



**Целью исследования** является оценка пространственной изменчивости показателя урожайности яровой пшеницы методом кригинга.

Задачами исследования являются: сбор экспериментальных данных показателя урожайности яровой пшеницы; регрессионный анализ различных моделей теоретических полувариограмм и выбор наиболее подходящих; построение прогнозной карты в изолиниях поверхностного распределения показателя урожайности яровой пшеницы.

**Материалы и методы.** Получение экспериментальных данных проводилось на территории учхоза «Приволжское». Полученные данные обрабатывались на ЭВМ с использованием метода кригинга на основе двумерной и квадратичной с изломом моделей полувариограмм.

**Результаты исследований и их обсуждение.**

На рисунке 1 приведены экспериментальные данные показателя урожайности яровой пшеницы в контрольных точках, расположенных в узлах равномерной сети.

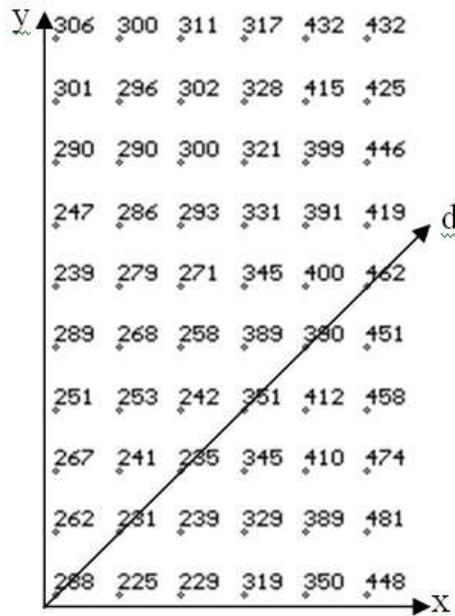


Рис. 1. Равномерная сеть расположения экспериментальных данных урожайности яровой пшеницы ( $\text{г}/\text{м}^2$ ) в контрольных точках (шаг сети 10 м).

Проведенный регрессионный анализ различных моделей теоретических полувариограмм для трех выбранных направлений  $x$ ,  $y$  и  $d$  показал, что при аппроксимации экспериментальной полувариограммы урожайности яровой пшеницы высокую тесноту связи, характеризуемую коэффициентом детерминации, имеют все функции (таблица 1), среди которых можно выделить квадратичную с изломом и линейную функции [4].

Таблица 1 – Коэффициенты детерминации теоретических полувариограмм

Модель полувариограммы	Направление $x$	Направление $y$	Направление $d$
Линейная	0,985	0,987	0,939
Линейная с изломом	0,916	0,958	0,967
Сферическая	0,894	0,910	0,937
Экспоненциальная	0,917	0,944	0,930
Квадратичная с изломом	0,993	0,965	0,999

Существующие модели полувариограмм [2, 3] применимы, в первую очередь, для случая одномерного пространства или для отдельных направлений двумерного пространства. Также их можно применять для

исследования двумерных пространственных переменных, не обладающих заметной анизотропией. Однако большинство исследуемых величин могут обладать поверхностной анизотропией, то есть в различной степени изменяться в различных направлениях.

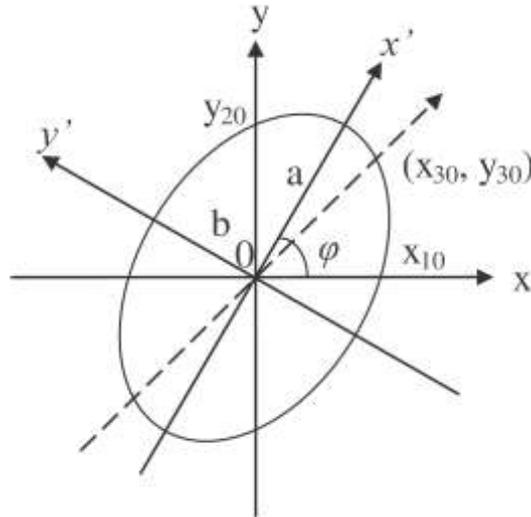


Рис. 2. Эллиптическая область влияния двумерной модели полувариограммы.

На плоскости область влияния двумерной модели полувариограммы пространственной переменной, обладающей анизотропией, можно представить в виде эллипса (рис. 2). В этом случае недостаточно определить полувариограмму и ее зону влияния для одного направления и даже для двух различных направлений, так как через две точки, не лежащие на одной прямой с центральной точкой эллипса, можно построить любое количество эллипсов с общим фиксированным центром.

Чтобы точно определить эллиптическую область влияния двумерной модели полувариограммы, необходимо определить полувариограммы для трех различных направлений. При этом можно получить три точки, ни одна пара из которых не лежит на одной прямой с центральной фиксированной точкой эллипса, и через эти три точки построить эллипс, рассчитав его основные характеристики.

Удобными для определения искомых характеристик эллипса являются следующие три направления:

1) вдоль оси  $Ox$ , пересечение которой с эллиптической областью влияния двумерной полувариограммы дает точку с координатами  $x_{10}$  и  $y_{10}=0$ , где  $x_{10}$  – координата границы зоны влияния одномерной полувариограммы  $\gamma_1$  в данном горизонтальном направлении;

2) вдоль оси  $Oy$ , пересечение которой с эллиптической областью влияния двумерной полувариограммы дает точку с координатами  $x_{20}=0$  и  $y_{20}$ , где  $y_{20}$  – координата границы зоны влияния одномерной полувариограммы  $\gamma_2$  в данном вертикальном направлении;

3) под углом  $45^\circ$  к осям  $Ox$  и  $Oy$  (на рисунке 2 выделено пунктиром), пересечение которой с эллиптической областью влияния двумерной полувариограммы дает точку с координатами  $x_{30}$  и  $y_{30}$  ( $x_3=y_3$ ), где  $x_{30}$  и  $y_{30}$  – координаты границы зоны влияния одномерной полувариограммы  $\gamma_3$  в данном диагональном направлении.

В результате аффинных преобразований координат получается система из трех уравнений:

$$\begin{cases} x_{10}^2 \left( \frac{\cos^2 \varphi}{a^2} + \frac{\sin^2 \varphi}{b^2} \right) = 1, \\ y_{20}^2 \left( \frac{\sin^2 \varphi}{a^2} + \frac{\cos^2 \varphi}{b^2} \right) = 1, \\ x_{30}^2 \left( \frac{1 + 2 \sin \varphi \cos \varphi}{a^2} + \frac{1 - 2 \sin \varphi \cos \varphi}{b^2} \right) = 1 \end{cases} \quad (6)$$

Решением данной системы уравнений являются следующие формулы:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{\frac{1}{x_{30}^2} - \frac{1}{x_{10}^2} - \frac{1}{y_{20}^2}}{\frac{1}{x_{10}^2} - \frac{1}{y_{20}^2}}, \quad (7)$$

$$a^2 = \frac{2}{\frac{1}{x_{30}^2} - \frac{1}{x_{10}^2} - \frac{1}{y_{20}^2} + \frac{1}{x_{10}^2} + \frac{1}{y_{20}^2}}, \quad (8)$$

$$b^2 = \frac{1}{\frac{1}{x_{10}^2} + \frac{1}{y_{20}^2} - \frac{1}{a^2}}. \quad (9)$$

По этим формулам нетрудно найти искомые характеристики области влияния двумерной полувариограммы  $\varphi$ ,  $a$  и  $b$ .

В качестве двумерной модели для рекомендуемых трех направлений можно предложить функцию в выбранной системе координат  $xOy$  следующего вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_{xy} = \frac{\gamma_1 x(x-y) + \gamma_2 y(y-x) + 2\gamma_3 xy}{x^2 + y^2} \\ \text{при } \frac{(x \cos \varphi + y \sin \varphi)^2}{a^2} + \frac{(-x \sin \varphi + y \cos \varphi)^2}{b^2} \leq 1, \\ \gamma_{xy} = \frac{\gamma_1 x_{10}(x_{10} - y_{20}) + \gamma_2 y_{20}(y_{20} - x_{10}) + 2\gamma_3 x_{10} y_{20}}{x_{10}^2 + y_{20}^2} \\ \text{при } \frac{(x \cos \varphi + y \sin \varphi)^2}{a^2} + \frac{(-x \sin \varphi + y \cos \varphi)^2}{b^2} > 1. \end{array} \right. \quad (10)$$

Нетрудно заметить, что при подстановке значения  $y=0$  двумерная полувариограмма  $\gamma_{xy}$  обращается в  $\gamma_1$ , при подстановке значения  $x=0$  – в  $\gamma_2$ , при подстановке значения  $x=y$  – в  $\gamma_3$ , то есть в одномерные полувариограммы соответствующих рекомендуемых направлений.

Для оценки величины урожайности пшеницы методом кригинга на данном участке была выбрана в качестве одномерной квадратичная с изломом модель полувариограммы. По данной модели методом наименьших квадратов были получены следующие функциональные зависимости одномерных теоретических полувариограмм для направлений  $x$ ,  $y$ ,  $d$ :

$$\gamma_x = \begin{cases} 1,71x + 0,04x^2, & x \leq 45,3 \text{ м}, \\ 160, & x > 45,3 \text{ м}, \end{cases} \quad (11)$$

$$\gamma_y = \begin{cases} 0,146y + 0,0004y^2, & y \leq 80 \text{ м}, \\ 14,2, & y > 80 \text{ м}, \end{cases} \quad (12)$$

$$\gamma_d = \begin{cases} 0,594d + 0,048d^2, & d \leq 48,3 \text{ м}, \\ 141, & d > 48,3 \text{ м}. \end{cases} \quad (13)$$

Алгоритм вычисления параметров двумерной модели полувариограммы реализован программно на ЭВМ в системе управления базами данных Visual Fox Pro.

На основе рассчитанных методом кригинга оценочных значений и путем использования кубических сплайн-функций были построены изолинии поверхностного распределения показателя урожайности яровой пшеницы на данном участке (рисунок 3).

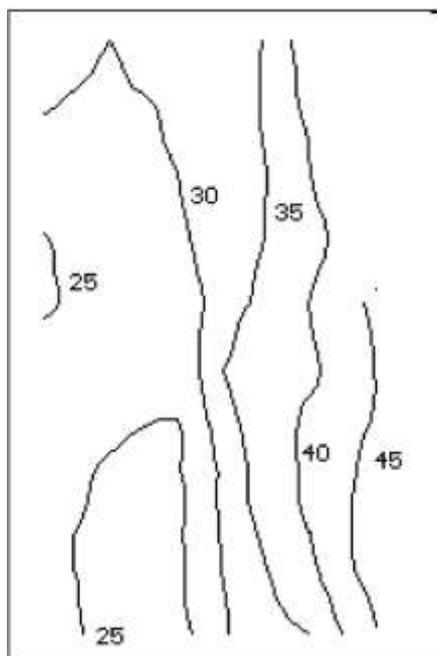


Рис. 3. Карта в изолиниях поверхностного распределения показателя урожайности яровой пшеницы на участке (ц/га).

#### Выводы

Пространственную изменчивость показателя урожайности яровой пшеницы предложено оценивать методом кригинга с использованием двумерной и квадратичной с изломом моделей полувариограмм.

Для решения задач координатного (точного) земледелия предложено строить прогнозную карту в изолиниях поверхностного распределения показателя урожайности яровой пшеницы, используя метод кригинга и кубические сплайны.

#### Литература

1. Дэвис, Дж. С. Статистический анализ данных в геологии / Дж. С. Дэвис. — В 2 кн.— Кн. 1. — М.: Недра, 1990. — 319 с.
2. Дэвис, Дж. С. Статистический анализ данных в геологии / Дж. С. Дэвис. — В 2 кн.— Кн. 2. — М.: Недра, 1990. — 427 с.
3. Максимов. И. И. Оценка глыбистости поверхности почвы после отвальной вспашки методом кригинга / И. И. Максимов, А. А. Малов, В. И. Максимов. — Тракторы и сельхозмашины — 2011. — № 7. — С. 27-31.
4. Матерон, Ж. Основы прикладной геостатистики / Ж. Матерон. — М.: Мир, 1968. - 408 с.
5. Якушев, В. П. На пути к точному земледелию / В.П. Якушев. – СПб: Изд-во ПИЯФ РАН, 2002 – 458с.

#### Сведения об авторе

**Малов Александр Аркадьевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, тел. 79278533301, e-mail: malov@bk.ru

#### APPLICATION OF THE CRIGING METHOD FOR EVALUATION OF WHEAT CROPS

**A. Malov**

*Chuvash State Agricultural Academy,  
428003, Cheboksary, Russian Federation.*

**Abstract.** Yields of spring wheat asked to evaluate the kriging method based on two-dimensional and square with a break semi-variogram models and take into account the spatial variability of productivity on the field surface.

**Key words:** kriging, yield, semi-variogram, wheat, spline.

#### References

1. Yakushev V. P. On the way to precise agriculture Spb: Publishing House PIAFof RAS. 2002.-458p.

2. Devis J. S. Statistical analysis of results in geology. Translation from English. 2 books. Translated by V. A. Golubeva. Edited by D. A. Rodionova Book 1. M.: Nedra, 1990.-319p. Book 2. . M.: Nedra, 1990.-427p.
3. Matheron G. Bases of applied geostatistics. . M.: Mir, 1968.-408p.
4. Maksimov I. I., Malov A. A., Maksimov V. I., Kudryashov A. V. Estimation of clod soil surface after mould-board ploughing by kriging method. Tractors and agricultural machines, 2011, №7. Pp. 27-31.

**Malov Alexander Arkadevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Chair of Mathematics, Physics and Information Technologies, Chuvash State Agricultural Academy, , 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29) tel. 79278533301, e-mail: malov@bk.ru

УДК 636.52:58

## ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И СОХРАННОСТЬ МОЛОДНЯКА КУР

**А.И. Дмитриева, Г.П. Тихонова, Р.Н. Иванова**

*Чувашская государственная сельскохозяйственная академия  
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

**Аннотация.** В данной работе представлены результаты исследований испытаний пробиотиков «Моноспорин» и «Пролам» в условиях птицефабрики. Установлено, что введение в рацион молодняка кур пробиотика «Моноспорин» в дозе 15 мл на 100 голов в течение 30 суток способствует повышению среднесуточного прироста живой массы на 3,30 % ( $P < 0,05$ ), а добавление пробиотика «Пролам» - на 3,37 % ( $P < 0,05$ ), сохранности птицы - на 2,32 и 2,20 % ( $P < 0,05$ ) соответственно.

**Ключевые слова:** «Моноспорин», «Пролам», пробиотик, продуктивность, сохранность, молодняк кур, дисбактериоз, резистентность, коррекция микрофлоры, микроорганизмы, бифидобактерии, кросс, цыплята-бройлеры.

**Введение.** Развитие птицеводства как в нашей стране, так и за рубежом тесно связано с внедрением интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственной птицы, способствующих получению целевой высококачественной продукции (мясо, яйцо и др.). Традиционными методами достижения высокой продуктивности до недавнего времени было применение стимуляторов роста, кормовых антибиотиков, гормонов, то есть введение в рацион тех кормов, которые способствовали бы наибольшему выходу необходимой продукции без учета их негативного влияния на состояние кишечной микрофлоры [1, 2].

Практика показала, что длительное использование указанных биологически активных веществ приводит к увеличению стрессовых нагрузок на организм птицы. Интенсивное применение антибиотиков в птицеводстве привело к переносу антибиотикорезистентности от штаммов микроорганизмов птичьего происхождения к микробным штаммам человеческой популяции. Выяснилось также, что, антибиотики, используемые в птицеводстве, накапливаются в мясе, яйце и негативно воздействуют на организм птиц [3, 4].

Желудочно-кишечный тракт взрослой птицы содержит комплекс разнообразных микроорганизмов, формирующих фон микрофлоры, характерный для каждого вида. Все микроорганизмы существуют в состоянии динамического равновесия и относительного симбиоза, который влияет на рост и развитие организма. В этой популяции присутствует более 1000 видов бактерий, взаимодействующих в организме птицы, которые можно разделить на две большие группы. К первой относятся полезные виды, продуцирующие молочную кислоту, являющиеся основными для поддержания здорового статуса кишечника и тем самым обеспечивающие высокий уровень развития птицы. Вторую группу составляют условно-патогенные микроорганизмы, которые при определенных изменениях физиологического статуса птицы могут вызвать кишечные заболевания [5, 6].

У здоровой птицы наблюдается динамический баланс между полезной и условно-патогенной микрофлорой с многочисленными симбиотическими и конкурентными взаимоотношениями между ними. В нормальных условиях эти отношения связаны с селективным давлением внутренней среды кишечника. Отбор микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте происходит по нескольким направлениям, химическая селекция осуществляется благодаря ингибирующим агентам, подобным лигнинам, жирным кислотам, лизоциму и лизолектину, количество и состав которых постоянно колеблется в определенных пределах в зависимости от состава корма и комплексности микрофлоры. Преодолевают ее давление только те виды бактерий, которые резистентны к указанным химическим воздействиям. Поэтому необходимо рассматривать экосистему кишечной микрофлоры птицы относительно строения ее желудочно-кишечного тракта, особенностей питания, физиологии пищеварения. Считается, что исключительно положительное действие на оказывают микроорганизмы рода бифидобактерий, лактобацилл и эубактерий [7, 8, 9].

**Актуальность темы.** На основании выше изложенного исследования, направленные на изучение влияния новых пробиотических препаратов на основе живых симбиотных бактерий *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus delbrueckii* sups. *bulgaricus* (B-5788), *Lactobacillus acidophilus* (B -3235) и др. на мясную продуктивность и сохранность молодняка кур, являются весьма перспективными и актуальными.

Цель данной работы – изучение возможности повышения мясной продуктивности и сохранности поголовья цыплят бройлеров кросса «Конкурент» при использовании в рационе пробиотиков «Моноспорин» и «Пролам».