

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СФЕРЕ (НА ПРИМЕРЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Радковская Е.В., к.э.н., доцент,
Кулаков А.Л., магистрант,
УрГЭУ, г. Екатеринбург, Россия

Аннотация. В статье рассматривается применение методов эконометрического моделирования для анализа текущей ситуации и прогнозирования в сельском хозяйстве. На примере Свердловской области выполнен анализ по показателю валового сбора основных сельскохозяйственных культур. Приведены результаты многофакторного, многошагового исследования, выполнена проверка качества построенной регрессионной модели.

Ключевые слова: сельское хозяйство, математическое моделирование, регрессия, эконометрическая модель, достоверность прогнозов.

В Свердловской области, так же, как и во всем Уральском федеральном округе, сельскохозяйственное производство не является приоритетным направлением. Несмотря на это, данная отрасль достаточно хорошо развита в регионе и на сегодняшний день производит довольно значительный объем сельскохозяйственной продукции, внося свой вклад в обеспечение продовольственной безопасности региона и решения задачи импортозамещения.

Безусловно, развитие сельского хозяйства во многом зависит от государственной политики и финансирования, однако большое значение имеют и климатические условия, и географическое положение региона. В этом плане положение Свердловской области трудно назвать выгодным. На территории региона преобладают горно-тундровые почвы и подзолистые, тогда как

чернозем практически отсутствует. Площадь используемых сельскохозяйственных угодий в регионе достаточно стабильна. Доля обрабатываемой пашни к общей площади пашни Свердловской области составляет 68% (средняя по Российской Федерации – 62%) [1]. При этом доля продукции растениеводства в Свердловской области, уступая животноводству, составляет примерно 35-40% от общего объема производства сельскохозяйственной продукции области. Растениеводство в основном представлено зерновыми культурами, картофелем, производством семян рапса. Небольшое количество хозяйств выращивают зернобобовые культуры (ячмень, пшеница, овес, рожь, просо, гречиха, горох), а также овощи в открытом и закрытом грунте.

Учитывая неблагоприятные погодные условия, Свердловская область относится к зоне рискованного земледелия. Поэтому задача прогнозирования валового сбора основных сельскохозяйственных культур в Свердловской области является весьма значимой. Используя в качестве инструмента прогнозирования методы эконометрического моделирования, мы можем выявить факторы, влияющие на объем валового сбора, а также дать качественную и количественную оценку влияния каждого фактора.

Использование регрессионного анализа – основного эконометрического метода – предполагает построение модельного уравнения на основе изучения исходных статистических данных по показателю, выбранному в качестве результирующего (объем валового сбора), который в модели будет обозначен как зависимая (эндогенная) переменная y , и факторов, влияющих на него, которые станут независимыми (экзогенными) переменными модели – x [2]. В качестве таких факторов были выбраны посевные площади сельскохозяйственных культур (x_1); внесенные удобрения (минеральные и органические) (x_2); урожайность основных сельскохозяйственных культур (в хозяйствах всех категорий) (x_3); инвестиции в основной капитал по виду экономической деятельности: сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство,

миллионов рублей (x_4). Для проведения анализа были использованы статистические данные за 14 последовательных периодов [1].

На рисунке 1 приведены результаты выполнения регрессионного анализа.

ВЫВОД ИТОГОВ						
<i>Регрессионная статистика</i>						
Множественный R	0,88					
R-квадрат	0,78					
Нормированный R-квадрат	0,68					
Стандартная ошибка	85,89					
Наблюдения	14					
<i>Дисперсионный анализ</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>	
Регрессия	4	234498,50	58624,63	7,95	0,01	
Остаток	9	66387,15	7376,35			
Итого	13	300885,65				
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
Y-пересечение	-3391,54	1057,70	-3,21	0,01	-5784,23	-998,85
x1	3,47	0,91	3,82	0,00	1,41	5,52
x2	0,22	0,19	1,18	0,27	-0,21	0,65
x3	3,90	0,85	4,59	0,00	1,98	5,82
x4	-0,01	0,03	-0,48	0,64	-0,08	0,05

Рис.1. Результаты выполнения регрессионного анализа по 4 факторам

Для того, чтобы модель, полученную по результатам проведенного регрессионного анализа, можно было использовать для прогнозирования, необходимо проанализировать достоверность коэффициентов построенной модели, что выполняется с помощью проверки вероятности выполнения нулевых гипотез для каждого коэффициента регрессии. В данном случае можно говорить о том, что такие факторы, как «посевные площади сельскохозяйственных культур» и «урожайность основных сельскохозяйственных культур» являются значимыми. Однако вероятность выполнения нуль-гипотез для факторов «внесено удобрений» и «инвестиции в основной капитал» слишком велика, что указывает на их недостоверность (незначимость).

На практике инвестирование сельского хозяйства и сопутствующих секторов является одним из эффективных путей повышения объемов сельскохозяйственной продукции. В нашем же случае показатель инвестиций в

основной капитал незначимым, поэтому был проведен сравнительный анализ моделей парных регрессий по каждой из четырех независимых переменных.

Ни одна из исследуемых моделей парной регрессии не прошла проверки на качество: практически во всех моделях наблюдается слабая связь (лишь в одной модели связь средняя), высоки вероятности незначимости коэффициентов детерминации и коэффициентов регрессии. Т. о., проведенный сравнительный анализ моделей парных регрессий не дал ожидаемого результата, что обуславливает исключение незначимых факторов («внесено удобрений» и «инвестиции в основной капитал») в целях улучшения качества модели. По итогам второго шага моделирования получен следующий результат (рисунок 2).

ВЫВОД ИТОГОВ						
<i>Регрессионная статистика</i>						
Множественный R	0,86					
R-квадрат	0,74					
Нормированный R-квадрат	0,70					
Стандартная ошибка	83,84					
Наблюдения	14					
<i>Дисперсионный анализ</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>	
Регрессия	2	223557,45	111778,73	15,90	0,00	
Остаток	11	77328,20	7029,84			
Итого	13	300885,65				
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
Y-пересечение	-2860,59	823,96	-3,47	0,01	-4674,11	-1047,06
x1	3,06	0,68	4,47	0,00	1,55	4,56
x3	4,04	0,75	5,36	0,00	2,38	5,70

Рис. 2. Результаты выполнения регрессионного анализа по 2 значимым факторам

Исходя из проведенных расчетов, можно говорить о том, что данная модель более достоверна, а все факторы являются значимыми. Уравнение искомой зависимости будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned}
 & \text{Валовой сбор основных сельскохозяйственных культур} = \\
 & = -2860,59 + 3,06 \cdot \text{Посевные площади сельскохозяйственных культур} + \\
 & + 4,04 \cdot \text{Урожайность основных сельскохозяйственных культур}
 \end{aligned}$$

Можно сделать вывод, что между рассматриваемыми экзогенными переменными и зависимой переменной прослеживается прямая связь.

Коэффициент корреляции имеет значение 0,86, что свидетельствует о тесной связи между показателями. Коэффициентом детерминации оценивается доля общей дисперсии, объясняемая регрессией. В нашем случае уравнением регрессии объясняется 74% дисперсии результативного признака, а на долю прочих факторов приходится 26% разброса. Величина уточненного коэффициента детерминации равна 0,7, что говорит о том, что 70% разброса данных объяснено включенными в модель факторами, т.е. 70% изменения валового сбора основных сельскохозяйственных культур объясняется изменением величины посевных площадей сельскохозяйственных культур и урожайностью основных сельскохозяйственных культур.

Вероятность выполнения нуль-гипотезы для коэффициента детерминации, равная нулю, говорит о его достоверности. Аналогичные вероятности для коэффициентов регрессии не превышают 5%, значит, все коэффициенты регрессии значимы, то есть оказывают влияние на зависимую переменную y . Т. о., можно говорить о выполнении основных признаков качества модели.

Однако для получения наиболее достоверных результатов прогнозирования стоит еще проверить модель на выполнимость условий Гаусса-Маркова, которые являются предпосылками МНК, используемого в регрессионном анализе.

По нашим результатам величина статистики Дарбина-Уотсона $DW=1,88$, что свидетельствует об отсутствии автокорреляции остатков. Расчет матрицы корреляций для экзогенных факторов показал, что коэффициент коррелированности факторов меньше 0,7, следовательно, можно говорить об отсутствии мультиколлинеарности, что позволяет четко определить вклад каждого фактора. Проверка модели на гетероскедастичность проводилась с помощью теста Уайта, рассчитываемого на основании нелинейных значений остатков и факторов. В нашем случае тест показал отсутствие гетероскедастичности в модели.

Т. о., можно сделать вывод, что данная модель может быть успешно применена на практике для прогнозирования и оценке влияния факторов на валовой сбор основных сельскохозяйственных культур в Свердловской области.

В целом можно сказать, что применение математического, в частности, эконометрического, моделирования является достаточно эффективным по получаемым практическим результатам и способствует оптимальному управлению процессами.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/itog_inspect (дата обращения: 30.10.2023).
2. Радковская Е.В., Кочкина Е.М., Дроботун М.В., Фер Т.В., Попова Н.П., Иванов И.В. Эконометрика. – Роли, Северная Каролина, США, 2019.