

зрачность и открытость бюджетного процесса, будет способствовать эффективной деятельности органов государственной власти для достижения стратегических целей социально-экономического развития Российской Федерации и ее субъектов.

### Литература

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 31.07.1998 № 145-ФЗ.
2. О бюджетной политике в 2014–2016 годах: Бюджетное послание Президента РФ от 13.06.2013.
3. О краевом бюджете на 2014 год и плановый период 2015–2016 годов: Закон Красноярского края от 05.12.2013 № 5-1881.
4. Об утверждении Перечня государственных программ Красноярского края: Распоряжение Правительства Красноярского края от 09.08.2013 № 559-р.
5. Об утверждении Порядка принятия решений о разработке государственных программ Красноярского края, их формировании и реализации: Постановление Правительства Красноярского края от 01.08.2013 № 374-п.
6. Макарова С.Н. Совершенствование инструментов формирования программного бюджета // Финансы и кредит. – 2012. – № 25. – С. 8–16.
7. Суглобов А.Е., Манышин Д.М. Развитие системы межбюджетных трансфертов в Российской Федерации // Образование.Наука. Научные кадры. – 2012. – № 5. – С. 82–91.
8. Черкасова Ю.И. Самообложение граждан: проблемы и перспективы // Вестник Москов. ун-та МВД России. – 2013. – № 10. – С. 221–230.

УДК 332.1

М.С. Арзуманян

### ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ НА ПРОИЗВОДСТВО ЗЕРНА

В статье дана характеристика природных условий Красноярского края в разрезе сельскохозяйственных (природно-экономических) зон и вновь образованных макрорайонов. Определена степень влияния основных природных факторов на уровень урожайности зерновых культур.

**Ключевые слова:** теплообеспеченность, влагообеспеченность, удельный вес чернозёмов в структуре пашни, урожайность, корреляционно-регрессионный анализ.

M.S. Arzumanyan

### THE INFLUENCE OF THE KRASNOYARSK TERRITORY NATURAL CONDITIONS ON THE GRAIN PRODUCTION

*The characteristic of the Krasnoyarsk Territory natural conditions in terms of agricultural (natural-economic) zones and the newly formed macro-regions is given in the article. The degree of the major natural factor influence on the level of the grain crop yield is determined.*

**Key words:** heat supply, moisture supply, chernozem share in the structure of arable land, yield, correlation and regression analysis.

Красноярский край, являясь вторым по площади субъектом Российской Федерации, занимает центральное положение в азиатской части Российской Федерации: с востока на запад проходят границы с Республикой Якутия, Иркутской областью, республиками Тыва и Хакасия, Кемеровской, Томской и Тюменской областями, имеет общую площадь 2339,7 тыс. км<sup>2</sup> (13,8 %, или 1/7 всей территории России) и вследствие вытянутости на огромное расстояние с севера на юг (почти 3000 км), а также с запада на восток (от 650 до 1460 км) – обладает чрезвычайно сложным и разнообразным климатом (рис. 1).



Рис. 1. Красноярский край на карте России

Несмотря на то, что край расположен в зоне рискованного земледелия, его агропромышленный комплекс является крупным и важным сектором экономики и занимает одно из ведущих мест в Сибирском федеральном округе. Специализация сельскохозяйственного производства в растениеводстве обуславливается двумя тесно взаимосвязанными факторами – производственным направлением хозяйств и природными условиями.

В крае сильно различаются между собой природные зоны. Эта особенность характерна и для страны в целом, которая обладает ощутимыми внутрирегиональными различиями в агроклиматических условиях сельскохозяйственного производства [4, с. 77].

Край по природно-экономическим условиям делится на 5 зон: Пригородная (Центральная), Ачинская лесостепная, Канская лесостепная, Южная лесостепная, Северная подтаёжная. Почвенный покров Красноярского края очень разнообразен. По механическому составу почвы края преимущественно тяжёлые. Здесь отчётливо выражены широтные и вертикальные пояса и зоны.

Сельскохозяйственные угодья в общей структуре земельных ресурсов края составляют 12,3 %. При этом высокая доля сельскохозяйственных угодий среди земель края характерна для таких зон, как Центральная (66,9 %), Ачинская (66,2 %), Южная (64,2 %) и Канская (56,6 %) [5, с. 52].

По краю доля пашни в структуре сельскохозяйственных угодий составляет 60,1 %. Наименьшее значение этого показателя отмечено в Северном макрорайоне (43,2 %), а наибольшее – в Восточном (66,8 %).

Климатические показатели, характеризующие природные условия края, делятся на две группы:

1. Связанные с теплообеспеченностью сельскохозяйственных культур (продолжительность безморозного периода (выше 0°), длительность устойчивого периода со среднесуточными температурами 5, 10, 15°, сумма положительных среднесуточных температур выше 10°, абсолютные максимумы и минимумы температур самого холодного и тёплого месяцев в году).

2. Связанные с влагообеспеченностью сельскохозяйственных культур (суммарное количество осадков за год и за период с температурами выше 10°C, мм).

Рассмотрим природные условия края в разрезе сельскохозяйственных (природно-экономических) зон и вновь образованных макрорайонов (табл. 1 и 2).

Таблица 1

## Природные условия Красноярского края по зонам (70°)\*

| Сельско-хозяйственная (природно-экономическая) зона | Состав и структура  | Почвенный покров   | Теплообеспеченность  | Влагообеспеченность, мм осадков |
|---|---|--|--|---------------------------------|
| Пригородная (Центральная)                           | 6 муниципальных районов: Балахтинский, Березовский, Большемуртинский, Емельяновский, Манский, Сухобузимский. 4 города: Красноярск, Дивногорск, Железногорск, Сосновоборск                               | Выщелоченные и обыкновенные чернозёмы, серые лесные почвы                      | $CCT^{**} > 0^\circ = 2200$ ;<br>$CCT > 5^\circ = 1900$ ;<br>$ДП^{***} = 100-110$ дней | 300-350                         |
| Ачинская лесостепная                                | 10 муниципальных районов: Ачинский, Бирюльский, Богословский, Большегульский, Козульский, Назаровский, Новоселовский, Тюхтетский, Ужурский, Шарыповский. 4 города: Ачинск, Богослов, Назарово, Шарыпово | Серые лесные, чернозёмно-луговые почвы, оподзоленные чернозёмы                 | $CCT > 0^\circ = 2000$ ;<br>$CCT > 5^\circ = 1800$ ;<br>$ДП = 100-110$ дней            | 350-450                         |
| Канская лесостепная                                 | 11 муниципальных районов: Абанский, Дзержинский, Иланский, Ирбейский, Канский, Нижнеингашский, Партизанский, Рыбинский, Саянский, Тасеевский, Уярский. 3 города: Канск, Зеленогорск, Бородино           | Серые лесные почвы, обыкновенные и выщелоченные чернозёмы                      | $CCT > 0^\circ = 1800$ ;<br>$CCT > 5^\circ = 1600$ ;<br>$ДП = 100-110$ дней            | 300-350                         |
| Южная лесостепная                                   | 7 муниципальных районов: Минусинский, Курагинский, Шушенский, Ермаковский, Краснотуренский, Идринский, Карагатуский. 1 город: Минусинск   | Дерново-глеевые, серые лесные, южные обыкновенные чернозёмы и каштановые почвы | $CCT > 0^\circ = 2400$ ;<br>$CCT > 5^\circ = 2000$ ;<br>$ДП = 110-120$ дней            | 250-350                         |
| Северная подтаёжная                                 | 4 муниципальных района: Енисейский, Казачинский, Пирровский, Северо-Енисейский. 2 города: Енисейск, Лесосибирск   | Дерново-подзолистые, серые лесные и подзолисто-болотные почвы                  | $CCT > 0^\circ = 2000$ ;<br>$CCT > 5^\circ = 1800$ ;<br>$ДП = 80-90$ дней              | 350-1000                        |
| Итого   | 38 муниципальных районов 14 городов   | Многообразие почв  | Устойчивая – в южных и центральных областях; недостаточная – в северных                | 250-1000                        |

\*Источник: «Хозяйственно-отраслевая специализация растениеводства и животноводства Красноярского края».

\*\*ССТ – средняя сумма температур.

\*\*\*ДП (10°) – длительность периода с температурой выше 10°.

## Природные условия Красноярского края по макрорайонам\*

| Макрорайон             | Состав и структура   | Почвенный покров   | Тепло-обеспеченность  | Влагообеспеченность, мм осадков |
|------------------------|--|--|---|---------------------------------|
| Северный широтный пояс |  |  |   |                                 |
| Северный               | 3 муниципальных района:<br>Таймырский (Долгано-Ненецкий), Эвенкийский, Туруханский.<br>1 город: Норильск   | Горно-тундровые, полигональные и скрытоглеевые примитивные почвы               | ДП**( $>0^\circ$ )=35-40 дней;<br>ДП( $>5^\circ$ ) 10-15 дней;<br>Число дней со снежным покровом – не менее 250 | 200-450                         |
| Приангарский           | 7 муниципальных районов:<br>Кежемский, Богучанский, Казачинский, Пирровский, Енисейский, Мотыгинский, Северо-Енисейский.<br>2 города: Енисейск, Лесосибирск  | Дерново-подзолистые, серые лесные и подзолисто-болотные, торфяно-глеевые почвы | CCT( $>0^\circ$ )=1800;<br>CCT( $>5^\circ$ ) = 1600;<br>ДП ( $>10^\circ$ ) = 60-70 дней                         | 350-550                         |
| Южный широтный пояс    |  |  |   |                                 |
| Южный                  | 7 муниципальных районов:<br>Минусинский, Курагинский, Шушенский, Ермаковский, Краснотуранский, Идринский, Каратузский.<br>1 город: Минусинск   | Дерново-глеевые, серые лесные, южные обыкновенные чернозёмы и каштановые почвы | CCT( $>0^\circ$ )= 2400;<br>CCT( $>5^\circ$ ) = 2000;<br>ДП( $>10^\circ$ ) = 110-120 дней                       | 250-350                         |
| Западный               | 11 муниципальных районов:<br>Ачинский, Балахтинский, Богочинский, Большевульский, Кошуринский, Новоселовский, Назаровский, Ужурский, Бирюлюсский, Тюхтетский, Шарыповский.<br>4 города: Ачинск, Богочин, Назарово, Шарыпов | Серые лесные, чернозёмно-луговые почвы, оподзоленные чернозёмы                 | CCT( $>0^\circ$ )= 2000;<br>CCT( $>5^\circ$ ) = 1800;<br>ДП( $>10^\circ$ ) = 100-110 дней                       | 350-450                         |
| Центральный            | 5 муниципальных районов:<br>Емельяновский, Березовский, Сухобузимский, Манский, Большемуртинский.<br>5 городов: Красноярск, Дивногорск, Сосновоборск, ЗАТО г. Железногорск и п. Кедровый                                   | Выщелоченные и обыкновенные чернозёмы, серые лесные почвы                      | CCT( $>0^\circ$ )=2200;<br>CCT( $>5^\circ$ ) = 1900;<br>ДП( $>10^\circ$ ) = 100-110 дней                        | 300-350                         |
| Восточный              | 11 муниципальных районов:<br>Абанский, Дзержинский, Иланский, Ирбейский, Канский, Нижнеингашский, Партизанский, Рыбинский, Саянский, Тасеевский, Уярский.<br>3 города: Бородино, Канск, Зеленогорск                        | Серые лесные почвы, обыкновенные и выщелоченные чернозёмы                      | CCT( $>0^\circ$ )= 1800;<br>CCT( $>5^\circ$ ) = 1600;<br>ДП( $>10^\circ$ ) = 100-110 дней                       | 300-350                         |
| Итого                  | 44 муниципальных района;<br>16 городов   | Многообразие почв  | Устойчивая – в южных и центральных областях; недостаточная – в северных   | 200-550                         |

\* Согласно Стратегии социально-экономического развития Красноярского края на период до 2020 года [7].

\*\* ДП – длительность периода с температурой выше  $0^\circ$ ;  $5^\circ$ ;  $10^\circ$ .

\*\*\* CCT – средняя сумма температур за период с температурой выше  $0^\circ$ ,  $5^\circ$ .

Для роста и развития зерновых культур, так же как и для любых других растений, требуются определённые сочетания основных четырёх климатических факторов: тепла, света, влаги и питательных веществ, содержащихся в почве.

С целью определения степени влияния природных условий на урожайность зерновых культур в Красноярском крае был проведён корреляционно-регрессионный анализ (табл. 3).

Таблица 3  
Влияние природных условий Красноярского края на урожайность зерновых культур<sup>\*</sup>

| Макрорайон   | $Y_{з.к.}^{**}$ с 1 га, ц | Теплообеспеченность (длительность периода с температурой выше 10°), дней*** | Влагообеспеченность, мм осадков*** | Удельный вес чернозёмов в структуре пашни, %**** |
|--------------|---------------------------|---|------------------------------------|--|
| Северный     | 0                         | 0   | 325                                | 0  |
| Приангарский | 10,2                      | 65  | 450                                | 7,4  |
| Южный        | 11,5                      | 115   | 300                                | 5,1  |
| Западный     | 27,7                      | 105   | 400                                | 74,4   |
| Центральный  | 19,8                      | 105   | 325                                | 56,4   |
| Восточный    | 16,5                      | 105   | 325                                | 50,8   |

\* Согласно Стратегии социально-экономического развития Красноярского края на период до 2020 года [7].

\*\* Урожайность зерновых культур.

\*\*\* Источник: [1, 2].

\*\*\*\* [6].

В качестве результативного фактора выступала средняя урожайность зерновых культур в каждом из макрорайонов, где производство зерна является традиционным видом деятельности. Урожайность определялась как отношение валового сбора зерна к посевной площади зерновых

$$Y_{з.к.} = \frac{BП}{S_{посевов}}. \quad (1)$$

Независимыми факторами были выбраны: 1) теплообеспеченность, 2) влагообеспеченность и 3) удельный вес чернозёмов в структуре пашни.

При помощи графического метода была представлена в виде кривой зависимость между независимыми и результативным факторами (рис. 2–4).

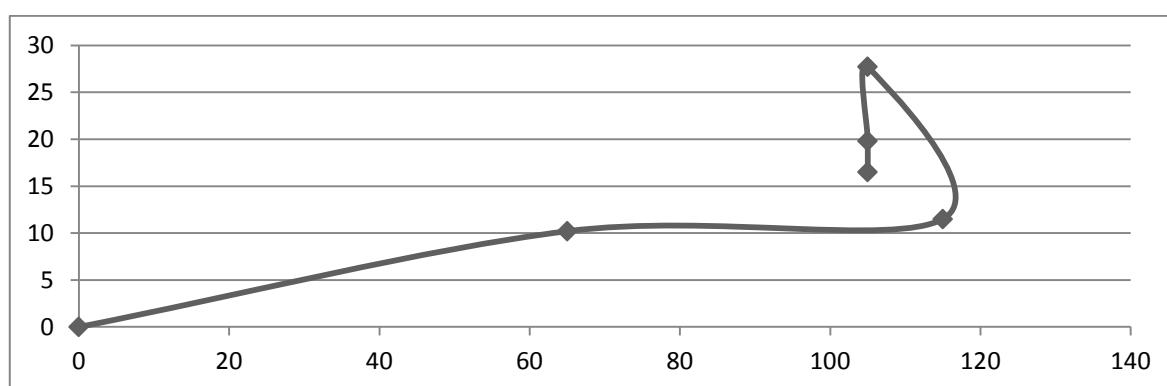


Рис. 2. Зависимость между теплообеспеченностью и урожайностью зерновых культур

Данная кривая, описывающая вышеупомянутую зависимость, по форме очень близка прямой. Поэтому будет актуальным при построении регрессии сделать выбор в пользу парной, задаваемой в общем виде следующим образом:

$$\hat{y} = a + bx. \quad (2)$$

При помощи системы нормальных уравнений, получаемой дифференцированием вышеприведённой формулы по каждому из параметров (нахождение частных производных), выражается зависимость между независимой и результативной переменными. В общем виде такая система для парной регрессии имеет следующий вид [3, с. 393]:

$$\begin{cases} an + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i, \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{cases} \quad (3)$$

При помощи метода наименьших квадратов (МНК) находятся значения параметров  $a$  и  $b$ . Для определения влияния 1-го фактора – теплообеспеченности на урожайность зерновых культур – используем систему с уже известными величинами

$$\begin{cases} 6a + 495b = 85,7, \\ 495a + 50525b = 8705,5. \end{cases} \quad (4)$$

Матрица, составленная из коэффициентов при переменных, является квадратной (т.е. имеет равное число строк и столбцов). Значит, система линейных алгебраических уравнений может быть решена любым из трёх известных способов (методов): Гаусса, Крамера или обратной матрицы.

В результате осуществления корреляционно-регрессионного анализа была получена следующая модель:

$$\hat{y} = 0,36 + 0,17x, \quad (5)$$

где  $\hat{y}$  – урожайность зерновых культур с 1 га, ц;  
 $x$  – теплообеспеченность.

Параметр  $a$  не несёт в себе экономического смысла, его значение выступает либо как начальное значение, на основе которого формируется результативное значение, либо как корректирующая величина значения независимого фактора. Ввиду положительности параметра  $b$  делаем вывод, что связь является прямой, т. е. увеличение показателя теплообеспеченности способствует увеличению урожайности зерновых культур; параметр  $b$  интерпретируется следующим образом: при увеличении значения теплообеспеченности на 1 день урожайность зерновых культур увеличивается на 0,17 ц с 1 га.

Для определения тесноты связи между факторами используется коэффициент корреляции  $r_{xy}$ , рассчитываемый по формуле

$$r_{xy} = b \frac{\sigma_x}{\sigma_y} = \frac{\bar{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (6)$$

где  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  – среднеквадратические отклонения независимого и результативного факторов, определяемые по формулам:

$$\sigma_x = \sqrt{D(x)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad \text{и} \quad \sigma_y = \sqrt{D(y)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}. \quad (7), (8)$$

$D(x)$  и  $D(y)$  – дисперсии независимого и результативного факторов;

$\bar{x}$  – среднее значение независимого фактора;

$\bar{y}$  – среднее значение результативного фактора;

$\bar{xy}$  – среднее от произведений независимого и результативного факторов.

Для определения доли дисперсии результативного фактора, объясняемой значениями независимого фактора, используется коэффициент детерминации, рассчитываемый по формуле

$$R_{xy} = (r_{xy})^2. \quad (9)$$

Связь является сильной, так как коэффициент корреляции в процентном выражении равен 78,9 %, а коэффициент детерминации равен 0,62. Это означает, что изменение урожайности зерновых культур на 62 % объясняется изменением значения теплообеспеченности.

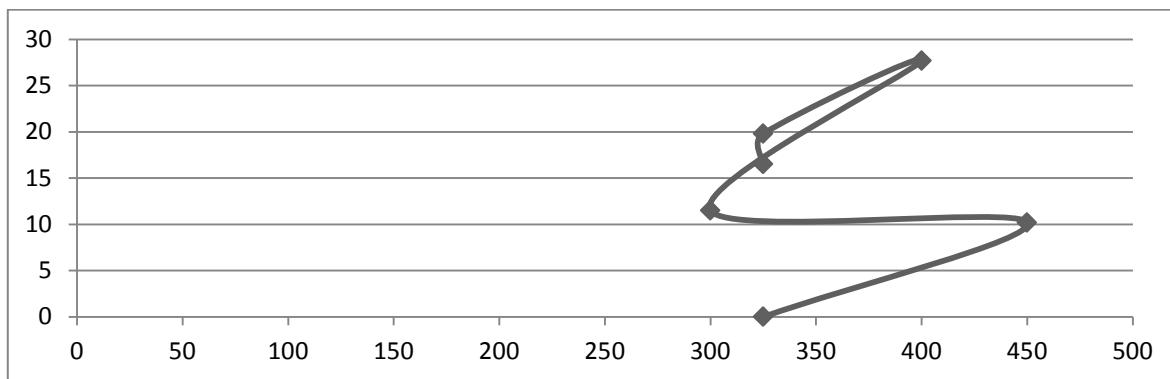


Рис. 3. Зависимость между влагообеспеченностью и урожайностью зерновых культур

График имеет зигзагообразную форму, но учитывая, что имеется возможность подбора прямой, удовлетворяющей МНК, по-прежнему актуальна линейная регрессия.

На этот раз система нормальных уравнений выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} 6a + 2125b = 85,7, \\ 2125a + 769375b = 30917,5. \end{cases} \quad (10)$$

В результате осуществления корреляционно-регрессионного анализа была получена следующая модель:

$$\hat{y} = 2,34 + 0,03x, \quad (11)$$

где  $\hat{y}$  – урожайность зерновых культур с 1 га, ц;  
 $x$  – влагообеспеченность.

Параметр  $b$  – положительный, значит связь прямая, т. е. увеличение показателя влагообеспеченности способствует увеличению урожайности зерновых культур; параметр  $b$  интерпретируется следующим образом: при увеличении значения теплообеспеченности на 1 день урожайность зерновых культур увеличивается на 0,03 ц.

Связь является слабой, так как коэффициент корреляции в процентном выражении равен 21 %, а коэффициент детерминации равен 0,04, т. е. изменения урожайности зерновых культур практически не объясняются изменениями влагообеспеченности. Причиной этому является то, что и северные, и центральные, и южные земли края в достаточной степени обеспечены влагой.

Для этой кривой при построении модели также будет актуально использование парной линейной регрессии.

Система нормальных уравнений выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} 6a + 194,1b = 85,7, \\ 194,1a + 11377,73b = 4149,93. \end{cases} \quad (12)$$

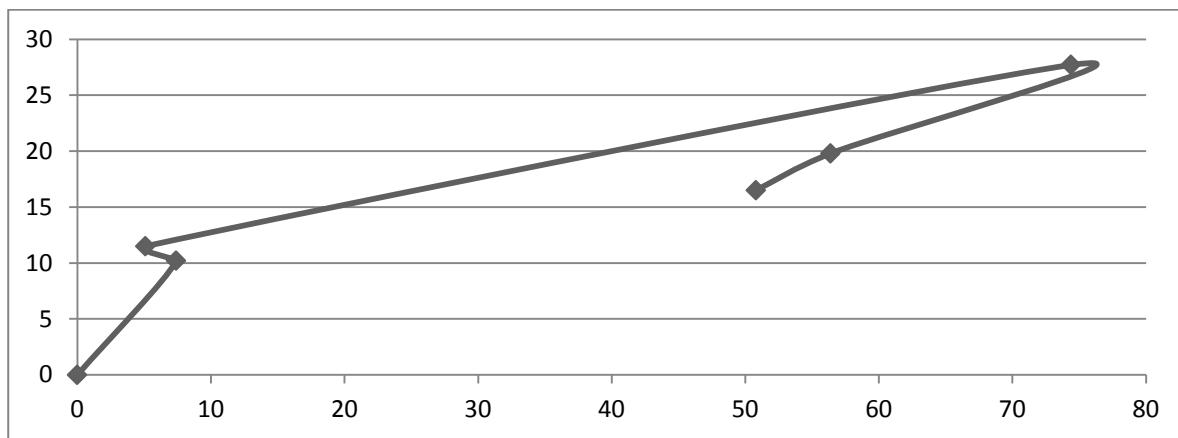


Рис. 4. Зависимость между удельным весом чернозёмов в структуре пашни и урожайностью зерновых культур

В результате осуществления корреляционно-регрессионного анализа была получена следующая модель:

$$\hat{y} = 5,54 + 0,27 x, \quad (13)$$

где  $\hat{y}$  – урожайность зерновых культур с 1 га, ц;

$x$  – удельный вес чернозёмов в структуре пашни, %

Параметр  $b$  – положительный, значит связь прямая, т. е. чем выше удельный вес чернозёмов в структуре пашни, тем выше урожайность зерновых культур; параметр  $b$  интерпретируется следующим образом: при увеличении удельного веса чернозёмов в структуре пашни на 1 % урожайность зерновых культур увеличивается на 0,27 ц.

Связь является близкой к функциональной, так как коэффициент корреляции в процентном выражении равен 91,6 %, а коэффициент детерминации – 0,84. Это означает, что изменение урожайности зерновых культур на 84 % объясняется изменением удельного веса чернозёмов в структуре пашни.

### Литература

1. Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской автономной области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1961.
2. Агрохимическая характеристика почв СССР: Средняя Сибирь. – М.: Наука, 1971.
3. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: ИО «ЮНИТИ», 1998. – 1000 с.
4. Колесняк А.А. Продовольственное обеспечение регионов с экстремальными природными условиями: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05. – М., 2005. – 260 с.
5. Система земледелия Красноярского края. – Новосибирск, Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ, 1982. – 631 с.
6. Танделов Ю.П. Плодородие кислых почв земледельческой территории Красноярского края. – Красноярск, 2012. – 161 с.
7. Приложение к проекту решения Красноярского городского Совета депутатов: стратегия социально-экономического развития Красноярского края на период до 2020 года.

