

## СОВРЕМЕННЫЙ АГРОТЕХСЕРВИС – ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА\*

Петр Иванович ОГОРОДНИКОВ<sup>а</sup>, Мария Юрьевна КОЛОВЕРТНОВА<sup>б</sup>,  
Ирина Владимировна СПЕШИЛОВА<sup>с</sup>

<sup>а</sup> доктор технических наук, профессор, директор Оренбургского филиала  
Института экономики Уральского отделения Российской академии наук,  
Оренбург, Российская Федерация  
ofguieuroan@mail.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 2136-1898

<sup>б</sup> кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Оренбургского филиала  
Института экономики Уральского отделения Российской академии наук,  
Оренбург, Российская Федерация  
mariakolov@mail.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 4030-7808

<sup>с</sup> научный сотрудник Оренбургского филиала Института экономики Уральского отделения  
Российской академии наук, Оренбург, Российская Федерация  
ofguieuroan@mail.ru  
ORCID: отсутствует  
SPIN-код: 5625-4720

\* Ответственный автор

### История статьи:

Получена 26.04.2018  
Получена в доработанном  
виде 27.07.2018  
Одобрена 10.08.2018  
Доступна онлайн  
14.09.2018

УДК 330.32

JEL: O30, Q10, Q19, R10

### Ключевые слова:

эффективность  
производства, системный  
подход, оптимизационные  
решения, логистические  
маршруты, региональный  
агротехсервис

### Аннотация

**Предмет.** Экономические взаимоотношения между сельскохозяйственными  
товаропроизводителями и предприятиями агротехсервиса.

**Цели.** Развить теоретико-методические положения и представить обоснованный  
подход к повышению эффективности функционирования предприятий  
агротехсервиса.

**Методология.** Теоретико-методологической основой исследования являются  
фундаментальные и прикладные изыскания отечественных и зарубежных ученых в  
области системного подхода и математического моделирования.

**Результаты.** Обосновано теоретико-методологическое положение по повышению  
эффективности функционирования предприятий агротехсервиса на основе  
системного подхода, математического моделирования и многовариантности  
формирования систем агротехсервиса. Результаты исследования позволяют  
осуществлять взаимосвязь подсистемы агротехсервиса с другими подсистемами.  
Предложен вариант территориального размещения предприятий агротехсервиса.  
Рассчитаны оптимальные маршруты перевозок средств механизации на предприятия  
агротехсервиса.

**Выводы.** Предложена методика оценки работоспособности трудового коллектива,  
основанная на учете образования, стажа работы и возраста сотрудников.  
Представлена математическая модель, позволяющая четко определить влияние  
каждого из рассматриваемых факторов на производительность труда работников  
предприятий агротехсервиса.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

**Для цитирования:** Огородников П.И., Коловертнова М.Ю., Спешилова И.В. Современный агротехсервис –  
важная составляющая инновационной экономики региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2018. –  
Т. 16, № 9. – С. 1710 – 1724.  
<https://doi.org/10.24891/re.16.9.1710>

## Введение

Экономическая безопасность региона – одна из главных подсистем системы национальной безопасности. Ее влияние обуславливает симбиоз данной подсистемы с подсистемой продовольственной и экологической безопасности. Для выполнения производственно-технологических процессов в данных подсистемах определяющим фактором является эффективная реализация их технического потенциала [1]. Это определяется грамотным и своевременным (профессиональным) техническим сервисом машин и оборудования, используемого прежде всего на фермах молочного скотоводства, так как при нарушении рабочих параметров средств механизации увеличивается риск заболевания коровы, а также возможна и ее выбраковка, что ведет к существенным убыткам сельскохозяйственной организации [2].

В настоящее время увеличение эффективности средств механизации сельскохозяйственного производства зависит напрямую от наличия эффективной системы технического сервиса. В связи с этим исследования в данной области себя оправдывают, так как роль технического сервиса существенно возрастает из-за ежегодного увеличения числа единиц современной сельскохозяйственной техники с электронным наполнением, участвующей в технологических процессах сельскохозяйственного производства [3].

## Предприятия агротехсервиса: на пути к повышению эффективности

Повышение эффективности функционирования сервисных служб по обслуживанию животноводческого оборудования нашло отражение в работах А.Н. Богатырева [4], О.И. Боткина, А.И. Сутыгиной [5, 6], Н. Краснощекова [7], Н.М. Морозова [8], С.А. Соловьева [9], В.И. Черноиванова [10],

<sup>\*</sup> Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием ФАНО России для ФГБУН Института экономики УрО РАН в 2018 г. Авторы выражают благодарность и глубокую признательность сотрудникам Министерства сельского хозяйства пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области за оказанную помощь при выборке необходимых данных для проведения исследований.

М.И. Юдина<sup>1</sup>. Зарубежный опыт представлен в работах Б. Чернякова<sup>2</sup>, У.Г. Уиттлстоуна [11]. Безусловно, весь накопленный исследовательский материал сохраняет свое значение. Однако изменения, происходящие в экономике сельскохозяйственных организаций, обусловили необходимость дальнейшего поиска путей выхода из сложившейся ситуации.

Говоря о том, что агротехсервис должен выполнять сервисные услуги для поддержания средств механизации ферм молочного скотоводства в рабочем состоянии, мы понимаем, что формы (виды) образования сервисных служб могут быть различны. Многие будут зависеть от размещения предприятий агротехсервиса по территории региона: чем они будут ближе к сельскохозяйственным производителям, тем меньше будут затраты на транспортировку оборудования, средств механизации, запасных частей. Конфигурация региональных служб агротехсервиса может быть различной. Диаметрально противоположными являются следующие варианты:

- создание предприятий агротехсервиса по обслуживанию сельскохозяйственной техники в центральной части региона, что значительно снизит затраты на транспортные расходы, в случае если регион представляет собой компактную территорию (не более 120 км);
- организация специализированных участков по техническому обслуживанию и ремонту средств механизации ферм молочного скотоводства непосредственно на каждой ферме (в этом случае данные участки из-за малой загрузки будут функционировать недостаточно эффективно).

Промежуточным вариантом является организация системы агротехсервиса через многоуровневую систему<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Юдин М.И., Кузнецов М.Н., Кузовлев А.Т. и др. Технический сервис машин и основа проектирования предприятий. Краснодар: Советская Кубань, 2007. 967 с.

<sup>2</sup> Черняков Б. Модернизация аграрного сектора США // Экономист. 2009. № 4. С. 63–69.

<sup>3</sup> Курчаткин В.В., Тараторкин В.М., Батищев А.Н. и др. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. М.: Академия, 2011. 464 с.

Чаще всего служба агротехсервиса организовывается в два или в три уровня, в зависимости от площади обслуживания ферм молочного скотоводства. Опыт работы с техническим сервисом средств механизации ферм молочного скотоводства показывает, что степень эффективности зависит от расстояния между предприятием агротехсервиса до сельскохозяйственных производителей. Организуя систему агротехсервиса в регионе, большее внимание необходимо уделять именно зональным службам как наиболее приближенным непосредственно к фермам молочного скотоводства, где функционирует соответствующее оборудование для производства молока [12].

При применении системного подхода на первоначальной стадии необходимо исследуемый объект вычленив из внешней составляющей среды, то есть следует выделить изучаемый объект исследования как систему. Изучение выделенного объекта предусматривает его формирование как одной системы, деятельность внутренних подсистем которой позволяет достичь поставленных целей (производство продуктов питания и товаров народного потребления). Это является определяющим фактором при изучении выделенного объекта исследования [13].

Отраслевые системы региона будут представлены как внутренние подсистемы в структуре производственного взаимоотношения между отраслями. Совместное взаимодействие (симбиоз) данных подсистем способствует получению регионального валового продукта [14]. Одной из подсистем – подсистемой сельского хозяйства региона – определяется служба технического сервиса сельскохозяйственной техники, в том числе и оборудования ферм молочного скотоводства (рис. 1).

Так как исследования посвящены техническому сервису оборудования ферм молочного скотоводства, то подробнее рассмотрим подсистему животноводства, входящую в подсистему сельского хозяйства, частью которой является молочное скотоводство. Подсистема молочного скотоводства – это один из основных

компонентов животноводства и в то же время объект наших исследований (рис. 2). Выделение подсистем позволяет научно и достоверно установить все их взаимосвязи в процессе производства сельскохозяйственной продукции. Подсистема агротехсервиса тесно взаимодействует с подсистемой технических служб животноводства и выполняет функции по поддержанию имеющегося оборудования в рабочем состоянии.

Как мы отмечали, очень важно при организации служб агротехсервиса разместить их надлежащим образом (в данном случае) по отношению к производителям молока<sup>4</sup>.

Организация системы агротехсервиса предполагает решение нескольких моментов – это необходимость оптимальным образом рассчитать расположение этих служб и ферм молочного скотоводства для их обслуживания, а также иметь на предприятиях агротехсервиса высококвалифицированный трудовой коллектив. Когда мы говорим об оптимальном размещении предприятий агротехсервиса по территории региона, то отмечаем, что расположение должно дать возможность сельскохозяйственным товаропроизводителям добраться до них с минимальными транспортными издержками.

Данная задача решается исходя из расположения предприятий агротехсервиса и сельскохозяйственных организаций конкретной сельскохозяйственной зоны региона и расстояния между ними.

Эти экономические обоснования и расчет распределения сети предприятий технического сервиса средств механизации ферм молочного скотоводства оказывают существенное влияние на затраты, связанные с транспортировкой запасных частей, вновь приобретенного оборудования, отправленных на ремонт средств механизации и в конечном итоге на стоимость оказываемых услуг. Размещение предприятий агротехсервиса в регионе необходимо рассчитывать исходя из

<sup>4</sup> Лабин В.В., Пронин А.В. Импортзамещение в животноводстве. URL: <http://institutiones.com/agroindustrial/2846-importozameschenie-v-zhivotnovodstve.html>

минимальных затрат на перевозку обслуживаемого оборудования, то есть по типу классической транспортной задачи, но в двухцелевой постановке.

Принципиальная схема математической модели распределения расчетных показателей в двухцелевой постановке имеет следующий вид.

Целевая функция

$$Z_{\max(\min)} = \sum_{i=1}^{m+1} \sum_{v=1}^n C_{ij} X_{ij} ,$$

$$W_{\max(\min)} = \frac{\sum_{i=1}^m X_{ij}}{N} ,$$

где  $W$  – оптимальное количество автомобилей, шт.,  $N$  – грузоподъемность автомобиля, т.

Основные ограничения:

$$\sum_{v=1}^n X_{ij} = b_i (i = 1, 2, 3, \dots, m+1),$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = a_j (j = 1, 2, 3, \dots, n),$$

$$\sum_{j=1}^n A_j = \sum_{i=1}^m B_i ,$$

$$X_{ij} \geq 0 (i = 1, 2, 3, \dots, n).$$

В исходной модели представлено: количество оборудования (вес), расстояние от пунктов нахождения ферм до пунктов технического обслуживания центров ТО и Р. В итоге формируется опорный план транспортной задачи, построенной по принципу наименьших затрат на доставку оборудования в пункт ТО и Р.

Решаем задачу методом потенциалов, в результате чего получаем оптимальный маршрут с наименьшими затратами (т/км). Вычисленные значения умножаем на стоимость 1 т/км в данной сельскохозяйственной зоне и получаем затраты в рублях. При двухцелевой постановке возможно просчитать оптимальное количество технических средств (автомашин)

для перевозки оптимального объема оборудования от ферм сельскохозяйственных производителей до пунктов технического обслуживания и ремонта.

Исходя из того, что территория Оренбургской области значительно вытянута с востока на запад, и учитывая количество молока, производимого в различных сельскохозяйственных зонах, авторы обосновали и рассчитали логистическую доставку оборудования с ферм на предприятия технического сервиса с минимальными транспортными затратами (на примере Западной и Северной зон Оренбургской области) (табл. 1, 2).

Задача решается методом потенциалов на минимум тонно-километров. В результате мы получаем оптимальный маршрут перевозки оборудования (груза) и при необходимости можем подсчитать оптимальное количество автомобилей определенной грузоподъемности для перевозки этого оборудования к пунктам технического сервиса.

При полученном оптимальном маршруте в Западной зоне большее количество груза (оборудования) направляется в Бузулук, меньшее – в Бугуруслан, а в Северной зоне наоборот, поэтому целесообразно предприятия технического сервиса Западной зоны расположить в Бузулуке, а в Северной зоне – в Бугуруслане.

Исходя из аналогичных расчетов, предприятия по ТО и Р средств механизации ферм молочного скотоводства необходимо разместить для Южной зоны в поселке Ташла, а для Центральной зоны – в Оренбурге (рис. 3).

Предварительные расчеты позволяют спрогнозировать размещение предприятий агротехсервиса по обслуживанию технических средств ферм молочного скотоводства на основе оптимальных логистических схем перевозки оборудования и запасных частей до сельскохозяйственного товаропроизводителя [15].

Исходя из территориального расположения Оренбургской области (протяженность с

запада на восток 750 км, с севера на юг – 300 км), из имеющихся отработанных многоуровневых систем технического сервиса оборудования ферм молочного скотоводства выбираем трехуровневую систему (рис. 3) как менее затратную для данного случая.

Вполне очевидно, что при изменении количества предприятий агротехсервиса часть затрат, связанных с формированием всей системы технического сервиса, возрастает, а часть снижается. Поэтому целесообразно поставить и решить задачу поиска оптимального их количества.

Важнейшим фактором успешной работы служб технического сервиса, в том числе и обслуживания сельскохозяйственной техники, является профессиональное и качественное проведение сервисного обслуживания, а это всецело зависит от профессионализма работников, поэтому качество трудовых ресурсов при формировании предприятий агротехсервиса имеет большое организационное и экономическое значение.

Квалифицированный коллектив предприятий служб сервиса будет являться главным фактором повышения производительности труда при проведении обслуживания техники, используемой в различных процессах сельского хозяйства. Нами разработана методика оценки «работоспособности трудовых ресурсов (коллектива)», сформировавшегося на предприятиях технического сервиса сельскохозяйственной техники.

Исходные данные для получения аналитической модели получены методом случайного отбора из районов Западной и Северной сельскохозяйственных зон Оренбургской области. Составлена выборка соответствия средних значений отмеченных факторов и производительности труда (средней) тридцати двух сельскохозяйственных организаций (табл. 3).

Табл. 3 составлена исходя из следующих значений:  $X_1$  – средний стаж работы по специальности работников, занятых в сфере материального производства, как оценка

опытности в годах;  $X_2$  – средний возраст работников как оценка их работоспособности в годах;  $X_3$  – средний уровень образования работников как оценка профессионализма в годах обучения: среднее образование (неоконченное) – 8 лет; среднее общее и специальное образование – 10 лет; высшее образование – 15 лет.

Средние значения производительности труда  $Y$  и факторов  $X$  определены как средневзвешенные значения за пять лет.

В табл. 4 представлена матрица парных коэффициентов корреляции, характеризующих близость к линейной связи между факторами ( $X_1, X_2, X_3$ ) и, соответственно, их связи с производительностью труда ( $Y$ ).

Из табл. 4 видно, что наиболее сильное положительное влияние (можно утвердить с вероятностью 0,998) на производительность труда ( $Y$ ) оказывает средний образовательный уровень работников ( $X_3$ ), так как вероятность того, что этот коэффициент равен нулю (уровень значимости), равна 0,002. Критическое значение коэффициента корреляции при уровне значимости 0,002 и числе степеней свободы 30 равно 0,547.

Следующее по степени положительное влияние (можно утверждать с вероятностью 0,74) на производительность труда ( $Y$ ) оказывает средний стаж работы ( $X_1$ ), так как вероятность того, что этот коэффициент равен нулю (уровень значимости), равна 0,26. Критическое значение коэффициента корреляции при уровне значимости 0,26 и числе степеней свободы 30 равно 0,208.

Статистически незначимое отрицательное линейное влияние на производительность труда ( $Y$ ) оказывает средний возраст работников ( $X_2$ ). Так как средний возраст работников ( $X_2$ ) характеризует его работоспособность, то, исходя из здравого смысла, следует предположить, что средний возраст работника может проявить свое влияние на производительность труда в совместном влиянии с другими факторами. Поэтому была построена линейная математическая модель, отражающая

зависимость производительности труда от рассматриваемых факторов и имеющая следующий вид

$$Y = -1069,7 + 5,908 \cdot X_1 - 1,41 \cdot X_2 + 111,50 \cdot X_3$$

$\sigma$	(382)	(3,87)	(4,4)	(30,15)
$t_{набл.}$	(-2,8)	(1,62)	(-0,3)	(3,6)

В скобках представлены погрешности в определении коэффициентов регрессии и наблюдаемые значения критерия Стьюдента.

Коэффициент детерминации для линейной модели равен 0,365, то есть на 36,5% математическая модель объясняет вариацию производительности труда изменением включенных в нее факторов. Линейная математическая модель подтверждает сделанные выводы.

В качестве критерия для проверки адекватности математической модели принята случайная величина, распределенная по закону Фишера-Снедекора, наблюдаемое значение которой вычисляется по формуле как отношение общей исправленной дисперсии к исправленной остаточной дисперсии:

$$F_n = \frac{S_0^2}{S_{ocm}^2} \cdot (1)$$

Определяют исправленную выборочную общую дисперсию по формуле:

$$S_0^2 = D_0 \frac{N}{K_1} \cdot (2)$$

где  $D_0 = D_\phi + D_{ocm}$  – общая неисправленная дисперсия выборки, представляющая собой сумму факторной дисперсии, отражающей влияние факторов, и остаточной дисперсии, характеризующая погрешность прогнозирования по модели, то есть средний квадрат различий результатов наблюдений и результатов расчета по математической модели (ошибки);  $N$  – число наблюдений;  $k$  – число степеней свободы для общей дисперсии,  $k_1 = N - 1$ .

Соответственно, исправленная остаточная дисперсия вычисляется по формуле

$$S_{ocm}^2 = D_{ocm} \frac{N}{K_2} \cdot (3)$$

где  $k_2$  – число степеней свободы для остаточной дисперсии,  $k_2 = N - L$ ;  $L$  – число коэффициентов в математической модели;  $k_0 = N - 1$  – число степеней свободы для общей дисперсии;  $k_2 = N - L$  – число степеней свободы для остаточной дисперсии.

Из таблицы критических точек распределения Фишера для уровня значимости  $\alpha$  и числа степеней свободы для общей (верхней) дисперсии  $k_1 = N - 1$  и числа степеней свободы для остаточной (нижней) дисперсии  $k_2 = N - L$  берется критическое значение  $F_k(\alpha, k_1, k_2)$ .

Если наблюдаемое значение  $F_n$  меньше критического  $F_k(\alpha, k_1, k_2)$ , то нет оснований отвергнуть гипотезу о равенстве генеральных дисперсий, то есть дисперсия остаточная соизмерима (мало отличается) от дисперсии общей. Следовательно, рассеивание результатов наблюдения за счет изменения уровня факторов равно рассеиванию, обусловленному случайными причинами и неточностью математической модели, поэтому нет оснований принять гипотезу об адекватности математической модели.

Если наблюдаемое значение  $F_n$  больше критического  $F_k(\alpha, k_1, k_2)$ , то математическая модель признается адекватной. Признавая гипотезу адекватной, мы рискуем с вероятностью  $\alpha$  совершить ошибку первого рода, то есть отбросить заведомо справедливую гипотезу о равенстве общей и остаточной дисперсий (принять неадекватную математическую модель адекватной). То есть если общая дисперсия статистически значимо превосходит остаточную, то гипотеза об адекватности принимается.

Наблюдаемое, то есть фактическое, значение критерия Фишера для полученной линейной модели равно

$$F_n = \frac{S_0^2}{S_{ocm}^2} = \frac{13\ 936}{10\ 257} = 1,359.$$

Для уровня значимости 5%, то есть при  $\alpha = 0,05$   $F_k(\alpha, k_1, k_2) = F_k(0,05, k_1 = 31,$

$k_2=28)=1,86$  и  $F_k(0,1, k_1=31, k_2=28)=1,62$ . Следовательно, так как наблюдаемое значение критерия Фишера меньше критического значения, то линейная математическая модель не может быть признана адекватной даже для уровня значимости 10%, то есть ее геометрический образ (гиперплоскость) не соответствует геометрическому образу той зависимости производительности труда от рассматриваемых факторов.

Далее построена нелинейная математическая модель вида

$$Y=20\,949,6 - 180 \cdot X_2 - 3\,184 \cdot X_3 - 0,768 \cdot X_1^2 + 119,8 \cdot X_3^2 + 1,3 \cdot X_1 \cdot X_2 - 2,49 \cdot X_1 \cdot X_3 + 19 \cdot X_2 \cdot X_3.$$

Коэффициент детерминации для данной модели равен 0,56, то есть на 56% математическая модель объясняет вариацию производительности труда, включенных в нее факторов и их взаимодействий.

Наблюдаемое, то есть фактическое, значение критерия Фишера для полученной нелинейной модели равно

$$F_n = \frac{S_0^2}{S_{ост}^2} = \frac{13\,936}{7\,689} = 1,81.$$

Соответственно, при  $\alpha = 0,05 F_k(\alpha, k_1, k_2) = F_k(0,05, k_1=31, k_2=24) = 1,93$  и  $F_k(0,1, k_1=31, k_2=24) = 1,67$ , то есть для уровня значимости 10% нелинейная математическая модель может быть признана адекватной.

Даже при невысокой значимости некоторых коэффициентов регрессии достаточно высокая

адекватность математической модели свидетельствует о соответствии геометрической формы математической модели геометрическому образу реальной зависимости производительности труда от рассмотренных факторов и их взаимодействий<sup>5</sup>. Наиболее вероятная максимальная ошибка прогнозирования по данной математической модели не превосходит 87 тыс. руб. в год/чел.

## Заключение

Оценивая аналитическую модель в целом, можно определить, что описательная способность ее достаточно высока и это подтверждает соответствие самой математической формы реальному образцу взаимодействия производительности труда и факторов, включенных в модель. Данная математическая модель показывает, какие значения имеют включенные факторы для оценки производительности труда.

Результаты многочисленных исследований экономики региона доказывают целесообразность оценки влияния предприятий агротехсервиса на производство молока по имеющимся сельскохозяйственным зонам на основе системного анализа и выделения сложной биотехнической системы, составной частью которой является подсистема агротехсервиса. Представленная математическая модель также способствует выявлению основных параметров эффективного функционирования подсистемы агротехсервиса.

<sup>5</sup> Базаров М.К., Огородников П.И. *Мат информация при min сложности методов количественного анализа (пособие начинающему исследователю)*. Екатеринбург: Ин-т экономики УрО РАН, 2008. 357 с.

**Таблица 1****Исходные данные по Западной зоне****Table 1****The Western Zone baseline data**

Муниципальные образования (сельскохозяйственные районы)	Вес оборудования, т	Расстояние от района до центра в г. Бузулук, км	Расстояние от района до центра в г. Бугуруслан, км
Бузулукский	0,5	1	96
Курманаевский	0,5	46	142
Тоцкий	0,5	45	141
Сорочинский	0,5	72	168
Красногвардейский	0,5	15	111
Новосергиевский	0,5	120	216
Александровский	0,5	144	192
Грачевский	0,5	42	87

*Источник:* финансовые отчеты хозяйств*Source:* Financial reports of farms**Таблица 2****Исходные данные по Северной зоне****Table 2****The Northern Zone baseline data**

Муниципальные образования (сельскохозяйственные районы)	Вес оборудования, т	Расстояние от района до центра в г.Бузулук, км	Расстояние от района до центра в г. Бугуруслан, км
Северный	0,5	147	51
Бугурусланский	0,5	96	1
Алексеевский	0,5	123	27
Матвеевский	0,5	168	72
Абдулинский	0,5	189	78
Тюльганский	0,5	220	228
Пономаревский	0,5	330	120
Шарлыкский	0,5	400	190

*Источник:* финансовые отчеты хозяйств*Source:* Financial reports of farms



**Таблица 3**

Оценка качества работников, занятых непосредственно в сфере материального производства.  
Значения средних показателей за 2012–2016 гг.

**Table 3**

Assessment of the quality of workers employed in the field of material production:

Values of the average indicators for 2012–2016

Средний стаж работы, $X_1$ (лет)	Средний возраст работников, $X_2$ (лет)	Средний образовательный уровень работников, $X_3$ (лет)	Средняя производительность труда $Y$ (тыс. руб. в год/чел.)
15,1	46,9	10,1	1,6
14,3	44,7	9,8	19,2
4,1	44,5	10,7	-83
15,5	33,8	10,1	62,4
2,5	42,5	10,1	-7
10,1	44,1	10,2	260,1
17,1	45,4	10,3	3,3
11,4	41,7	10,8	-64
11,1	37,8	9,8	66,6
11,2	40,6	10	22,8
8,7	36,9	11,3	62,5
10,1	41,5	10,3	8,2
3,1	32,4	10	92,9
2	35,2	10,3	-11,6
3,6	31,7	10,4	50,7
2,1	36,8	10,5	0,6
2,6	35	10,2	16,1
4,1	35,9	10,7	-62
9,4	39	10,2	196
15,1	46,5	10,3	257,3
15,8	39,3	10,5	-45,5
6,8	37,2	10,6	-1,7
1,6	36,2	10,1	-21,7
2,8	34,3	10,5	60,7
7,3	34,3	10,5	45,5
6,3	35	10,5	89,5
10,7	43,5	10,3	25
3,1	36	10,3	121,1
2,2	26,3	10,6	3
2,4	40	11,5	165,4
13,1	35,4	13,1	521,1
19,3	38,1	9,9	83,9

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Таблица 4**

Матрица парных коэффициентов корреляции

**Table 4**

A matrix of paired correlation coefficients

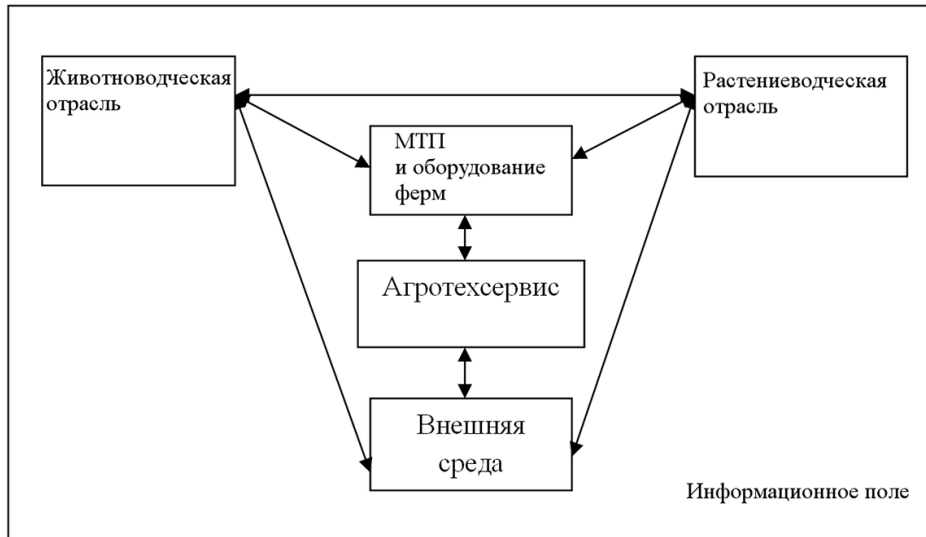
Переменные	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y$
$X_1$	1	-	-	-
$X_2$	0,497	1	-	-
$X_3$	-0,081	-0,225	1	-
$Y$	0,208	-0,042	0,547	1

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 1**  
Подсистема «комплекс сельскохозяйственного производства» системы «регион»

**Figure 1**  
Agricultural Production Complex subsystem of the Region system

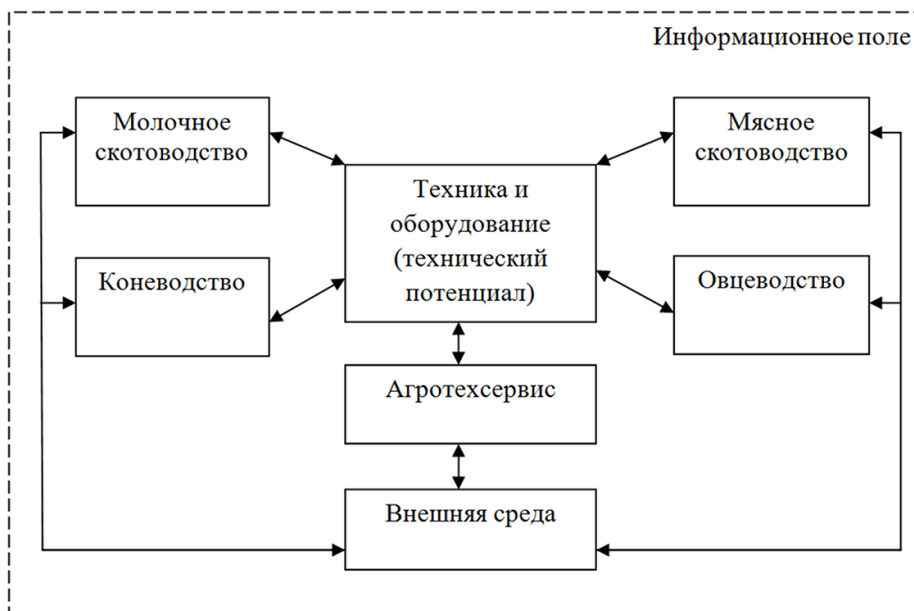


Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 2**  
Внутренняя структура подсистемы «животноводство»

**Figure 2**  
The internal structure of Livestock Husbandry subsystem



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 3**

**Трехуровневая система агротехсервиса Оренбургской области. Схема перевозок**

**Figure 3**

**A three-tier system of agrotechnical service of the Orenburg oblast: A transportation scheme**



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Список литературы**

1. Огородников П.И. Научно-технический прогресс – основа эффективной реализации инновационных проектов в АПК: монография. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2009. 228 с.
2. Голиков А.М., Азарков А.П., Голиков С.А. Анализ совершенствования системы технического обслуживания и ремонта машин и оборудования // *Технология машиностроения*. 2009. № 10. С. 53–57.
3. Ахунов Р.Р. Дифференцированный подход к формированию стратегии регионального развития // *Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе*. 2016. № 2. С. 6–13. URL: <http://journalmss.ru/files/mss/archive/2016/mss-2-18--2016.pdf>
4. Кухаренко А.А., Богатырев А.Н., Короткий В.М., Дадашев М.Н. Перспективы производства натуральных продуктов питания в XXI веке // *Пищевая промышленность*. 2009. № 1. С. 20–21.
5. Боткин О.И., Некрасов В.И., Сутыгина А.И. и др. Системный анализ экономики региона: монография. Ижевск: Удмуртия, 2000. Ч. 2. 273 с.
6. Боткин О.И., Сутыгина А.И., Сутыгин П.Ф. Национальные аспекты оценки продовольственной безопасности // *Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право»*. 2016. Т. 26. Вып. 4. С. 20–27. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/natsionalnye-aspekty-otsenki-prodovolstvennoy-bezopasnosti>

7. Краснощеков Н., Михалев А., Ежевский А. Концепция технологической модернизации сельскохозяйственного производства России // АПК: экономика, управление. 2005. № 4. С. 3–14.
8. Морозов Н.М., Алиев А.А. Направления научно-технического прогресса в животноводстве // АПК: экономика, управление. 2001. № 10. С. 23–30.
9. Соловьев С.А., Карташов Л.П. Исполнительные механизмы системы «человек–машина–животное»: монография. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 180 с.
10. Черноиванов В.И. Состояние и перспективы технического сервиса в АПК Российской Федерации. М.: ГОСНИТИ, 1993. 67 с.
11. Уиттлстоун У.Г. Принципы машинного доения. М.: Колос, 1964. 197 с.
12. Абдразаков Ф.К., Сафонов В.В. Рекомендации по организации технического сервиса и инновационным ресурсосберегающим технологиям восстановления сельскохозяйственной техники с использованием нанотехнологий. Саратов: Орион, 2010. 182 с.
13. Завражнов А.И., Огородников П.И. Биотехнические системы в агропромышленном комплексе: монография. М.: Университетская книга, 2011. 412 с.
14. Ушачёв И.Г., Алтухов А.И., Беспяхотный Г.В. и др. Импортзамещение в АПК России: проблемы и перспективы: монография. М.: ВНИИЭСХ, 2015. 447 с.
15. Тихонов Н.Б. Методика комплексной оценки развития производственной инфраструктуры в регионе // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 14. С. 151–158. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/metodika-kompleksnoy-otsenki-razvitiya-proizvodstvennoy-infrastruktury-v-regione>

### **Информация о конфликте интересов**

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

## MODERN AGROTECHNICAL SERVICE: AN IMPORTANT COMPONENT OF THE REGION'S INNOVATION ECONOMY

Petr I. OGORODNIKOV <sup>a,\*</sup>, Mariya Yu. KOLOVERTNOVA<sup>b</sup>, Irina V. SPESHILOVA<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Orenburg Branch of Institute of Economics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation  
ofguieuroran@mail.ru  
ORCID: not available

<sup>b</sup> Orenburg Branch of Institute of Economics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation  
mariakolov@mail.ru  
ORCID: not available

<sup>c</sup> Orenburg Branch of Institute of Economics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian Federation  
ofguieuroran@mail.ru  
ORCID: not available

\* Corresponding author

### Article history:

Received 26 April 2018  
Received in revised form  
27 July 2018  
Accepted 10 August 2018  
Available online  
14 September 2018

**JEL classification:** O30, Q10,  
Q19, R10

**Keywords:** production  
efficiency, systems approach,  
optimization solution, logistics  
routes, regional agrotechnical  
service

### Abstract

**Subject** This article explores the economic relationship between agricultural producers and enterprises of agrotechnical service.

**Objectives** The article aims to develop theoretical and methodological provisions and present a well-founded approach to improving the efficiency of agrotechnical service enterprises' functioning.

**Methods** Fundamental and applied researches of domestic and foreign scientists in the field of systems approach and mathematical modeling are the theoretical and methodological basis of the research.

**Results** The article offers a method of estimation of workforce efficiency, based on registration of education, work experience and age of employees. The article also introduces a mathematical model that helps clearly determine the impact of each of the factors considered on the productivity of employees of a particular enterprise.

**Relevance** The results of the study can provide significant assistance in establishing the interconnection of the agrotechnical subsystem with other subsystems.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

**Please cite this article as:** Ogorodnikov P.I., Kolovertnova M.Yu., Speshilova I.V. Modern Agrotechnical Service: An Important Component of the Region's Innovation Economy. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2018, vol. 16, iss. 9, pp. 1710–1724.  
<https://doi.org/10.24891/re.16.9.1710>

### Acknowledgments

We are profoundly grateful to the officers of the Ministry of Agriculture, Food and Processing Industry of the Orenburg oblast, for their assistance in selecting the necessary data for research.

The article was prepared in accordance with the State job of the Federal Agency for Scientific Organizations to the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in 2018.

## References

1. Ogorodnikov P.I. *Nauchno-tekhnicheskii progress – osnova effektivnoi realizatsii innovatsionnykh projektov v APK: monografiya* [Scientific and technological progress as the basis of effective implementation of innovative projects in the agro-industrial complex: a monograph]. Yekaterinburg, Institute of Economics of UrB of RAS Publ., 2009, 228 p.
2. Golikov A.M., Agarkov A.P., Golikov S.A. [Analysis of the maintenance system and machinery and equipment repairs improvement]. *Tekhnologiya mashinostroeniya = Technology of Mechanical Engineering*, 2009, no. 10, pp. 53–57. (In Russ.)
3. Akhunov R.R. [The differentiated approach to the formation of the regional development strategies]. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve*, 2016, no. 2, pp. 6–13. URL: <http://journalmss.ru/files/mss/archive/2016/mss-2-18--2016.pdf> (In Russ.)
4. Kukhareno A.A., Bogatyrev A.N., Korotkii V.M., Dadashev M.N. [Prospects of manufacture of natural alimentary products in the 21st century]. *Pishchevaya promyshlennost' = Food Processing Industry*, 2009, no. 1, pp. 20–21. (In Russ.)
5. Botkin O.I., Nekrasov V.I., Sutygina A.I. et al. *Sistemnyi analiz ekonomiki regiona: monografiya* [A systems analysis of the region's economy: a monograph]. Izhevsk, Udmurtiya Publ., 2000, part 2, 273 p.
6. Botkin O.I., Sutygina A.I., Sutygin P.F. [National issues of food security assessment]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Ekonomika i pravo = Bulletin of Udmurt University. Series Economics and Law*, 2016, vol. 26, iss. 4, pp. 20–27. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/natsionalnye-aspekty-otsenki-prodovolstvennoy-bezopasnosti> (In Russ.)
7. Krasnoshchekov N., Mikhalev A., Ezhevskii A. [Conception of technological modernization of agricultural production of Russia]. *APK: ekonomika, upravlenie = AIC: Economics, Management*, 2005, no. 4, pp. 3–14. (In Russ.)
8. Morozov N.M., Aliev A.A. [Directions of scientific and technological progress in livestock husbandry]. *APK: ekonomika, upravlenie = AIC: Economics, Management*, 2001, no. 10, pp. 23–30. (In Russ.)
9. Solov'ev S.A., Kartashov L.P. *Ispolnitel'nye mekhanizmy sistemy "chelovek – mashina – zhivotnoe": monografiya* [Executive mechanisms of the system “man – machine – animal: a monograph]. Yekaterinburg, Institute of Economics of UrB of RAS Publ., 2001, 180 p.
10. Chernoiyanov V.I. *Sostoyanie i perspektivy tekhnicheskogo servisa v APK Rossiiskoi Federatsii* [The state and prospects of technical service in the AIC of the Russian Federation]. Moscow, GOSNITI Publ., 1993, 67 p.
11. Whittlestone W.G. *Printsipy mashinnogo doeniya* [The Principles of Mechanical Milking]. Moscow, Kolos Publ., 1964, 197 p.
12. Abdrazakov F.K., Safonov V.V. *Rekomendatsii po organizatsii tekhnicheskogo servisa i innovatsionnym resursosberegayushchim tekhnologiyam vosstanovleniya sel'skokhozyaistvennoi tekhniki s ispol'zovaniem nanotekhnologii* [Recommendations on the organization of technical service and innovative saving technologies for the restoration of agricultural equipment using nanotechnology]. Saratov, Orion Publ., 2010, 182 p.

13. Zavrazhnov A.I., Ogorodnikov P.I. *Biotehnicheskie sistemy v agropromyshlennom komplekse: monografiya* [Biotechnical systems in agro-industrial complex: a monograph]. Moscow, Universitetskaya kniga, 2011, 412 p.
14. Ushachev I.G., Altukhov A.I., Bepakhotnyi G.V. et al. *Importozameshchenie v APK Rossii: problemy i perspektivy: monografiya* [Import substitution in the agro-industrial complex of Russia: problems and prospects: a monograph]. Moscow, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics Publ., 2015, 447 p.
15. Tikhonov N.B. [Method of comprehensive assessment of industrial infrastructure in the region]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta = Vestnik of Orenburg State University*, 2014, no. 14, pp. 151–158. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/metodika-kompleksnoy-otsenki-razvitiya-proizvodstvennoy-infrastruktury-v-regione> (In Russ.)

### **Conflict-of-interest notification**

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.