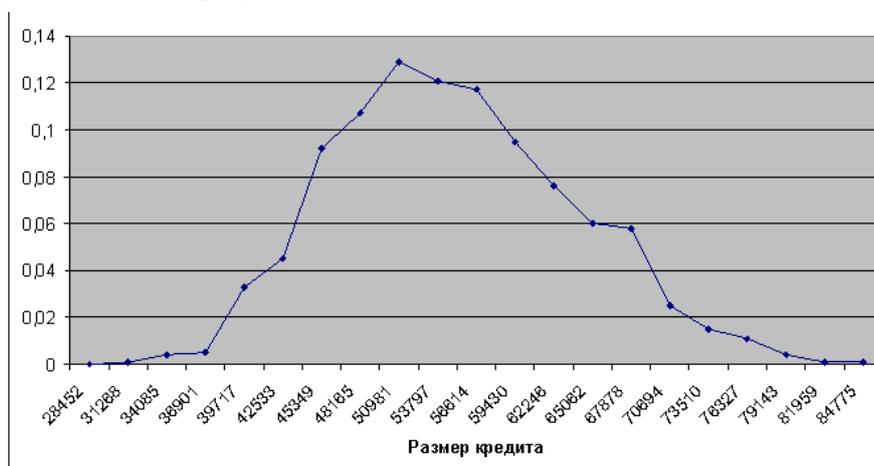


Рис. 3. Вероятностное распределение значений кредита, необходимого для выполнения производственной программы

По графику видно, что значения требуемого кредита имеет достаточно большой разброс от 40 тысяч до 70 тысяч гривен. При этом математическое ожидание размера требуемого кредита всего лишь на 2% больше, чем для детерминированного случая. Это показывает, что динамическая детерминированная модель дает результат очень близкий к стохастической модели, что еще раз говорит о целесообразности применения к подобным исследованиям более простых детерминированных моделей.

Большой разброс для суммы требуемого кредита говорит о том, что при различных колебаниях спроса часто будет получаться ситуация, когда требуемый кредит превышает математическое ожидание, рассчитанное по эмпирическому распределению, что приведет к нехватке финансов и, как следствие, невозможности выполнения оптимальной производственной программы. По плотности распределения вероятностей можно оценить доверительные значения для кредита, при которых производство не будет снижено. Так, для вероятности 75% размер кредита должен быть 59467 гривен, а если фирма хочет гарантировать достаточность финансов для производственного процесса с вероятностью 90%, то кредит должен быть увеличен до 65790 гривен, то есть на 25% относительно расчетов по детерминированной модели. Такой вывод не может быть получен на основе анализа лишь детерминированной модели.

Следует также отметить, выбор оптимального банковского кредита привел к сокращению дефицита продукции на чуть более 50%. Однако, это не только не привело к росту прибыли предприятия, напротив,

увеличение кредита привело к дополнительным выплатам по процентам, и следствием этого стало снижение общей прибыли. Более того, в более чем 65% случаях все равно возникает дефицит продукции. Это связано уже не с ограниченностью финансовых ресурсов, а с тем, что в определенные месяцы запас продукции на складе и производство в этот месяц не могут покрыть текущий спрос.

Проведение серии имитационных экспериментов со стохастической моделью позволило выявить, как влияет размер «буферного запаса» на складе на общий дефицит продукции, а также на прибыль фирмы за плановый интервал, итоговые результаты представлены на рисунке 4. Увеличение значения буферного запаса привело к снижению дефицита, однако суммарные издержки при этом выросли, и суммарная прибыль фирмы уменьшилась.

Из графика 4 видно, что максимальное значение прибыли фирмы достигается при значении буферного запаса в районе 300 единиц продукции, что сопряжено с увеличением дефицита на 60%. Таким образом, приходим к выводу, что дефицит является экономически выгодным для производителя. При этом снижаются затраты на хранение продукции, снижается размер кредита, который необходимо взять фирме для выполнения производственной программы, и в результате увеличивается прибыль предприятия.

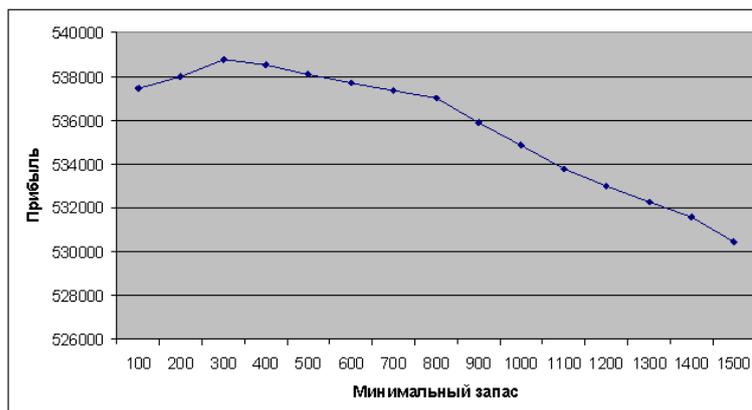


Рис. 4. Зависимость прибыли от значения буферного запаса продукции

Выводы. В заключении хотелось бы отметить, что за счет оптимального планирования производства сразу на несколько периодов, можно находить объемы производства продукции, доставляющие максимум прибыли за весь плановый период, существенно превосходящую прибыль при помесечном планировании производства. Финансовые аспекты приводят к значениям прибыли существенно меньше, чем прибыль, определенная на основании исключительно производственных ограничений. При этом оптимальное значение целевой функции в финансово-производственной модели снижается из-за учета затрат на выплаты процентов по кредиту и дисконтирования будущих поступлений наличных средств.

Проведение имитационных экспериментов со стохастической динамической моделью позволяет исследовать устойчивость оптимального решения детерминированной динамической модели, выявить законы распределения эндогенных переменных, определить оценки характеристик генеральной совокупности выходных переменных и доверительные оценки для переменных управления модели. Результаты стохастического алгоритмического моделирования позволили найти оптимальные значения для параметров системы, таких как суммарная дисконтированная прибыль, размер необходимого кредита и объем минимального «буферного запаса» на складе.

Источники и литература:

1. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1960.
2. Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь : Словарь современной экономической науки / Л. И. Лопатников. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2003. – 520 с.
3. Царьков В. А. Динамические модели экономики. Теория и практика экономической динамики / В. А. Царьков ; предисл. Ю. С. Попкова. – М. : Экономика, 2007.
4. Новиков Д. А., Смирнов И. М., Шохина Т. Е. Механизмы управления динамическими активными системами / Д. А. Новиков. М. : Логос, 2004. – 248 с.
5. Ляпунов А. М. Собрание сочинений / А. М. Ляпунов. Т. 2. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1956. – 474 с.
6. Мартынюк А. А. Устойчивость движения сложных систем / А. А. Мартынюк. Киев: Наукова думка, 1975. – 352 с.
7. Lienard, Chipart. Sur la signe de la partie reelle des racines d'une equation algebrigue // J. Math. Pures Appl. (6). 1914. V. 10. P. 291–346.
8. Routh E. J. Stability of given state of motion. L. : CityPlace, 1877. 300 p.
9. Hurwitz A. Hedew die Bedingungen, unter welchen eine Gleichung nur Wurzeln mit negativen reellen Teilen besitzt // Math. Ann. 1895. Bd 46. S. 273–284.
10. Фельдбаум А. А. Методы теории автоматического управления / А. А. Фельдбаум, А. Г. Бутковский. М. : Наука, 1971. 744 с.