

УДК 330

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСА МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Малова Наталья Николаевна, кандидат экономических наук, доцент;  
ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

**Аннотация:** Комплексное решение экономических проблем в аграрном секторе экономики удобно решать с использованием системного математического моделирования (СММ). Модели анализа достигнутого уровня развития производства на предприятии являются детерминированными. Учет недетерминированных параметров в моделях и их системах предопределяет необходимость корректировки количества этапов СММ экономических процессов. Актуальной становится потребность в анализе новых методов, подходов к формализации недетерминированных параметров природно-производственных систем. Одним из них является подход, в соответствии с которым сначала строится модель прогноза конкретного уровня показателя и его доверительных границ. Далее, рассчитывается ошибка уровня показателя и определяется интервал прогнозов с конкретной вероятностью. В работе [2] впервые показано, что для оптимального плана прямой задачи линейного программирования, а также для любого варианта неоптимального плана, но строго сбалансированного по ресурсам, могут быть рассчитаны ненулевые оценки на все виды необходимых и достаточных ресурсов. Для расчета ненулевых оценок на все используемые ресурсы необходимо соответствующим образом изменять организационную структуру комплекса моделей анализа и прогнозирования производства на сельскохозяйственном предприятии, логику его функционирования.

**Ключевые слова:** системное математическое моделирование; недетерминированные модели, ненулевые оценки на используемые ресурсы; моделей анализа и прогнозирования производства.

## METHODOLOGICAL ISSUES OF DEVELOPING A SET OF MODELS ANALYSIS AND FORECASTING

Malova Natalia Nikolaevna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor;  
Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia

**Annotation:** Complex solution of economic problems in the agricultural sector is convenient for the economy to solve using system mathematical modeling (SMM). Models for analyzing the achieved level of production development at the enterprise are deterministic. Accounting for non-deterministic parameters in models and their systems determines the need to adjust the number of stages of SMM economic processes. The need to analyze new methods and approaches to formalize non-deterministic parameters of natural production systems becomes urgent. One of them is an approach that first builds a model for predicting a specific indicator level and its confidence limits. Next, the indicator level error is calculated and the forecast interval with a specific probability is determined. In work [2] it is shown for the first time that for the optimal plan of a direct linear programming problem, as well as for any variant of a non-optimal plan, but strictly balanced in resources, non-zero estimates can be calculated for all types of necessary and sufficient resources. To calculate non-zero estimates for all resources used, it is necessary to change the organizational structure of the complex of models for analyzing and forecasting production at an agricultural enterprise,

and the logic of its functioning accordingly.

**Keywords:** system mathematical modeling; nondeterministic models; non-zero estimates on the resources used; production analysis and forecasting models.

Для цитирования: Малова, Н. Н. Методологические вопросы разработки комплекса моделей анализа и прогнозирования / Н. Н. Малова. - Текст : непосредственный // Наука без границ. – 2020. – № 7 (47). – С. 88-94. – URL: <https://nauka-bez-granic.ru/№-7-47-2020/7-47-2020/>

For citation: Malova N.N. Methodological issues of developing a set of models analysis and forecasting // Science without borders, 2020, no. 7 (47), pp. 88-94.

Комплексное решение экономических проблем в аграрном секторе экономики удобно решать с использованием системного математического моделирования (СММ). К числу основных этапов СММ относятся:

- формулировка целей исследования;
- постановка экономических проблем и качественный анализ моделируемого объекта;
- разработка системы экономико-математических моделей;
- математический анализ системы экономико-математических моделей;
- информационное обеспечение расчетов по системе моделей;
- разработка методов согласования решения в системе моделей;
- программное обеспечение расчетов на ЭВМ по системе моделей;
- анализ результатов исследований, проведенных с использованием метода СММ экономических процессов.

Модели анализа достигнутого уровня развития производства на предприятии являются детерминированными. Учет недетерминированных параметров в моделях и их системах предопределяет необходимость корректировки количества этапов СММ экономических процессов. В частности, количество этапов СММ может быть расширено. В их число следует включить новые этапы:

- выделение и структуризация недетерминированных параметров;
- формализация выделенных неде-

терминированных параметров;

- разработка системы экономико-математических моделей с учетом недетерминированных параметров;
- анализ недетерминированных моделей;
- информационное обеспечение расчетов по системе моделей с недетерминированными параметрами.

Эффективность каждого этапа зависит от соблюдения основных методологических принципов СММ экономических процессов, которые следует учитывать и при выполнении новых, отмеченных выше, этапов, ориентированных на недетерминированные параметры. Это принципы: целенаправленного развития; целенаправленной структуризации; вариантности; соответствия и адаптации и др.

При выполнении этапов, ориентированных на недетерминированные параметры следует, по нашему мнению, также учитывать принципы отбора наиболее важных недетерминированных параметров для моделей системы. Этот принцип ориентирует на совершенствование информационного и программного обеспечения расчетов, оценки качества и надежности результатов эмпирических исследований.

На любую производственную систему оказывает влияние не только набор внутренних недетерминированных факторов, но и ряд факторов внешней среды, которые необходимо учитывать. Поэтому важной проблемой

является определение круга недетерминированных параметров, которые следует учитывать в моделях системы. Сложность определения круга недетерминированных параметров состоит в трудности учета всего комплекса факторов, влияющих на них, а также в количественном измерении степени этого влияния. К таким факторам могут быть отнесены:

1. Природно-климатические факторы, которые включают осадки и их количество, естественное плодородие почв, продолжительность безморозного и морозоопасного периодов, температуру, солнечную радиацию, запасы влаги в метровом слое почвы и другие.

2. Биологические факторы – сорта сельскохозяйственных культур, семенной материал и его качество, селекционная и племенная работа.

3. Агротехнические факторы. Это технология, сроки и качество выполнения сельскохозяйственных работ, дозы, виды и сроки внесения удобрений, система севооборотов, борьба с вредителями, болезнями, сорняками культурных растений.

4. Экономические факторы – наличие и квалификация кадров; оснащенность техникой; наличие удобрений; трудоемкость продукции; уровень специализации производства; организация и управление производством и др.

Многие факторы не поддаются управлению и наряду с управляемыми оказывают случайное воздействие на формирование недетерминированных параметров. К числу параметров, попадающих под действие, можно отнести: урожайность сельскохозяйственных культур; продуктивность животных; объемы производственных ресурсов; трудовые затраты на произ-

водство; выход приплода; показатели падежа и выбраковки животных; показатели эффективности сельскохозяйственного производства; цены на продукцию и другие.

Актуальной становится потребность в анализе новых методов, подходов к формализации недетерминированных параметров природно-производственных систем.

Одним из них является подход, в соответствии с которым сначала строится модель прогноза конкретного уровня показателя и его доверительных границ. Далее, рассчитывается ошибка уровня показателя и определяется интервал прогнозов с конкретной вероятностью.

Нижняя граница интервалов таких показателей, как, например, урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность сельскохозяйственных животных, площадь сельскохозяйственных угодий, ресурсы труда интерпретируются как самые надежные и верхние границы этих показателей – как менее надежные. Если рассматривать такой показатель, как затраты труда на единицу продукции, то очевидно, что верхняя граница этого показателя является самой надежной, а нижняя – ненадежной. В рамках этого подхода оценивается надежность одномерных прогнозов при переходе от нижних границ доверительных интервалов к верхним и наоборот. Другими словами, определяется оценка надежности различных показателей по формулам:

- для показателей, характеризующих выход продукции ресурсов, а также количественное значение ресурсов на единицу переменных:

$$P(Y_{\kappa}^{\varepsilon} \geq Y_{\kappa}) = F(t) + \frac{1-F(t)}{2}, \quad (1)$$

$$P(Y_k^\Sigma \leq Y_k) = \frac{1 - F(t)}{2} \quad (2)$$

Где:  $F(t)$  – значение функции распределения;

$Y_k^\varepsilon$  – любое значение показателя в заданном интервале;

$Y_k^\Sigma$  – любое значение показателя, лежащего ниже доверительного интервала;

$Y_k$  – конкретное значение показателя, соответствующее нижней границе интервала.

- для показателей, характеризующих затраты ресурсов на производство единицы продукции

$$P(Y_k^\varepsilon \leq Y_k) = F(t) + \frac{1 - F(t)}{2} \quad (3)$$

$$P(Y_k^\Sigma \geq Y_k) = \frac{1 - F(t)}{2} \quad (4)$$

$Y_k^\varepsilon$  – любое значение показателя в заданном интервале и ниже его;

$Y_k^\Sigma$  – любое значение показателя, лежащего выше доверительного интервала;

$Y_k$  – конкретное значение показателя, соответствующее верхней границе интервала.

С использованием данного методического подхода могут быть решены и обратные задачи одномерного прогнозирования – расчет прогнозного значения показателя с заданной надежностью. В данном случае может быть задана конкретная оценка надежности, равная  $A$ , т.е.

или

$$P(Y_k \leq Y_k) = A \quad (5)$$

$$F(t) + \frac{1 - F(t)}{2} = A \quad (6)$$

Откуда  $F(t) = 2 - 1$ .

По таблице критических значений распределения Стьюдента находится значение  $t$  и определяется новый подынтервал. Далее, предполагается, что с заданной вероятностью  $A$  возможно существование более высоких или низких значений конкретного показателя по сравнению с зафиксированными его значениями, соответствующими верхней или нижней границам нового подынтервала. Такой подход может быть взят в основу при разработке одномерных прогнозов с заданной надежностью недетерминированных параметров для моделей сквозного прогнозирования развития сельскохозяйственного производства на предприятии.

Одним из важнейших проблемных вопросов оптимизационных комплексов моделей анализа и прогнозирования как в детерминированной, так и недетерминированной постановке является выбор критерия оптимальности. Проблема критерия оптимальности, математического описания цели, определение эффективности функционирования экономической системы находится в центре внимания многих ученых. Несмотря на это, решение ее далеко от завершения.

В литературе при решении задач с учетом недетерминированных параметров многие авторы предпочтение делают критерию максимум математического ожидания производства валовой продукции. По нашему мнению, использование математического ожидания показателей экономической эффективности в качестве критериев оптимальности задач с недетерминированными параметрами является обоснованным, когда интерес для исследователя представляет "средний"

эффект. Предпочтение отдается таким критериям, как минимум затрат труда, максимум ассортиментных наборов. Эти критерии выражаются в натурально-вещественной форме, свободны от недостатков ценообразования и, вообще говоря, могут быть использованы при расчете сквозных прогнозов с использованием оптимизационных моделей. В качестве критерия оптимальности недетерминированных моделей мы предлагаем использовать максимум дохода предприятия с включением математических ожиданий выгоды и ущерба от нехватки или избытка трудовых ресурсов.

Отдельные аспекты производственной деятельности трудно поддаются, а также не поддаются формализованному описанию. В условиях перехода к рынку критерий оценки разных вариантов планов стал более конкретным - величина прибыли. В экономико-математическом моделировании такой критерий использовался и раньше. Однако решение конкретной оптимизационной задачи на отдельный критерий, как правило, не обеспечивает высокое значение разных показателей экономической эффективности. Поэтому перспективными представляются такие исследования, направленные на разработку подходов и соответствующих алгоритмических процедур, позволяющих строить оптимальные варианты сквозных прогнозов не только с точки зрения отдельно взятого критерия, а с позиции лучшего значения целого комплекса показателей экономической эффективности.

Весьма важной проблемой, которую следует решать при разработке комплекса моделей анализа и прогнозирования сельскохозяйственного производства на предприятии явля-

ется расчет ненулевых оценок на все используемые ресурсы. В работе [2] впервые показано, что для оптимального плана прямой задачи линейного программирования, а также для любого варианта неоптимального плана, но строго сбалансированного по ресурсам, могут быть рассчитаны ненулевые оценки на все виды необходимых и достаточных ресурсов.

Это может быть осуществлено путем автономного решения модифицированной двойственной задачи, отличающейся от обычной двойственной задачи линейного программирования тем, что в модифицированной задаче учитываются не исходные количественные значения ограниченной прямой задачи, а расчетные объемы необходимых и достаточных ресурсов для ее оптимального плана. Реализация модифицированной двойственной задачи осуществляется, когда оптимальный план прямой задачи предварительно найден и, следовательно, определены объемы необходимых и достаточных ресурсов для его реализации. Наличие ненулевых оценок на ресурсы (фактически использованные в сельскохозяйственном предприятии или необходимые и достаточные для конкретных вариантов прогноза по развитию производства на перспективу) позволяет на более высоком качественном уровне осуществлять анализ фактического состояния сельскохозяйственного производства на предприятии, а также анализ различных прогнозных вариантов развития производства на перспективу.

Для расчета ненулевых оценок на все используемые ресурсы необходимо соответствующим образом изменять организационную структуру комплекса моделей анализа и прогно-

зирования производства на сельскохозяйственном предприятии, логику его функционирования. Кроме того, требуется разработка соответствующего математического и программного обеспечения расчетов по определению ненулевых оценок на ресурсы. Учитывая, что возможность расчета ненулевых оценок на все используемые ресурсы в оптимальных и неоптимальных планах в настоящее время определена, следует строить комплекс моделей анализа и прогнозирования сельскохозяйственного производства с ориентацией на реализацию этой возможности. С ориентацией на это должно также строиться математическое и программное обеспечение расчетов по данному комплексу моделей.

Такой подход нами был взят в основу при разработке комплекса моделей анализа и прогнозирования производства на сельскохозяйственном предприятии. Весьма важной проблемой является также информационное обеспечение расчетов. При учете недетерминированных параметров необходимо индивидуально подходить к каждому объекту моделирования, проводить структуризацию и формализацию недетерминированных параметров. Только после выполнения

этих этапов можно переходить непосредственно к разработке подкомплекса недетерминированных моделей сквозного прогнозирования развития сельскохозяйственного производства на предприятии.

Не менее важным вопросом является проведение адаптации многоуровневой системы согласования решений к организационной структуре разрабатываемого комплекса моделей анализа и прогнозирования производства на сельскохозяйственном предприятии. Требуется своего решения на более высоком качественном уровне также проблема оценки качества и надежности результатов расчетов, проводимых по комплексу моделей анализа и прогнозирования.

Отмеченное, разумеется, далеко не исчерпывает перечень проблемных вопросов, стоящих на пути использования СММ экономических процессов в анализе и прогнозировании сельскохозяйственного производства на предприятии. Однако решение отмеченных вопросов позволит на более высоком уровне осуществлять анализ и разрабатывать прогнозы развития сельскохозяйственного производства на предприятиях с использованием СММ экономических процессов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пастернак, П. П. Расчёт ненулевых оценок на все используемые ресурсы. – СПб: Изд-во Союз, 2001. – 68 с. – Текст : непосредственный.
2. Пастернак, П. П. Системное моделирование экономических процессов в АПК. – М., Изд-во Агропромиздат, 1985. – 176 с. – Текст : непосредственный.
3. Малова Н. Н. Разработка комплекса моделей анализа и прогнозирования развития производства на сельскохозяйственном предприятии : специальность 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Малова Наталья Николаевна ; Санкт-Петербург, СПбГАУ, 2003. – 156 с. – Текст : непосредственный.
4. Пирожкова, Ю. Г. Система недетерминированных моделей сквозного прогнозирования развития производства в аграрном секторе экономики региона (на примере Республики Бурятия) : специальность 08.00.13 «Математические и инструмен-

тальные методы экономики» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Пирожкова Юлия Григорьевна ; Санкт-Петербург, СПбГАУ, 2007. – 162 с. – Текст : непосредственный.

#### REFERENCES

1. Pasternak P.P. Raschyot nenulevyh ocenok na vse ispol'zuemye resursy [Calculation of non-zero estimates for all used resources]. Saint-Petersburg, Soyuz Publishing house, 2001, 68 p.
2. Pasternak P.P. Системное моделирование экономических процессов в АПК [System modeling of economic processes in the agro-industrial complex]. Moscow, Izd-vo Agropromizdat, 1985, 176 p.
3. Malova N.N. Razrabotka kompleksa modelej analiza i prognozirovaniya razvitiya proizvodstva na sel'skohozyajstvennom predpriyatii [Development of a set of models for analysis and forecasting of production development at an agricultural enterprise]. Ph. D. thesis, Saint-Petersburg, SPbGAY, 2003, 156 p.
4. Pirozhkova Yu.G. Sistema nedeterminirovannyh modelej skvoznogo prognozirovaniya razvitiya proizvodstva v agrarnom sektore ekonomiki regiona (na primere Respubliki Buryatiya) [System of nondeterministic models of end-to-end forecasting of production development in the agricultural sector of the regional economy (on the example of the Republic of Buryatia)]. Ph. D. thesis, Saint-Petersburg, SPbGAY, 2007, 162 p.

Материал поступил в редакцию 12.07.2020

© Малова Н.Н., 2020