

МРНТИ 06.52.13  
УДК 631.15. (574)

**СИСТЕМНАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ФУНКЦИЯМИ**

**ӨНДІРІСТІК ФУНКЦИЯЛАРДЫ КОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ-РЕГРЕССИЯЛЫҚ ТАЛДАУ  
ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ НЕГІЗІНДЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ  
РЕСУРСТЫҚ ӨЛЕУЕТІН ЖҮЙЕЛІ БАҒАЛАУ**

**A SYSTEMATIC ASSESSMENT OF THE RESOURCE POTENTIAL  
OF AGRICULTURE BASED ON CORRELATION-REGRESSION ANALYSIS  
AND MODELING OF PRODUCTION FUNCTIONS**

**К.А. АХМЕТОВ\***

*к.т.н., профессор*

**Г.Р. МАДИЕВ**

*к.э.н., профессор*

**А.Б. БЕКБОСЫНОВА**

*докторант PhD*

*Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан*

*kahmet45@mail.ru*

**К.А. АХМЕТОВ**

*т.ғ.к., профессор*

**Г.Р. МАДИЕВ**

*э.ғ.к., профессор*

**А.Б. БЕКБОСЫНОВА**

*PhD докторанты*

*Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы, Қазақстан*

**К. АНМЕТОВ**

*C.T.Sc., Professor*

**G. MADIEV**

*C.E.Sc., Professor*

**A. BEKBOSSYNOVA**

*PhD student*

*Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan*

---

Аннотация. Отражены аспекты целесообразности использования корреляционного и регрессионного анализа для оценки экономической эффективности сельскохозяйственных ресурсов Алматинской области. Цель работы – теоретическое осмысление возможностей расширения сферы применения корреляционно-регрессионного анализа в сочетании с моделированием путем построения производственных функций (КРА и МПФ) для решения вопросов подготовки качественной информации в целях формирования реальных ориентиров и осуществления эффективного управления производством. Выявлены взаимосвязи и взаимозависимости между экономическими явлениями. Для решения таких задач в статистике широко применяют корреляционный и регрессионный анализы, отбирая для их проведения факторы, имеющие достоверные статистические данные. Раскрыты теоретические и практические принципы системного анализа оценки эффективности управления производственным потенциалом области. Для более полного использования методических возможностей корреляционно-регрессионного анализа проведены исследования путем построения различных видов производственных функций. Проанализированы нестандартные случаи интерпретации параметров. Обоснованы приемы адаптации моделей производственных функций, критерий практичности, исходя из потребностей теории и практики в совершенствовании методов оценки результативности использования факторов производства, ресурсов и мероприятий. Статья подготовлена по результатам исследования в рамках грантового проекта № АР05130910 Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан по те-

Аңдатпа. Алматы облысының ауыл шаруашылығы ресурстарының экономикалық тиімділігін бағалау үшін корреляциялық және регрессиялық талдауды пайдалану мақсаттылығының аспектілері көрсетілген. Жұмыстың мақсаты - нақты бағдарларды қалыптастыру және өндірісті тиімді басқаруды жүзеге асыру мақсатында сапалы ақпаратты дайындау мәселелерін шешу үшін өндірістік функцияларды құру жолымен үлгілеумен үйлесімде корреляциялық-регрессиялық талдауды қолдану аясын кеңейту мүмкіндіктерін теориялық ұғыну. Экономикалық құбылыстардың өзара байланысы мен өзара тәуелділігі анықталған. Мұндай міндеттерді шешу үшін статистикада корреляциялық және регрессиялық талдаулар кеңінен қолданылады, оларды жүргізу үшін сенімді статистикалық деректері бар факторларды таңдап алады. Облыстың өндірістік әлеуетін басқару тиімділігін бағалаудың жүйелік талдауының теориялық және практикалық принциптері ашылған. Корреляциялық-регрессиялық талдаудың әдістемелік мүмкіндіктерін толық пайдалану үшін өндірістік функциялардың әртүрлі түрлерін құру жолымен зерттеулер жүргізілген. Параметрлерді түсіндірудің стандартты емес жағдайлары талданған. Өндірістік функциялар модельдерін бейімдеу тәсілдері, өндіріс факторларын, ресурстар мен іс-шараларды пайдаланудың нәтижелілігін бағалау әдістерін жетілдірудегі теория мен практиканың қажеттіліктеріне сүйене отырып, практикалық критерийлар негізделген. Мақала Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің № AP05130910 гранттық жоба шеңберінде «ҚР Ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының ресурстық әлеуетін тиімді басқарудағы ақпараттық технологиялар және математикалық әдістер» тақырыбы бойынша зерттеу нәтижелері арқылы дайындалған.

**Abstract.** Aspects of feasibility of using correlation and regression analysis to assess the economic efficiency of agricultural resources of Almaty region are reflected. The purpose of the work is the theoretical understanding of the possibilities of expanding the scope of the correlation and regression analysis in combination with modeling by constructing production functions (CRA and MPF) to solve the problems of preparing quality information in order to form realistic guidelines and implement effective production management. The interconnections and interdependencies between economic phenomena are revealed. Correlation and regression analyzes are widely used in statistics aimed to solve such problems, selected factors that have reliable statistical data for their implementation. The theoretical and practical principles of a system analysis of assessing the effective management of production potential of the region are revealed. For more complete use of methodological capabilities of correlation and regression analysis, studies have been carried out by constructing various types of production functions. Non-standard cases of parameter interpretation are analyzed. Methods of adapting models of production functions, practicality criterion, based on the needs of theory and practice in improving methods for assessing the effectiveness of the use of production factors, resources and measures, are justified. The article was prepared based on the results of a study in the framework of grant project No. AP05130910 of the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan on the topic: "Information technologies and mathematical methods in the effective management of resource potential of agricultural enterprises of the Republic of Kazakhstan".

**Ключевые слова:** сельхозформирования, системный анализ, ресурсный потенциал, производственные функции, моделирование, валовая продукция, прибыль, добавленная стоимость, денежная выручка.

**Түйінді сөздер:** ауыл шаруашылығы құрылымдары, жүйелік талдау, ресурстық әлеует, өндірістік функциялар, моделдеу, жалпы өнім, пайда, қосылған құн, ақшалай түсім.

**Keywords:** agricultural enterprises, system analysis, resource potential, production functions, modeling, gross output, profit, value added, cash revenue.

**Введение.** В сельском хозяйстве Казахстана ускоренными темпами осуществляются как внедрение новых технологий, так и развитие новых интегрированных формирований с сохранением самостоятельности и экономических интересов их участников, соответственно в теоретиче-

ском и практическом плане возрастают необходимость и потребность в разработке системной методологии оценки и повышения эффективности использования ресурсного потенциала.

Потребность в разработке системной методологии трудно переоценить в теоре-

тическом и практическом плане, так как настоящему времени характерно растущее разнообразие форм и направлений функционирования сельхозпредприятий с их относительной самостоятельностью и экономическими интересами, и потенциалом. На фоне всеобщей интенсификации растениеводства и животноводства формируются кооперационные и интеграционные процессы, многообразие источников финансирования, увеличивается число участников в интенсификации сельхозпроизводства.

В этом плане значительный интерес представляют методические возможности корреляционно-регрессионного анализа (КРА) и технологии моделирования построенными производственными функциями (МПФ), которые могут составить фундаментальную базу для расширения и углубления использования анализа и прогноза в принятии управленческих решений.

Поскольку в работе планируется применение КРА и МПФ и от данных экономико-статистических методов зависит выполнение требований системного подхода, то в статье значительное внимание уделено вопросам их теории и практики. Проведенные нами научно-исследовательские работы [1,2] позволили получить определенные наработки по существующим методам, способам и особенностям построения производственных функций в среде IT-технологий. Авторы имеют разработки по применению КРА при обосновании оптимальной отраслевой структуры производства, выравнивании по среднесезонной и фактической в конкретных годах урожайности зерновых культур, определении влияния климатического фактора на результаты производства при оценке эффективности специализации.

#### Материал и методы исследования.

При исследовании зависимостей методами множественной регрессии требуется определить аналитическое выражение связи между результативным признаком  $Y$  и факторными признаками  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , найти функцию:  $\hat{Y} = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .

Построение уравнения множественной регрессии (производственной функции) включает в себя два круга вопросов: отбор факторов и выбор вида уравнения регрессии. Серьезной проблемой при его построении является *мультиколлинеарность* – тесная зависимость между факторными признаками, отобранными для построения производственной функции [см.2;3].

Из исследований [см. 2] вытекает, что вид производственной функции определяется видом регрессионного уравнения, с помощью которого описывается ее математическая модель. Имеется множество математических уравнений, выражающих производственные функции в зависимости от существа исследуемого процесса и характера факторов, определяющих его результат. Вид уравнения и величины его коэффициентов зависят от типа почвы, климата, видов сельскохозяйственных культур и животных, характера экономических ресурсов, затрат труда и средств, уровня технической оснащенности и т.д. Поэтому в каждом конкретном случае возникает проблема выбора математического уравнения, более или менее соответствующего сущности исследуемого экономического процесса.

**Результаты и их обсуждение.** Проведенный нами анализ показал, что применение модели производственных функций в качестве инструмента планирования, сконструированные по блок-схеме алгоритмы выбора оптимального вида ПФ и алгоритм вычисления ее параметров в среде Microsoft Excel [см. 2,3], обеспечивает эффективное использование планирования и прогнозирования развития отрасли. Это позволяет более оперативно реагировать на происходящие изменения, рационально использовать все виды ресурсов, перейти к принятию обоснованных управленческих решений, что обеспечит повышение эффективности сельскохозяйственного производства.

Обзор литературных источников показал, что разработка методики построения модели производственных функций с использованием Excel и методов моделирования экономических и производственных ситуаций и планирование и прогнозирование на их основе предпринимательской деятельности является необходимым условием высокой эффективности сельскохозяйственного производства Республики Казахстан.

Соответственно было проведено исследование, позволившее получить некоторые обобщения, представляющие практический интерес в части применения КРА и МПФ. Интерес к ним возрос в результате полученных оценок последствий возможных отступлений от классических требований по КРА, что проверка содержания результатов на соответствие практике может служить теоретической и практической основой для совершенствования методов КРА и МПФ по алгоритму расчета показателя

телей и осуществления корректировок в каждом конкретном случае [см. 2, 3].

Цель исследования по применению методов КРА и МПФ состояла в определении на конкретной совокупности массовых факторов среднего по совокупности результата вследствие воздействия обоснованных факторов, имеющих прямое отношение к сельскохозяйственному производству в Алматинской области. За результатные показатели принимались валовая продукция сельского хозяйства, валовая прибыль, добавленная стоимость и денежная выручка за ряд лет, включенные в анализируемую совокупность. Каждый из названных показателей имеет опорное значение в определении эффекта всех анализируемых ресурсов. Опорное значение результатного показателя выражается в постановке задачи КРА и свойстве делимости общей величины на части в соответствии с экономическими принципами и условиями на основе учета приоритетности факторов. Те из них, эффективное использование которых рацию-

нализирует отраслевую структуру регионов, воспроизводственную и технологическую структуру капитальных вложений и основных фондов, способствуют повышению отдачи ресурсного потенциала.

Построение производственной функции начато с устранения мультиколлинеарности независимых факторов. Затем из источников [4,5,6] был сформирован банк данных слабо коррелированных между собой факторов производства:  $Y$  – валовая продукция сельского хозяйства, млн тенге,  $X_1$  – фонд оплаты труда, млн тенге,  $X_2$  – платежи в бюджет и прочие отчисления, млн тенге,  $X_3$  – всего активов, млн тенге,  $X_4$  – дебиторская задолженность, млн тенге,  $X_5$  – вся посевная площадь, тыс.га,  $X_6$  – инвестиция в основной капитал, млн тенге и  $X_7$  – всего валовая добавленная стоимость, млн тенге.

В полученных фрагментах машинной распечатки приведены результаты обработки и технология построения производственной функции [см. 3].

1-фрагмент

#### СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

| ! Номера!<br>! X и Y | ! Средне-<br>! арифметич. | ! Ср.квадр.<br>! отклонение! | ! Коэффициент<br>! вариации | ! Асимметрия | ! Эксцесс |
|----------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|-----------|
| ! X(1)               | ! 1956.33                 | ! 855.54                     | ! 43.7                      | ! 1.29       | ! 1.35    |
| ! X(2)               | ! 1019.25                 | ! 398.45                     | ! 39.1                      | ! .32        | ! .94     |
| ! X(3)               | ! 32945.29                | ! 28175.37                   | ! 85.5                      | ! 1.38       | ! 2.04    |
| ! X(4)               | ! 4428.53                 | ! 2887.55                    | ! 65.2                      | ! .01        | ! -2.17   |
| ! X(5)               | ! 868.31                  | ! 35.08                      | ! 4                         | ! -.79       | ! -.56    |
| ! X(6)               | ! 5386.45                 | ! 1588.55                    | ! 29.5                      | ! .54        | ! .15     |
| ! X(7)               | ! 429453.4                | ! 368474.6                   | ! 85.8                      | ! 1.01       | ! -.04    |
| ! Y                  | ! 138495.8                | ! 93292.78                   | ! 67.4                      | ! .84        | ! -.61    |

#### МАТРИЦА ПАРНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОРРЕЛЯЦИИ

| ! X(1)     | ! X(2)  | ! X(3)  | ! X(4)  | ! X(5)  | ! X(6)  | ! X(7)  | ! Y    |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| X(1)! 1    | ! .762  | ! .798  | ! .615  | ! .631  | ! -.15  | ! .742  | ! .924 |
| X(2)! .762 | ! 1     | ! .798  | ! .72   | ! .545  | ! -.283 | ! .696  | ! .92  |
| X(3)! .798 | ! .798  | ! 1     | ! .602  | ! .553  | ! -.119 | ! .553  | ! .943 |
| X(4)! .615 | ! .72   | ! .602  | ! 1     | ! .464  | ! -.392 | ! .656  | ! .671 |
| X(5)! .631 | ! .545  | ! .553  | ! .464  | ! 1     | ! -.035 | ! .629  | ! .571 |
| X(6)! -.15 | ! -.283 | ! -.119 | ! -.392 | ! -.035 | ! 1     | ! -.263 | ! -.2  |
| X(7)! .742 | ! .696  | ! .553  | ! .656  | ! .629  | ! -.263 | ! 1     | ! .742 |
| Y          | ! .924  | ! .92   | ! .943  | ! .671  | ! .571  | ! -.2   | ! .742 |

#### ТАБЛИЦА АНАЛИЗА ДИСПЕРСИИ

| Компоненты<br>дисперсии | Сумма<br>квадратов | Число<br>степеней<br>свободы | Среднее значение<br>суммы квадратов |
|-------------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------------|
|-------------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------------|

## Аграрная политика: механизм реализации

|           |              |    |              |
|-----------|--------------|----|--------------|
| РЕГРЕССИЯ | 1.197163E+11 | 7  | 1.710233E+10 |
| ОСТАТОК   | 2.133295E+09 | 7  | 3.047565E+08 |
| ИТОГО     | 1.218496E+11 | 14 |              |

КОЭФ. МНОЖЕСТВЕН. ДЕТЕРМИНАЦИИ  $R^2 = .982$   
 КОЭФ. МНОЖЕСТВЕН. КОРРЕЛЯЦИИ  $R = .991$   
 СТАНДАРТН. ОТКЛОНЕНИЕ ОЦЕНКИ  $От = 17457.28$   
 СКО коэффициента множественной корреляции  
 $Gr = 6.617256E-03$   
 Критерия СТЬЮДЕНТА ( $R$ -достоверность)  $t_d = 149.7913$

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ  $Y(X...X)$

|      | Эмпирические | Расчетные | Отклонение |
|------|--------------|-----------|------------|
| 1 .  | 41176.7      | 48935.82  | -7759.121  |
| 2 .  | 43898.2      | 55750.44  | -11852.24  |
| 3 .  | 53498.9      | 41990.82  | 11508.09   |
| 4 .  | 64752.9      | 72521.55  | -7768.649  |
| 5 .  | 74762.4      | 73198.61  | 1563.789   |
| 6 .  | 80234.1      | 93894.37  | -13660.27  |
| 7 .  | 95632.8      | 75563.91  | 20068.89   |
| 8 .  | 105434.8     | 87054.28  | 18380.52   |
| 9 .  | 118954.7     | 123530.9  | -4576.172  |
| 10 . | 135318       | 155824.4  | -20506.38  |
| 11 . | 187256.2     | 190868.8  | -3612.61   |
| 12 . | 230029.9     | 211393.9  | 18636.02   |
| 13 . | 217769.6     | 218507.5  | -737.8906  |
| 14 . | 290983.8     | 293869.4  | -2885.563  |
| 15 . | 337733.9     | 337239.9  | 494        |

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ОШИБКА АППРОКСИМАЦИИ  $e = 11.1597$   
 ОСТАТОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ  $S_{ост} = 3.048628E+08$

Критерия ФИШЕРА для оценки степени приближения множественной регрессии  $F = 28.54905$   
 Линейная производственная функция

$$\begin{aligned}
 Y = & 229328,6 + 42,529 \cdot x_1 - 25,293 \cdot x_2 + 2,246 \cdot x_3 + 1,238 \cdot x_4 - \\
 & - 264,347 \cdot x_5 - 2,502 \cdot x_6 + 0,036 \cdot x_7
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

ТАБЛИЦА ЧАСТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

| Факторы | БЕТА-коэф-<br>фициенты | Частные коэф-<br>эластичности | Частн. коэф.<br>детерминации |
|---------|------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| X( 1 )  | .39                    | .601                          | .36                          |
| X( 2 )  | -.108                  | -.186                         | -.099                        |
| X( 3 )  | .678                   | .534                          | .64                          |
| X( 4 )  | .038                   | .04                           | .026                         |
| X( 5 )  | -.099                  | -1.657                        | -.057                        |
| X( 6 )  | -.043                  | -.097                         | 0.089                        |
| X( 7 )  | .142                   | .112                          | .106                         |

Как видно из 1-фрагмента, основные фи-нансово-экономические показатели сель-ского хозяйства Алматинской обла-сти хорошо описываются производствен-ной функцией, имеющую форму в виде линейной модели с коэффициентом мно-жественной детерминации  $R^2=0,981$  и со-ответственно множественной корреляции  $R=0,99$  (достоверностью  $t_R=149,79>>2,36$  при уровне значимости  $0,05$  и  $n-k-1=15-7-$

$1=7$  степенях свободы  $t_{таб}=2,36$ ), а также с относительной ошибкой аппроксимации  $e = 11,15\%$ .

Надежность установления связи вари-ации  $Y$  с вариацией системы факторов ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) проверялась также с помощью дисперсионного анализа, где представле-ны в сравнении вариации регрессии. Их соотношение – это критерий Фишера  $F$ .

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{pi} - \bar{y})^2 / k}{\sum_{i=1}^n (y_i - y_{pi})^2 / (n - k - 1)}.$$

Расчетное значение критерии Фишера для оценки надежности построенной производственной функции равно  $F = 28,54905$ , которое намного превышает табличного значения (при уровне значимости 0,05,  $k=7$  и  $f=n-k-1=15-7-1=7$  степенях свободы  $F_{\text{таб}}=3,37$ ).

Наличие влияния вариации системы финансово-экономических факторов на вариацию выпуска валовой продукции сельского хозяйства Алматинской области подтверждает достоверность результатов и построенная модель (1-фрагмент) линейной производственной функции вполне приемлема для проведения практических расчетов.

После построения производственной функции был рассчитан уровень производственного потенциала при среднем уровне использования ресурсной базы по изучаемой совокупности объектов, подставляя фактические значения обеспеченности ресурсами каждого объекта в производственную функцию.

На следующем этапе производилось сравнение полученного показателя производственного потенциала с фактическим уровнем результативного показателя, путем составления сводной таблицы (таблица). Рассчитанный показатель и отражает эффективность использования производ-

ственного потенциала сельского хозяйства Алматинской области.

Сравнение и исследование взаимосвязей между фактическим и теоретическим уровнями результативного показателя имеют существенное значение в экономическом анализе. Пусть  $Y_i$  и  $Y_{it}$  соответственно фактический и теоретический (предсказанный по уравнению) уровни производства для  $i$ -го регионального, а  $Y_{cp}$  – среднее значение производства в анализируемой совокупности. Далее в работе [7] связь, между данными величинами рекомендуется отразить формулой:

$$(Y_i - Y_{cp}) = (Y_{it} - Y_{cp}) + (Y_i - Y_{it}) \quad (2)$$

Здесь в формуле (2) левая часть отражает общее отклонение фактического значения результативного показателя от среднего по совокупности. Первое слагаемое в правой части равенства определяет отклонение теоретического уровня производства от среднего по совокупности и вызвано объективными условиями, при которых работает данный регион. Второе же слагаемое, представляющее собой разность между фактическим объемом производства и его теоретическим уровнем (если не обоснована специфичность работы региона), показывает результаты умелого или неумелого использования объективных возможностей. Эту разность можно рассматривать как показатель качества работы.

Таблица – Сводная таблица сельского хозяйства за 1998-2017 гг.

| Год  | Валовая продукция сельского хозяйства (Y фактический), млн тенге | Производственный потенциал (Y теоретический), млн тенге | Коэффициент использования производственного потенциала, $a_i$ |
|------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1998 | 41176,7                                                          | 48935,82                                                | 0,841443                                                      |
| 1999 | 43898,2                                                          | 55750,44                                                | 0,787405                                                      |
| 2000 | 53498,9                                                          | 41990,82                                                | 1,274062                                                      |
| 2001 | 64752,9                                                          | 72521,55                                                | 0,892878                                                      |
| 2002 | 74762,4                                                          | 73198,61                                                | 1,021364                                                      |
| 2003 | 80234,1                                                          | 93894,37                                                | 0,854514                                                      |
| 2004 | 95632,8                                                          | 75563,91                                                | 1,265588                                                      |
| 2005 | 105434,8                                                         | 87054,28                                                | 1,211139                                                      |
| 2006 | 118954,7                                                         | 123530,9                                                | 0,962955                                                      |
| 2007 | 135318,0                                                         | 155824,4                                                | 0,868401                                                      |
| 2008 | 187256,2                                                         | 190868,8                                                | 0,981073                                                      |
| 2009 | 230029,9                                                         | 211393,9                                                | 1,088158                                                      |
| 2010 | 217769,6                                                         | 218507,5                                                | 0,996623                                                      |
| 2011 | 290983,8                                                         | 293869,4                                                | 0,990181                                                      |
| 2012 | 337733,9                                                         | 337239,9                                                | 1,001465                                                      |
| 2013 | 482595,4                                                         | 473065,0                                                | 1,020155                                                      |
| 2014 | 535445,5                                                         | 534593,3                                                | 1,001599                                                      |

## Аграрная политика: механизм реализации

|      |          |          |          |
|------|----------|----------|----------|
| 2015 | 551101,1 | 544855,4 | 1,011466 |
| 2016 | 597308,3 | 590143,8 | 1,012144 |
| 2017 | 633385,7 | 620879,1 | 1,020144 |

Если разность  $(Y_i - Y_{it})$  положительна, то это означает, что  $i$ -й регион использовал имеющиеся ресурсные возможности с более высокой эффективностью, чем в среднем по совокупности. Кроме того, интересна величина  $a_i$  представляющая собой отношение фактического значения результативного показателя к его теоретическому значению, то есть  $a_i = Y_i / Y_{it}$ . Величина  $a_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  ( $n$  - количество лет в анализируемой совокупности) по своей сути представляет собой индекс эффективности использования производственного потенциала.

Таким образом, в результате прохождения всех этапов существует возможность достичь поставленной цели – рассчитать показатели величины и уровня использования ресурсного потенциала. С помощью многофакторных уравнений регрессии можно получить характеристику региона с нескольких сторон.

Во-первых, при расчете производственного потенциала выявляются в одном комплексном интегрированном показателе объективные условия хозяйствования и обеспеченность производственными ресурсами. Возникает дополнительная возможность получить комплексное представление о производственных возможностях того или иного региона.

Во-вторых, с помощью уравнений регрессии по отклонению фактического и потенциального результатов можно получить более четкое представление об эффективности использования ресурсного потенциала.

В целях упрощения расчетов и их автоматизации может быть применена программа в системе Excel, делающая доступной указанную методику для использования лю-

бым заинтересованным работникам системы управления на региональном уровне [см.7].

Из таблицы видно, что в 2000, в 2002, в 2004, в 2005, в 2009 и с 2012 по 2017 гг. разность между теоретическим и фактическим объемами производства положительна. Это означает, что имеющиеся ресурсные возможности были использованы с более высокой эффективностью, чем в среднем по совокупности (1,002483). Напротив, в 1999, 1998, 2003, 2007 и 2001 гг. производственный потенциал был использован не столь эффективно: средний коэффициент равен 0,848928.

Однако, в сложившихся условиях к веским причинам, сдерживающим развитие отрасли сельского хозяйства Алматинской области, можно отнести техническое и технологическое отставание сельскохозяйственных предприятий, что ведет к недостаточной конкурентоспособности; неустойчивое финансовое состояние, не позволяющее восстанавливать нарушенное воспроизводство ресурсного потенциала отрасли.

Значительное распространение в последнее время имеют степенные многофакторные производственные функции. Во 2-м фрагменте приведены результаты построения многофакторной степенной модели производственной функции, из которых видно, что основные финансово-экономические показатели сельского хозяйства Алматинской области также хорошо описываются степенной многофакторной производственной функцией, о чем свидетельствуют значение корреляционного отношения = 0,9939 с коэффициентом множественной детерминации  $R^2=0,987$  и относительной ошибкой аппроксимации  $\varepsilon = 13,84\%$ .

### 2-Фрагмент

#### Параметры многофакторной степенной функции

```

=====
Параметры ! Стандарная ошибка ! Достоверности
=====
a(0)=3030615000.0  ma( 0 )= 13.1846  ta( 0 )=229860700.0
a( 1 )= 0.7642  ma( 1 )= 0.5029  ta( 1 )= 1.5196
a( 2 )= 0.0855  ma( 2 )= 0.3349  ta( 2 )= 0.2552
a( 3 )= 0.3104  ma( 3 )= 0.1849  ta( 3 )= 1.6790
a( 4 )= -0.0035  ma( 4 )= 0.1273  ta( 4 )= 0.0273
a( 5 )= -3.1711  ma( 5 )= 2.0715  ta( 5 )= 1.5308
a( 6 )= -0.0923  ma( 6 )= 0.2715  ta( 6 )= 0.3399
a( 7 )= 0.2103  ma( 7 )= 0.1760  ta( 7 )= 1.1951
=====
Корреляционное отношение ho= .9939682
    
```

## Аграрная политика: механизм реализации

Коэффициент детерминации  $R_d = .9879729$   
 Скорректированный коэффициент детерминации  $R_d = .9812912$   
 Сумма квадратов регрессионных остатков  $R_o = 9.027142E+09$   
 Коэффициент Дарбина-Уотсона  $DW = 2.278293$   
 Средняя ошибка аппроксимации  $e = 13.84739$   
 СКО фактических  $Y_i$   $S_f = 93858.91$   
 СКО остатков уравнении регрессии  $S_p = 31670.43$

Таблица расчетных значений функции

| Эмпирические           | Расчетные  | Отклонение |
|------------------------|------------|------------|
| $Y(X_1) = 41176.7$     | 49700.880  | -8524.176  |
| $Y(X_2) = 43898.2$     | 53183.690  | -9285.488  |
| $Y(X_3) = 53498.9$     | 46868.590  | 6630.313   |
| $Y(X_4) = 64752.9$     | 66327.810  | -1574.914  |
| $Y(X_5) = 74762.4$     | 84866.390  | -10103.990 |
| $Y(X_6) = 80234.1$     | 96935.750  | -16701.650 |
| $Y(X_7) = 95632.8$     | 79805.930  | 15826.870  |
| $Y(X_8) = 105434.8$    | 86002.440  | 19432.360  |
| $Y(X_9) = 118954.7$    | 134204.300 | -15249.560 |
| $Y(X_{10}) = 135318$   | 170737.900 | -35419.910 |
| $Y(X_{11}) = 187256.2$ | 178419.800 | 8836.453   |
| $Y(X_{12}) = 230029.9$ | 231028.100 | -998.219   |
| $Y(X_{13}) = 217769.6$ | 221649.600 | -3880.000  |
| $Y(X_{14}) = 290983.8$ | 349124.400 | -58140.570 |
| $Y(X_{15}) = 337733.9$ | 284338.200 | 53395.690  |

Эмпирическая множественная степенная функция

$$Y = 30306150 \cdot x_1^{0,764} \cdot x_2^{0,085} \cdot x_3^{0,3104} \cdot x_4^{-0,003} \cdot x_5^{-3,171} \cdot x_6^{-0,092} \cdot x_7^{0,2103} \quad (3)$$

Данная степенная функция обладает известной ограниченностью, например, весь прирост продукта приписывается количественному росту факторов, допускается нейтральный технологический прогресс, предполагается единичная эластичность замещения. Вместе с тем, построенная модель не является надежной ввиду того, что  $x_3$ ,  $x_4$  и  $x_5$  имеют отрицательную степень, которая снижает надежность построенной производственной функции. С исключением этих факторов из выборки вновь проводятся исследования по поиску адекватной модели.

В настоящее время известно несколько модификаций степенной множественной функции. Среди них оказалась наилучшей

кинематическая производственная функция, имеющая вид:

$$y = 2062,35 \cdot x_1^{0,0162} \cdot x_2^{0,01928} \cdot x_3^{0,0415} \cdot x_4^{0,01564} \cdot e^{0,143t} \quad (4)$$

где:

$Y$  – валовая продукция сельского хозяйства Алматинской области, млн тенге;

$x_1$  – затраты по оплате труда, млн тенге;

$x_2$  – платежи в бюджет и прочие отчисления, млн тенге;

$x_3$  – всего активов, млн тенге;

$x_4$  – дебиторская задолженность, млн тенге;

$e$  – основание натурального логарифма;

$t$  – временной фактор.

Статистические характеристики построенной производственной функции приведена в 3-фрагменте.

3-фрагмент



|                                            |     |              |
|--------------------------------------------|-----|--------------|
| Корреляционное отношение                   | ho= | .9627282     |
| Коэффициент детерминации                   | Rd= | .9268458     |
| Скорректированный коэффициент детерминации | Rd= | .9146534     |
| Сумма квадратов регрессионных остатков     | Ro= | 1.906066E+09 |
| Коэффициент Дарбина-Уотсона                | DW= | 2.264182     |
| Средняя ошибка аппроксимации               | e=  | 5.609927     |
| СКО фактических $Y_i$                      | Sf= | 93292.78     |
| СКО остатков уравнении регрессии           | Sp= | 12603.13     |

Анализируя статистические характеристики (3-фрагмент), можем сделать вывод о высоком качестве полученного вида аппроксимирующей функции для сельского хозяйства Алматинской области, поскольку ошибка аппроксимации (менее 6%) свидетельствует о хорошем качестве модели. Известно, чем ближе к 1 коэффициент детерминации, тем в большей степени учтены факторы, влияющие на результативный признак и степени всех факторов положительные [8, 9].

С учетом специализации сельского хозяйства Алматинской области, был проведен анализ следующих данных, характеризующих производственную деятельность отрасли сельского хозяйства в период с 1998 по 2017 годы, определены параметры производственной функции, необходимые для построения математической регрессионной модели:

$F_1$  – вся посевная площадь, тыс. га;

$Q_2$  – валовой сбор зерновых культур, тыс. тонн;

$Q_3$  – валовой сбор картофеля, тыс. тонн;

$F_4$  – посевная площадь под кормовые культуры, тыс. га;

4-фрагмент

$Q_5$  – производство мяса в убойной массе, тыс. тонн;

$Q_6$  – производство молока, тыс. тонн.

В процессе поиска и выбора наиболее лучшей модели были исследованы и построены различные виды производственных функций на основании указанных факторов, которые подтвердили достаточную надежность и близость к реальной закономерности многофакторной степени функций. Статистические характеристики построенной производственной функции приведены в 4-м фрагменте.

Итоговые параметры построенной производственной функции имеют вид:

$$y = 0,033 \cdot F_1^{0,976} \cdot Q_2^{0,059} \cdot Q_3^{1,023} \cdot F_4^{0,853} \cdot Q_5^{1,756} \cdot Q_6^{0,578} \quad (5)$$

Проведенная оценка адекватности и точности полученной модели показала высокое качество полученного вида аппроксимирующей функции для сельского хозяйства Алматинской области, поскольку ошибка аппроксимации менее 10% свидетельствует о хорошем качестве модели, а чем ближе к 1 коэффициент детерминации, тем в большей степени учтены факторы, влияющие на результативный признак.

| Параметры многофакторной степенной функции |        |                   |         |               |        |
|--------------------------------------------|--------|-------------------|---------|---------------|--------|
| =====                                      |        |                   |         |               |        |
| Параметры                                  | !      | Стандарная ошибка | !       | Достоверности |        |
| =====                                      |        |                   |         |               |        |
| a( 0 )=                                    | 0.0133 | ma( 0 )=          | 11.1716 | ta( 0 )=      | 0.5012 |
| a( 1 )=                                    | 0.9766 | ma( 1 )=          | 2.4551  | ta( 1 )=      | 0.3978 |
| a( 2 )=                                    | 0.0596 | ma( 2 )=          | 0.2846  | ta( 2 )=      | 0.2093 |
| a( 3 )=                                    | 1.0234 | ma( 3 )=          | 0.9794  | ta( 3 )=      | 1.0450 |
| a( 4 )=                                    | 0.8535 | ma( 4 )=          | 1.4859  | ta( 4 )=      | 0.5744 |
| a( 5 )=                                    | 1.7559 | ma( 5 )=          | 0.5761  | ta( 5 )=      | 3.0478 |
| a( 6 )=                                    | 0.5781 | ma( 6 )=          | 1.8943  | ta( 6 )=      | 0.3052 |
| =====                                      |        |                   |         |               |        |

Корреляционное отношение  $ho = .9963674$   
 Коэффициент детерминации  $Rd = .992748$   
 Скорректированный коэффициент детерминации  $Rd = .9901109$   
 Сумма квадратов регрессионных остатков  $Ro = 7.632278E+09$   
 Коэффициент Дарбина-Уотсона  $DW = 2.317912$   
 Средняя ошибка аппроксимации  $e = 9.730879$   
 СКО фактических  $Y_{\pm}$   $Sq = 93807.46$   
 СКО остатков уравнения регрессии  $Sp = 26340.91$

### Выводы

1. Используемые методы исследования показывают их состоятельность для оценки ресурсного потенциала региона (в нашем случае Алматинская область), возможность и необходимость применения при разработке стратегии социально-экономического развития области, территории (района, региона).

2. Применение корреляционно-регрессионного анализа и моделирование с помощью производственных функций позволяют получить системные оценки функционирования исследуемых сельскохозяйственных формирований. Встречающееся несоответствие первоначально полученных коэффициентов регрессии реальному содержанию экономических показателей устраняется расчетами, корректировками с применением адаптационных приемов формального и неформального характера на интерпретационном этапе полученных параметров в рамках сохранения методических преимуществ, присущих КРА и МПФ.

3. Построенные производственные функции и расчетные показатели эффективности использования как экономических (фонд оплаты труда, платежи в бюджет всего активов и др.), так и производственных (посевная площадь, валовой сбор зерновых и др.) можно использовать в практической работе по оценке соответствующих мероприятий, выявлению и обоснованию резервов эффективности производства, при разработке программ развития экономики сельхозпредприятий.

### Список литературы

1 Отчет о НИР по теме Г-2012 «Производственные функции в планировании и прогнозировании сельскохозяйственного производства Республики Казахстан» (этап 2012. Промежуточный), № гос. регистрации 0112РК001149. – Алматы, 2012. – 105 с.

2 Отчет о НИР по теме Г-2012 «Производственные функции в планировании и прогнозировании сельскохозяйственного производства Республики Казахстан» (этап 2013 г. Промежуточный), № гос. Регистрации 0112РК001149. – Алматы, 2013. - 187 с.

3 Орлова И.В., Филонова Е.С. Выбор экзогенных факторов в модель регрессии при мультиколлинеарности данных // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. - № 5. – С. 108-116.

4 Статистический ежегодник. - Алматы: Департамент Статистики Алматинской области, Комитет по статистике МНЭРК, 2018. -34с.

5 Основные показатели производственно-финансовой деятельности Алматинской области. Статистический сборник. – Алматы, 2017. – 33 с.

6 Основные финансовые показатели предприятий Алматинской области 2010-2017. Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства. – Алматы: Департамент Статистики Алматинской области, Комитет по статистике МНЭРК, 2018. -С.20-28.

7 Bekbosynova Assel B., Madiev Galigan R., Akhmetov Kulmuhanbet A., Kerimova Ukiliyai K. Organization and parametric optimization of agricultural cooperatives in the Republic