

**ВОЗМОЖНОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗАВИСИМОСТИ РАЗМЕРОВ  
ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ  
ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

С.С. Подхватилина, к.э.н., доцент кафедры статистики БГЭУ

**Резюме.** В статье рассматривается влияние ряда факторов, характеризующих влияние климатических условий, на динамику и структуру посевных площадей под конкретными культурами (на примере площадей под сахарной свеклой) в Республике Беларусь. На основании статистического анализа и эконометрического моделирования получена количественная оценка влияния количества выпавших осадков и температурного режима на динамику и структуру посевных площадей под сахарной свеклой в Республике Беларусь.

**ASSESSMENT OF DEPENDENCE OF THE SIZES OF CULTIVATED AREAS  
UNDER CONCRETE CROPS FROM CLIMATIC CONDITIONS IN REPUBLIC OF BELARUS**

S.S.Podkhvatsilina, Associate Professor, Department of Statistics, BSEU

**Summary.** In article influence of a number of the factors characterizing influence of climatic conditions, on dynamics and structure of cultivated areas under concrete cultures (on the example of the areas under sugar beet) in Republic of Belarus is considered. On the basis of the statistical analysis and econometric modeling the quantitative assessment of influence of a rainfall and a temperature mode on dynamics and structure of cultivated areas under sugar beet in Republic of Belarus is received.

Земля, как территория, является основой для жизнедеятельности человека, его жизненным пространством. Земля выступает главным средством производства в сельском хозяйстве. Земельные ресурсы это та часть мирового земельного фонда, которая пригодна для сельскохозяйственного производства, как и для ведения городской застройки, расселения сельского населения, лесного хозяйства, размещения промышленных предприятий и транспортных коммуникаций и других видов наземной деятельности человека.

Земельный фонд планеты представляет собой сочетание разнообразных категорий земель. Наибольшие площади заняты сельскохозяйственными землями – более 35% из всей площади земельных ресурсов мира (129 млн. кв. км). Структура сельскохозяйственных земель каждой страны обусловлена такими факторами как физико-географическое положение, природно-климатические условия, специфика хозяйственного освоения территорий и др.

Доля сельскохозяйственных земель в среднем по государствам СНГ – около 25%, тогда как в Республике Беларусь – 55%.

Особую ценность представляют пахотные земли, как наиболее интенсивно используемые для сельскохозяйственного производства, то есть систематически обрабатываемые и используемые под посев сельскохозяйственных культур земли. К началу XXI века было распахано и обрабатывалось около 11% мирового земельного фонда. Доля пашни в общей площади мировых сельскохозяйственных земель составляла 30-32%. Распаханность территории (отношение пашни к общей площади, исчисленное в процентах) сильно колеблется в разных странах. Так в России – 7%, на Украине – 55%, в Республике Беларусь – 29%. То есть уровень сельскохозяйственной освоенности в Республике Беларусь является довольно высоким. Выше, чем, например, в России в 3,74 раза. Это связано с тем, что доля лесов и лесопокрытых земель, земель под водными объектами в Республике Беларусь в 1,25 раза меньше, чем в России. Увеличение распаханности территорий в таких условиях сопряжено с большими финансовыми и материально-техническими затратами, сложными мелиоративными, ирригационными и другими работами. Освоение и введение в сельскохозяйственный оборот новых земель также приводит к нарушению экологического равновесия, изменению водного режима и другим неблагоприятным явлениям.

приятным последствиям не только в районах и странах освоения, но и в масштабе всей планеты. В Республике Беларусь, как и во всем мире, происходят процессы, ведущие к сокращению площадей пахотных земель. Это отвод земель для сельскохозяйственных целей; для ведения городской застройки, расселения сельского населения, лесного хозяйства, размещения промышленных предприятий и транспортных коммуникаций и других видов деятельности человека. Теряются значительные площади и в следствие развития ряда природных явлений, например, глобального потепления климата и аридизации (снижения увлажненности) почв, выдувания и смыва плодородного слоя почвы, засоления орошаемых массивов (вторичному засолению с накоплением в верхних горизонтах почвы вредных для растений солей подвержено около 50% площади орошаемых земель мира) и т.д. К серьезному сокращению площадей пахотных земель приводят факторы, антропогенного разрушения, то есть деградации почв, которые проявляются в физическом уничтожении верхних горизонтов почвы, в загрязнении почв токсическими веществами, что ведет к резкому и быстрому снижению продуктивности почв и снижению урожая сельскохозяйственных культур. Это и водная эрозия (дефляция) пахотных земель на склонах, оврагообразование на месте дорог, выдувание пахотного слоя ветрами, уничтожение почвы карьерами, шахтами, терриконами, пересушка болот и быстрое исчезновение торфяников – «сгорание» то есть деградация пастбищ вследствие перегрузки поголовьем при выпасе скота.

Сдерживание деградации земель затрудняется нехваткой финансовых средств, нестабильностью экономического положения, отсутствием реально действующих моделей устойчивого развития сельскохозяйственной деятельности.

В связи с этим Республика Беларусь в соответствии с указом Президента от 17 мая 2001 г. №393 присоединилась к Конвенции ООН по охране окружающей среды, безопасному и устойчивому использованию земельных ресурсов, которая в 1994 г. принята и открыта для подписания странами мирового сообщества. Членами Конвенции ООН являются 187 государств мира. В рамках этой Конвенции ООН для координации усилий на региональном уровне разработано пять приложений, являющихся ее неотъемлемой частью.

Климатические условия – включают в себя группу факторов, от которых в той или иной степени зависят основные направления развития сельского хозяйства в условиях глобального потепления климата. Климат Республики Беларусь умеренно-континентальный, переходный от морского - к континентальному, с мягкой и влажной зимой, теплым летом, сырой осенью. В последние десятилетия континентальность климата уменьшается, что связано с потеплением в зимнее время года. Основные характеристики климата обусловлены расположением республики в умеренных широтах, преобладанием равнинного рельефа, относительным удалением от Атлантического океана.

Среднемесячная температура самого теплого месяца – июля повысилась от 17,0 до 18,5 градуса С. Самого холодного – января – от 8° до 4,5° С. Продолжительность периода с температурой воздуха выше 0° С в республике составляет 230-263 дня. Беларусь расположена в зоне достаточного увлажнения. В среднем за год на большей части территории Беларуси выпадает 600-700 мм осадков. Центральная возвышенная часть получает 650-700 мм осадков, а низменности 600-650 мм. Около 70% годовой суммы осадков приходится на теплый период года. В отдельные годы на территории Республики Беларусь наблюдаются засушливые явления или избыточное увлажнение, обусловленное пространственной и временной изменчивостью выпадания осадков.

Рассмотрим влияние среднегодовой температуры, а также средней температуры и количества осадков в летний период на посевные площади сахарной свеклы, так как возделывание этой культуры в последние годы очень интенсивно осваивается в Республике Беларусь. Расширение посевных площадей под сахарной свеклой в Республике Беларусь позволяет при минимальных финансовых затратах значительно повысить эффективность производства за счет изменения общей структуры посевных площадей.. Размеры посевных площадей сахарной свеклы в Республике Беларусь с 2000 года выросли в 2,3 раза. Это связано как с экономическими, так и экологическими факторами. За период наблюдения среднегодовая температура воздуха на 1°C превысила норму, а увеличение температуры зимой и весной существенно превысило эту величину.

Для изучения зависимости посевных площадей сахарной свеклы от климатических условий были использованы данные о посевных площадях под сахарной свеклой, доле их в общих посевных площадях, среднегодовой температуре, средней температуре воздуха за лето, среднем количестве осадков в летний период в разрезе областей за ряд лет.

Таблица 1.

Посевная площадь под сахарной свеклой, показатели температур и количества осадков по областям Республики Беларусь за 2004-2011 г.г.

Год	Область	Вся посевная площадь области тыс. га	Вся посевная площадь под сахарной свеклой, тыс. га	Доля посевов под сахарной свеклой, %	Средне годовая t °C	Средняя за лето t °C	Количество осадков летом, мм
2004	Брестская	881,5	18,3	2.076007	7.1	18,2	239,0
	Витебская	1207,9	0,0	0.000000	5,6	16,7	233,0
	Гомельская	886,5	0,3	0.033841	6,5	17,8	268,0
	Гродненская	881,2	14,4	1.634135	6,0	17,1	255,0
	Минская	26,5	15,5	1.0628665	6,3	16,5	360,0
	Могилевская	1023,0	0,1	0.009775	5,2	17,5	255,0
2005	Брестская	887,9	20,1	2.263768	7,33	17,0	288,0
	Витебская	1157,7	0,0	0.000000	5,7	16,4	361,0
	Гомельская	890,9	0,3	0.033674	7,3	17,9	328,0
	Гродненская	888,2	15,2	1.711326	6,63	16,2	296,0
	Минская	1326,3	15,5	1.168665	6,4	16,6	360,0
	Могилевская	1012,9	0,2	0.019745	6,1	16,9	354,0
2006	Брестская	868,4	21,8	2.510364	8,3	20,0	176,0
	Витебская	1159,7	0,1	0.008623	6,8	18,5	199,0
	Гомельская	888,3	0,4	0.045030	7,9	19,5	190,0
	Гродненская	886,1	15,6	1.760524	14,4	19,8	233,0
	Минская	1317,5	16,6	1.259962	7,7	19,5	166,0
	Могилевская	1002,3	0,2	0.019954	6,3	18,9	195,0
2007	Брестская	871,4	19,7	2.260730	8,55	17,2	271,0
	Витебская	1154,5	0,1	0.008662	6,93	15,8	333,0
	Гомельская	890,7	0,6	0.067363	8,18	17,6	255,0
	Гродненская	881,1	15,1	1.713767	7,93	16,2	296,0
	Минская	1354,4	15,9	1.173952	7,58	16,4	280,0
	Могилевская	1002,8	0,6	0.05832	7,1	16,6	296,0
2008	Брестская	871,3	19,7	2.260989	8,63	18,63	283,0
	Витебская	1120,7	0,0	0.000000	6,98	18,0	302,0
	Гомельская	888,0	0,4	0.045045	8,3	19,3	229,0
	Гродненская	867,3	16,2	1.867866	7,75	18,0	252,0
	Минская	1361,8	17,9	1.314437	7,58	18,4	261,0
	Могилевская	999,8	0,5	0.050010	7,35	18,6	215,0
2009	Брестская	860,1	18,2	2.116033	8,5	19,4	157,0
	Витебская	930,1	0,1	0.010752	6,8	18,6	125,0
	Гомельская	835,0	0,4	0.047904	8,3	20,0	138,0
	Гродненская	829,1	16,2	1.953926	7,93	19,1	145,0
	Минская	1308,4	17,8	1.360856	7,58	19,3	144,0
	Могилевская	893,4	0,3	0.033580	7,15	19,1	162,0
2010	Брестская	847,1	21,8	2.573486	6,6	18,1	200,0
	Витебская	913,6	0,6	0.065674	5,18	16,6	265,0
	Гомельская	812,4	0,2	0.024618	0,18	18,0	229,0
	Гродненская	817,0	23,4	2.864137	6,0	17,4	234,0
	Минская	1302,3	24,9	1.912002	5,65	17,1	240,0
	Могилевская	870,1	1,0	0.114929	5,33	17,1	246,0
2011	Брестская	851,7	22,9	2.688740	7,38	17,3	252,0
	Витебская	906,7	0,9	0.099261	5,95	16,5	241,0
	Гомельская	808,4	1,0	0.123701	7,25	17,9	243,0
	Гродненская	805,7	27,0	3.351123	6,8	16,6	150,0
	Минская	1316,9	31,5	2.391981	6,43	16,9	262,0
	Могилевская	852,2	2,8	0.328561	6,18	17,0	202,0
2012	Брестская	832,4	25,9	2.076007	0,0	18,3	288,0
	Витебская	901,2	2,0	0.000000	0,3	0,0	361,0
	Гомельская	808,2	2,5	0.033841	14,4	0,3	328,0
	Гродненская	801,0	31,4	1.634135	14,4	14,4	296,0
	Минская	1291,0	34,8	2.695585	6,83	17,2	260,0
	Могилевская	839,5	3,7	0.440739	6,48	17,1	241,0

Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи зависимости признаков проводился с использованием пакета Statistica. После ввода исходных значений анализируемых переменных в стартовой панели анализа данных был выбран модуль Multiple Linear regression.

Указана зависимая переменная (Dependent), и независимые переменные (Independent). После выбора переменных, участвующих в анализе, получены предварительные результаты и предлагаемый выбор функций для дальнейшего анализа. В диалоговом окне содержатся начальные результаты работы модуля «Multiple Linear regression»

Dependent Y – зависимая переменная Y, Multiple-множественный коэффициент корреляции,  $R=0,42$ . Standard error of estimate-стандартная ошибка аппроксимации равна 3,85%. Свободный член уравнения Intercept равен 7,565 и его стандартная ошибка и Standard error – 3,85%.

F-критерий Фишера равен 3,567 при числе степеней свободы  $v_1 = 3$ , а  $v_2 = 50$ . Табличное значение F-критерия при заданном уровне вероятности

допустить ошибку в статистических выводах  $\alpha = 0,05$  будет равно:  $F_{(0,05;3,50)}^T = 2,799$ . В нашем случае  $F^p \geq F^T$ . Это означает, что уравнение регрессии в целом можно признать адекватным.

Уравнение регрессии будет иметь вид;

$$Y = 7,565 + 0,557x_1 - 0,499x_2 - 0,0035x_3$$

Где Y – доля посевов сахарной свеклы в общей посевной площади (зависимая переменная)

Независимые переменные:

$x_1$  - среднегодовая температура воздуха  $^0\text{C}$

$x_2$  - среднегодовая температура воздуха за лето  $^0\text{C}$

$x_3$  - среднее количество выпавших осадков, мм.

Так же в диалоговом окне можно увидеть расчетное значение t - критерия Стьюдента, которое используется для оценки значимости свободного члена  $t^p = 1,966$ . Табличное значение t-критерия при  $\alpha = 0,05$ ,  $v_1 = 50$  будет равно  $t^T = 1,676$ .

$$t^p > t^T$$

Множественный коэффициент детерминации  $R^2 = 0,176$ .

Это означает, что связь факторных и результативных признаков средняя, достоверность модели не отрицается. Данный показатель можно разложить на частные коэффициенты детерминации. Для этого найдем парные произведения  $\beta$ -коэффициентов на соответствующие парные коэффициенты корреляции факторов с результативной переменной. Коэффициенты корреляции рассчитаны при помощи модуля Basic Statistics and Tables. Выбранная функция «Correlation matrices» позволяет проследить на основании частных коэффициентов детерминации влияние каждого из выбранных климатических факторов на посевную площадь сахарной свеклы. Первый частный коэффициент детерминации  $r^2 = 0,442 \times 0,28 = 0,124$  показывает, что изменение среднегодовой температуры воздуха на один градус связано с ростом посевных площадей под сахарной свеклой на 12,4%; второй частный коэффициент детерминации  $r^2 = (-0,48) \times (-0,04) = 0,019$  показывает, что изменение среднегодовой температуры воздуха за лето связано с ростом посевных площадей под сахарной свеклой на 1,9%; третий частный коэффициент детерминации  $(0,31) \times (-0,11) = 0,034$  показывает, что изменение среднего количества выпавших осадков связано с ростом посевных площадей под сахарной свеклой на 3,4%. В целом рост посевных площадей под сахарной свеклой на 17,7% связан с влиянием всех трех рассмотренных факторов в целом, то есть на рост посевных площадей значительное влияние оказали как рассмотренные так и не рассмотренные факторы (82,7%), не связанные с климатическими и экологическими факторами.

Для продолжения регрессионного анализа выберем функцию Residual analysis-анализ остатков. Программа предлагает ряд процедур для анализа остатков. Так для анализа имеется таблица,

содержащая исходные значения зависимой переменной и значения этой переменной, полученные на основе уравнения регрессии. В предложенной для анализа таблице мы видим следующие графы: «Observed value- наблюдаемые значения  $Y$ , Predicted value-расчетные значения  $\hat{Y}_x$ ; Residual ( $Y - \hat{Y}_x$ ) - остатки, «Standard pred.v» - стандартизованные значения

переменной, «Standard residual», стандартизованные значения остатков «Std. Err. Pred. val» , - стандартные ошибки расчетных значений.

В таблице приведены обобщающие характеристики переменных (минимальное, максимальное, среднее значение и медиана) Из таблицы видно, что среднее значение остатков стремится к нулю, что говорит о выполнении одной из предпосылок метода наименьших квадратов.

Для проверки случайного характера остатков, следует построить график зависимости остатков от теоретического (расчетного) значения результативного признака  $V_x$ . При построении графика рассеяния остатков зависимой переменной выяснилось, что полоса рассеяния близка к горизонтальной и, следовательно, остатки следует признать случайными величинами.

Поскольку, в соответствии с методом наименьших квадратов, остатки должны быть случайными величинами, необходимо проверить гипотезу о наличии или отсутствии автокорреляции в остатках для построенной модели.

Фактическое значение критерия Дарбина-Уотсона для нашей модели составляет 2,138. Считается, что если критерий  $DW \approx 2$ , то отклонения от регрессии носят случайный характер. Проверим полученный результат по таблице критических точек статистики Дарбина-Уотсона.

Выдвигаются гипотезы:

$H_0$  - в остатках нет автокорреляции;

$H_1$  - в остатках есть положительная автокорреляция;

$H_2$  - в остатках есть отрицательная автокорреляция;

Для проверки гипотезы об отсутствии автокорреляции остатков можно использовать таблицу, характеризующую области принятия (отрицания) гипотез о наличии (отсутствии) автокорреляции в остатках

Таблица 2.

Области принятия (отрицания) гипотез о наличии (отсутствии) автокорреляции в остатках

Положительная автокорреляция	Зона неопределенности	Отсутствие автокорреляции	Зона неопределенности	Отрицательная автокорреляция
$0 \leq DW \leq d_l$	$d_l \leq DW \leq d_u$	$d_l \leq DW \leq 4-d_u$	$4-d_u \leq DW \leq 4-d_l$	$4-d_l \leq DW \leq 4-d_u$
Область отклонения $H_0$	Область неопределенности	Область принятия гипотезы $H_0$	Область неопределенности	Область отклонения $H_0$

Найдем табличные значения  $d_l$  и  $d_u$ . При заданном уровне значимости  $\alpha=0,05$ ,  $n$  (число наблюдений)=54,  $m$  (количество объясняющих переменных)=3, эти показатели будут равны:

$d_l = 1.452$ ;  $d_u = 1.681$ .

Рассчитанный показатель статистики Дарбина-Уотсона попадает в интервал принятия гипотезы  $H_0$ .

$(d_u)1.681 < (DW) 2.138 < (4-d_u)2.319$

На основе проведенного обследования поведения остатков можно сделать вывод, что применение метода наименьших квадратов при расчете параметров уравнения регрессии в рассмотренном случае оправдано.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1.Богдевич И.М., Смеян Н.И., Щербаков В.А. Экологическое состояние почв Беларуси // Международный аграрный журнал. 2000. №5, стр. 26-33
2. Национальная система мониторинга окружающей среды Беларуси: Результаты наблюдений 2002г. Мн.: БЕЛНИЦ Экология, 2003. 215с.
3. Национальная система мониторинга окружающей среды Беларуси: Результаты наблюдений 2003г. Мн.: БЕЛНИЦ Экология, 2004. 202с.
- 4.Окружающая среда Республики Беларусь. Научно- популярное изд./ Сост. Белый О.А., Шульга Н.М. Мн.:БЕЛНИЦ Экология, 2004. 126с.
- 5.Оценка эколого-мелиоративных мероприятий в зоне Белорусского Полесья в условиях рыночных отношений: Тезисы докладов науч.-практич. конференции. Мн.: БГЭУ, 2001. 312с.
- 6.Артеменко В.Г., Анисимова Н.В. Экономический анализ. – Москва, 2011. – 288 с..
7. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. М.: Финансы и статистика, 2005 – 657с.
8. Забродская, М.П. Экономика и статистика предприятия / М.П. Забродская. – М., 2005. –456 с.
9. Лещиловский, П.В. Экономика предприятий и отраслей АПК: Практикум /В.С.Чеканов. – Мн.: БГЭУ, 2003. – 310 с.
10. Костеева Т.В., Курышева С.В., Михайлов Б.А. Эконометрика: Решение типовых задач. СПб.: СПбГУЭФ, 1997.
11. Нехорошева Л. Н. Экономика предприятия: Учебное пособие – Мн.: Вышэйшая школа, 2003. – 326 с.
12. Подхватилина С.С. Статистика сельского хозяйства: учеб. Пособие. – Минск: Выш. шк., 2012. – 239с.
13. Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий АПК / Г.В. Савицкая. – ИНФРА-М, 2011. - 678 с.
14. Савицкая Г.В. Экономический анализ: Учеб / Г.В. Савицкая. – М.: Новое знание, 2010. –523 с.
15. Статистика: Корреляционно-регрессионный анализ статистических связей на персональном компьютере: Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности «Менеджмент» / Калинингр. ун-т; Сост. Н.Ю. Лукьянова. - Калининград, 1999. - 35 с.
16. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2011. – 269 с.
17. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2012. – 282 с.
18. Статистический ежегодник Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2012. – 633 с.