

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЗАТРАТ ТРУДА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ АГРЕГИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

**Ж. И. Вараница-Городовская, Я. М. Иваньо**

*Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского,  
пос. Молодежный, Российская Федерация*

### Информация о статье

Дата поступления  
19 августа 2016 г.

Дата принятия к печати  
5 сентября 2016 г.

Дата онлайн-размещения  
31 октября 2016 г.

### Ключевые слова

Изменчивость; тенденция;  
моделирование; сельское  
хозяйство; затраты труда  
(трудозатраты); численность  
работников

### Аннотация

В статье проводится анализ изменчивости затрат труда в различных по размеру сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области за 2006–2014 гг. Исследуемые предприятия разделены на группы в зависимости от численности работников: микрохозяйства, малые, средние и крупные хозяйства. В ходе анализа определялись временные ряды и оценивались их статистические параметры: коэффициенты вариации и средние значения. В выделенных группах установлены тенденции изменчивости затрат труда на производство основных видов сельскохозяйственной продукции, выпускаемой предприятиями аграрной отрасли региона. Для оценки динамики трудозатрат предложены трендовые и авторегрессионные модели, проведен их сравнительный анализ. Полученные результаты могут использоваться для оценки уровня трудозатрат на предприятиях различного уровня агрегирования с целью повышения их эффективности.

## MODELING OF THE VARIANCE OF LABOR COST IN AGRICULTURAL ENTERPRISES OF VARYING SIZE (CASE STUDY: IRKUTSK REGION)

**Zhanna I. Varanitsa-Gorodovskaya, Yaroslav M. Ivan'о**

*Ezhevsky Irkutsk State Agrarian University, Molodezhnyi Settlement, Russian Federation*

### Article info

Received  
August 19, 2016

Accepted  
September 5, 2016

Available online  
October 31, 2016

### Keywords

Variability; trend; modeling;  
agriculture; labor cost; number  
of employees

### Abstract

This paper analyzes changes in the labor costs of the agricultural enterprises of Irkutsk region during 2006–2014. Depending on the number of employees, the enterprises under study have been divided into the following groups: micro-scale producers and small, medium and large-scale enterprises. In the course of analysis, we have defined time series and estimated their statistic parameters, such as the coefficient of variation and the mean values. In each group the changing trends of the labor costs required by local enterprises to produce the basic types of the agricultural products have been revealed. To estimate the labor cost, we have proposed trend and autoregressive models and carried out their comparative analysis. The results obtained can be used for evaluating the labor cost in agricultural enterprises of varying size to boost their productivity.

На сегодняшний день проблема повышения производительности труда в аграрной сфере имеет достаточно острый характер. Производительность труда зависит от трудозатрат на производство продукции и характеризует их эффективность и результативность [1]. На сельскохозяйственном предприятии она является одним из важнейших факторов, влияющих на себестоимость продукции. Помимо этого, на снижение себестоимости воздействуют технологические процессы,

связанные с автоматизацией и информатизацией. Внедрение новых технологий и техники и их совершенствование позволяют значительно снизить затраты на производство продукции [2].

Очевидно, что в наиболее выгодном положении в плане модернизации оказываются сельскохозяйственные предприятия, которые обладают достаточными финансовыми ресурсами для приобретения новой техники и внедрения современных технологий [3; 4].

Основная черта влияния агротехнологий на изменчивость трудовых ресурсов — максимально возможная механизация наиболее трудоемких производственных процессов и установка высокопроизводительной техники и оборудования, что позволяет уменьшить число работников, повысив при этом производительность труда [5].

Аграрный сектор экономики Иркутской области не является исключением, производительность труда на сельскохозяйственных предприятиях региона зависит в основном от уровня развития материально-технической базы, которая варьируется от 500 до 2 000 р. на одного человека в год, в среднем этот показатель составляет около 1 000 р.

Развитие агротехнологий в последнее десятилетие способствует повышению производительности труда работников предприятий. В этом отношении наиболее благоприятная ситуация складывается в Иркутском и Усольском районах. Внедрение современных технологий здесь связано с семеноводством, использованием новых сортов сельскохозяйственных культур, развитием адаптированных сортов кормовых культур и т. д. [5].

Основным показателем, характеризующим производительность труда на сельскохозяйственных предприятиях, является трудоемкость производства отдельных видов продукции, т. е. затраты труда в человеко-часах на единицу производимой продукции. Оценка тенденций изменчивости трудозатрат на производство сельскохозяйственной продукции имеет научно-практическое значение: она необходима для повышения эффективности планирования работ на сельскохозяйственных предприятиях и определения перспектив их дальнейшего развития.

Целью данного исследования является оценка изменчивости трудозатрат на производство основных видов аграрной продукции предприятиями различного уровня агрегирования за 2006–2014 гг. с помощью статистических методов моделирования [6–9]. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- формирование рядов трудозатрат на различные виды продукции для разных групп хозяйств за каждый год анализируемого периода;
- анализ изменчивости полученных рядов по годам;
- определение закономерностей изменчивости затрат труда по группам предприятий для разных видов сельскохозяйственной продукции;

– разработка предложений с целью улучшения планирования аграрного производства в хозяйствах Иркутской области.

На первом этапе работы были собраны данные о затратах труда на производство основных видов продукции за 2006–2014 гг. для выделенных групп сельскохозяйственных предприятий (микрохозяйства, малые, средние и крупные хозяйства). Согласно Федеральному закону «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ к микрохозяйствам относятся предприятия, имеющие до 15 работников, малыми являются предприятия, в которых работает 16–100 чел., средние имеют в штате 101–250 сотрудников и на крупных предприятиях работает свыше 250 чел.<sup>1</sup>

За указанный период количество сельскохозяйственных предприятий в Иркутской области сократилось на 16 % — со 181 до 156. Из их общего числа в каждом году было проанализировано 40 % предприятий. В различных по уровню агрегирования и технической оснащенности хозяйствах производятся разные виды сельскохозяйственной продукции. Для анализа трудозатрат рассматривались предприятия, на которых ведется производство зерновых, кормовых культур, картофеля и молока.

Между уровнем обеспеченности предприятий трудовыми ресурсами, средствами производства (в том числе современной техникой и технологиями), ассортиментом производимой продукции, а также уровнем снижения затрат на ее производство выявлена прямая взаимосвязь.

На основе собранных данных осуществлялся анализ трудозатрат за каждый год по группам предприятий для разных видов сельскохозяйственной продукции. Оценивались статистические параметры рядов: коэффициенты вариации  $C_v$  и средние значения  $X$ . Полученные параметры обладают значительным рассеянием, т. е. в рамках рассматриваемых групп хозяйства работают с большими расходами по затратам труда на получение единицы продукции<sup>2</sup>. Вместе с тем наблюдаются тенденции снижения средних затрат труда по всем группам хозяйств за рассматриваемый период (рис. 1).

<sup>1</sup> О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации : федер. закон от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ (ред. от 29 июня 2015 г.) // Российская газета. 2007. 31 июля. Ст. 4. Категории субъектов малого и среднего предпринимательства.

<sup>2</sup> Формы годовой отчетности о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса Иркутской области за 2006–2014 гг.

В микрохозяйствах показатель средних годовых затрат труда находится в интервале 1,1–4,0, показатели малых, средних и крупных предприятий располагаются в интервалах 1,5–3,5, 0,3–1,6 и 0,4–0,8 чел. · ч/ц соответственно.

Значимые тренды снижения средних годовых трудовых затрат наблюдаются в средних и крупных хозяйствах, для которых линейные функции характеризуются коэффициентами детерминации  $R^2$  0,73 и 0,88, при этом выражения значимы. В микрохозяйствах и на малых предприятиях изменчивость затрат труда описывается уравнениями регрессии с невысокой точностью — 0,22 и 0,16 соответственно. Аналогичный вывод следует из построенных авторегрессионных связей для средних и крупных хозяйств соответственно

$$y_i = 0,524y_{i-1} + 0,268;$$

$$y_i = 1,062y_{i-1} + 0,091,$$

где  $y_i, y_{i-1}$  — последующее и предшествующее значение.

Коэффициенты детерминации при сдвиге моделей на один год  $R_1^2$  составляют 0,42 и 0,82. Исходя из полученных результатов, можно сказать, что данные трендов выше по точности, чем данные, полученные с помощью авторегрессионных выражений.

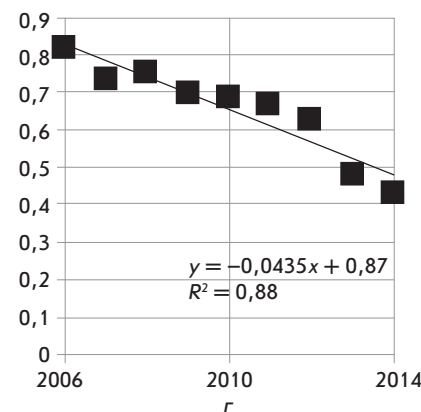
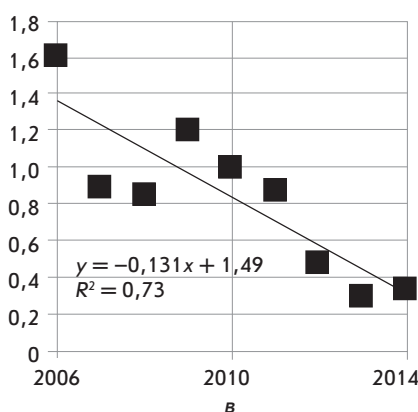
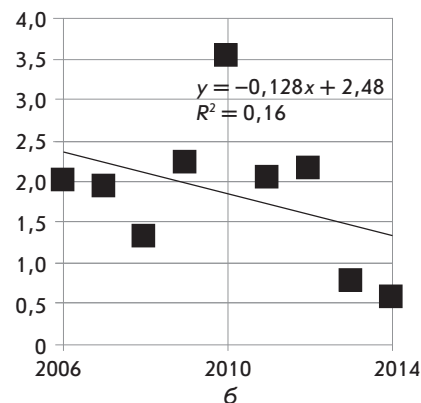
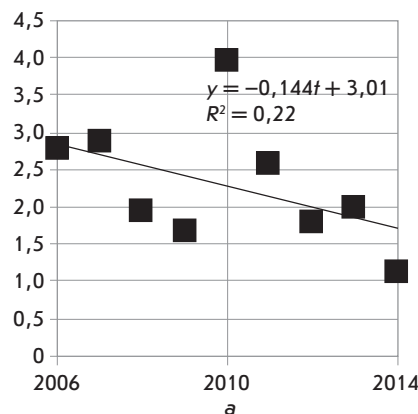
Иным образом выглядит динамика изменчивости затрат труда на возделывание картофеля (табл. 1).

Таблица 1

**Модели изменчивости трудовых затрат на возделывание картофеля в хозяйствах региона в 2006–2014 гг.**

Группы хозяйств	Уравнение	$R^2 (R_1^2)$
<i>Трендовые модели</i>		
Микрохозяйства	$y = 0,162t - 1,29$	0,50
Малые	$y = -0,485t + 4,32$	0,79
Средние	$y = -0,282t + 2,49$	0,37
Крупные	$y = -0,297t + 0,56$	0,24
<i>Авторегрессионные модели</i>		
Микрохозяйства	$y_i = 0,666y_{i-1} + 0,80$	0,58
Малые	$y_i = 0,635y_{i-1} + 0,21$	0,63
Средние	$y_i = 0,0632y_{i-1} + 0,59$	0,10
Крупные	$y_i = 0,127y_{i-1} + 0,33$	0,01

В микрохозяйствах сложилась тенденция увеличения затрат труда: по трендовой модели ежегодная скорость роста составляет 0,16 чел. · ч/ц; в остальных группах хозяйств затраты труда снижаются. Больше всего это заметно в малых хозяйствах, где с максимальной интенсивностью происходит уменьшение затрат, а выражения трендов обладают наиболее высокой точностью. В средних и крупных предприятиях снижение трудовых



**Рис. 1. Динамика изменчивости средних годовых трудовых затрат на возделывание зерновых культур в хозяйствах (а — микрохозяйства, б — малые, в — средние, г — крупные) Иркутской области в 2006–2014 гг. по группам предприятий, чел. · ч/ц**

трат происходит с меньшей интенсивностью. Однако выражения трендов имеют низкую точность, к этому можно добавить также отсутствие автокорреляционных связей в рядах трудозатрат. Вместе с тем в рядах параметра для микрохозяйств и малых предприятий наблюдаются высокие значимые коэффициенты автокорреляции, что подтверждает тесную связь между значениями трудовых ресурсов в последующем и предыдущем году. Таким образом, в производстве картофеля в наибольшей степени преуспевают малые предприятия.

При моделировании динамики изменчивости затрат труда на возделывание кормовых культур выявлено, что в малых и средних хозяйствах наблюдается их снижение:

$$y_i = -0,0667t + 0,615;$$

$$y_i = -0,032t + 0,415.$$

При этом точность данных моделей соразмерна следующим коэффициентам детерминации: 0,35 и 0,55 соответственно.

Наиболее интенсивное снижение затрат труда наблюдается в малых хозяйствах — на 0,1 чел. · ч/ц ежегодно, что прежде всего связано с повышением уровня технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Динамика уменьшения трудозатрат на возделывание кормовых культур в средних хозяйствах относительно стабильна и находится в промежутке 0,1–0,4. Для крупных предприятий исследуемый параметр является наименьшим, изменяясь в интервале 0,1–0,2 чел. · ч/ц, при этом во временном ряду трудозатрат отсутствует тренд.

Коэффициенты уменьшения труда на производство молока за рассматриваемый период в разных группах хозяйств Иркутской области различны, как и диапазоны их изменения (рис. 2).

Наиболее высокая средняя ежегодная скорость снижения трудозатрат наблюдается в микрохозяйствах — 1,7 чел. · ч/ц. В малых и средних хозяйствах затраты труда за анализируемый период падают с меньшей скоростью. Наибольшей точностью обладает тренд трудозатрат для крупных хозяйств (0,78), согласно которому трудозатраты за 9 лет сократились с 4,9 до 2,9 чел. · ч/ц.

Анализ данных о затратах труда на производство основных видов аграрной продукции в микрохозяйствах позволяет сделать вывод, что тенденции их изменчивости либо отсутствуют, либо обладают низкой точностью. В остальных группах предприятий в рядах средних значений трудозатрат присутствуют значимые тренды, причем с увеличением размера хозяйств повышается и их точность.

Помимо изменчивости средних значений большую важность имеет анализ коэффициентов вариации во времени, характеризующих рассеяние трудозатрат в группах хозяйств. Низкое значение этого статистического параметра предполагает небольшие расхождения производительности труда между предприятиями группы. К сожалению, малое число хозяйств в некоторых группах и их различная специализация не позволяют с высокой точностью оценить изменчивость коэффициентов вариации трудозатрат. Тем не менее, можно отметить, что существует

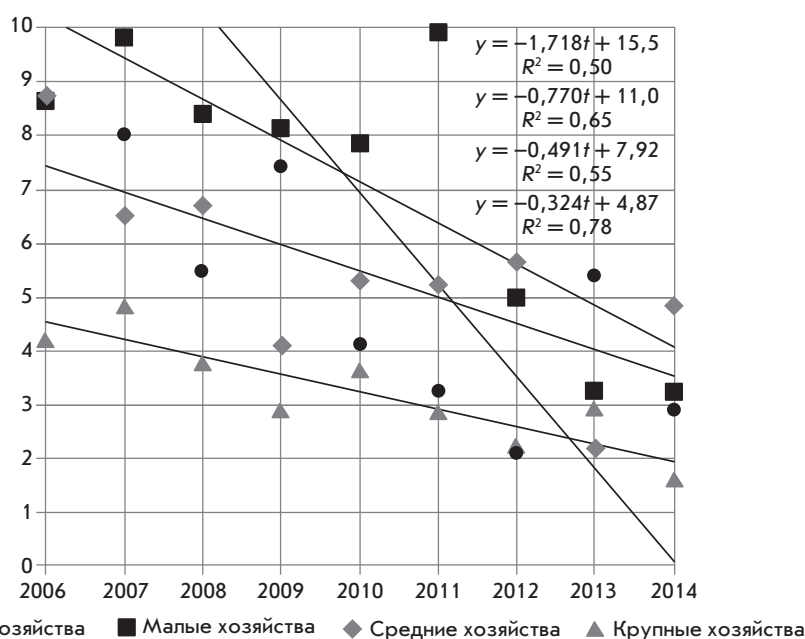


Рис. 2. Динамика изменчивости средних годовых трудозатрат на производство молока в хозяйствах Иркутской области в 2006–2014 гг. по группам предприятий, чел. · ч/ц

тенденция уменьшения этого статистического параметра для малых, средних и крупных хозяйств в отношении зерновых культур; в микрохозяйствах изменчивость коэффициентов вариации нестабильна. Наименьшие значения рассеяния наблюдаются для крупных предприятий. Кроме того, непредсказуемо изменяются затраты труда для производства кормовых культур, а коэффициенты вариации трудозатрат по картофелю имеют тенденцию к уменьшению. Для параметра рассеяния по затратам труда на производство молока наблюдаются тенденции аналогичные зерновым культурам.

Предложенный анализ данных и полученные результаты изменчивости трудозатрат на производство сельскохозяйственной продукции имеют значение при выборе модели оптимизации трудовых ресурсов. Наличие значимых трендов и авторегрессионных зависимостей позволяет для минимизации трудозатрат использовать параметрические задачи математического программирования с учетом интервальных прогнозов [8]. Подобные модели приемлемы для малых, средних

и крупных предприятий; для микрохозяйств адекватной является оптимизационная задача в условиях неопределенности [10; 11].

Таким образом, в исследовании представлен статистический анализ трудозатрат, проведенный на основе систематизированных данных по производству основных видов сельскохозяйственной продукции за 2006–2014 гг. по 76 хозяйствам Иркутской области. Согласно сформированным рядам трудозатрат на производство зерновых и кормовых культур, картофеля и молока получены средние значения и коэффициенты вариации для каждой группы хозяйств за исследуемый период. Показано, что средние затраты труда для малых, средних и крупных хозяйств имеют тенденции к уменьшению, при этом мера их рассеяния уменьшается с увеличением размера предприятия, а затраты труда в микрохозяйствах изменяются случайным образом.

Полученные результаты важны для управления трудовыми ресурсами, оценки норм трудовых затрат и повышения их эффективности.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубровин И. А. Экономика труда : учебник / И. А. Дубровин. — М. : Дашков и К<sup>о</sup>, 2012. — 405 с.
2. Организация сельскохозяйственного производства : учеб. пособие / С. И. Грядов [и др.] ; под ред. М. П. Тушканова, Ф. К. Шакирова. — М. : Инфра-М, 2014. — 292 с.
3. Курьяков И. А. Основы экономики, организации и управления сельскохозяйственным производством : учеб. пособие / И. А. Курьяков, С. Е. Метелёв. — Омск : Изд. ИП Васильев В. В., 2008. — 501 с.
4. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / Ю. Ф. Лачуга [и др.]. — М. : Росинформагротех, 2009. — 80 с.
5. Городовская Ж. И. Модели оптимизации сочетания отраслей аграрного производства с учетом изменчивости трудовых ресурсов / Ж. И. Городовская, Я. М. Иванько, С. А. Петрова // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию образования ИРГСХА, 27–29 мая 2014 г. : в 2 ч. — Иркутск : Изд-во Иркут. гос. с.-х. акад., 2014. — Ч. II. — С. 23–30.
6. Барсукова М. Н. Оптимизационные модели планирования производства стабильных сельскохозяйственных предприятий / М. Н. Барсукова, Я. М. Иванько. — Иркутск : Изд-во Иркут. гос. с.-х. акад., 2011. — 160 с.
7. Городовская Ж. И. Моделирование изменчивости сельского населения различных категорий на примере Иркутской области / Ж. И. Городовская, Я. М. Иванько // Вестник Иркутского государственного технического университета. — 2015. — № 2 (97). — С. 12–16.
8. Барсукова М. Н. Модели с детерминированными и неопределенными параметрами применительно к оптимизации сельскохозяйственных процессов / М. Н. Барсукова, Я. М. Иванько // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. — 2007. — № 6. — С. 156–161.
9. Асалханов П. Г. Оценка и прогноз агротехнических параметров для моделирования производства продукции растениеводства в регионе / П. Г. Асалханов, Я. М. Иванько, М. Н. Полковская // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. — 2013. — Т. 3, № 57. — С. 116–125.
10. Астафьева М. Н. Модели оптимизации размещения сельскохозяйственных и плодово-ягодных культур с вероятностными параметрами в условиях неопределенности / М. Н. Астафьева, Я. М. Иванько // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. — 2012. — № 48. — С. 12–20.
11. Астафьева М. Н. Оценка изменчивости многолетних временных рядов биопродуктивности культур в задачах оптимизации размещения посевов / М. Н. Астафьева, Я. М. Иванько // Вестник Иркутского государственного технического университета. — 2013. — № 2 (73). — С. 16–21.

#### REFERENCES

1. Dubrovin I. A. *Ekonomika truda* [Labor Economics]. Moscow, Dashkov i K<sup>o</sup> Publ., 2012. 405 p.
2. Gryadov S. I. et al.; Tushkanov M. P., Shakirov F. K. (eds). *Organizatsiya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva* [Organization of agricultural production]. Moscow, Infra-M Publ., 2014. 292 p.
3. Kur'yakov I. A., Meteleev S. E. *Osnovy ekonomiki, organizatsii i upravleniya sel'skokhozyaistvennym proizvodstvom* [Foundations of economics, organization and management of agricultural production]. Omsk, Vasil'ev V. V. Publ., 2008. 501 p.

4. Lachuga Yu. F. et al. *Strategiya mashinno-tekhnologicheskoi modernizatsii sel'skogo khozyaistva Rossii na period do 2020 goda* [A strategy for the machinery and and technological modernization of agriculture in Russia up to 2020]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2009. 80 p.

5. Gorodovskaya Zh. I., Ivan'o Ya. M., Petrova S. A. Models for optimizing agricultural sectors in view of the labor cost variability. *Klimat, ekologiya, sel'skoe khozyaistvo Evrazii. Materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 80-letiyu obrazovaniya IrGSKhA, 27–29 maya 2014 g.* [Climate, Ecology, Agriculture of Euroasia. Materials of the 3<sup>rd</sup> International Research Conference dedicated to the 80<sup>th</sup> anniversary of founding the Irkutsk State Agricultural Academy, May 27–29, 2014]. Irkutsk State Academy of Agriculture Publ., 2014, pr. 2, pp. 23–30. (In Russian).

6. Barsukova M. N., Ivan'o Ya. M. *Optimizatsionnye modeli planirovaniya proizvodstva stabil'nykh sel'skokhozyaistvennykh predpriyatii* [Optimization models for the production planning of sustainable agricultural enterprises]. Irkutsk State Academy of Agriculture Publ., 2011. 160 p.

7. Gorodovskaya Zh. I., Ivan'o Ya. M. Modeling different category rural population variability for the case of the Irkutsk Region. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of Irkutsk State Technical University*, 2015, no. 2 (97), pp. 12–16. (In Russian).

8. Barsukova M. N., Ivan'o Ya. M. Models with determined and uncertain parameters as applied to optimizing agricultural processes. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa — Lesnoi vestnik = Moscow State Forest University Bulletin — Lesnoi Vestnik*, 2007, no. 6, pp. 156–161. (In Russian).

9. Asalkhanov P. G., Ivan'o Ya. M., Polkovskaya M. N. Evaluating and predicting agrotechnical parameters for modeling the regional crop production. *Vestnik Irkutskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of Irkutsk State Academy of Agriculture*, 2013, vol. 3, no. 57, pp. 116–125. (In Russian).

10. Astaf'eva M. N., Ivan'o Ya. M. Placement optimization models with probability parameters for agricultural and fruit and vegetable growing under uncertainty. *Vestnik Irkutskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of Irkutsk State Academy of Agriculture*, 2012, no. 48, pp. 12–20. (In Russian).

11. Astaf'eva M. N., Ivan'o Ya. M. Variation evaluation of long-term crop bioproductivity time series in optimization problems of crops placement. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of Irkutsk State Technical University*, 2013, no. 2 (73), pp. 16–21. (In Russian).

#### Информация об авторах

*Вараница-Городовская Жанна Игоревна* — аспирант, кафедра информатики и математического моделирования, Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, e-mail: zhanna\_gorodovsk@mail.ru.

*Иваньо Ярослав Михайлович* — доктор технических наук, профессор, кафедра информатики и математического моделирования, Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, e-mail: iymex@rambler.ru.

#### Библиографическое описание статьи

Вараница-Городовская Ж. И. Моделирование изменчивости затрат труда на сельскохозяйственных предприятиях различного уровня агрегирования на примере Иркутской области / Ж. И. Вараница-Городовская, Я. М. Иваньо // Известия Байкальского государственного университета. — 2016. — Т. 26, № 5. — С. 834–839. — DOI: 10.17150/2500-2759.2016.26(5).834-839.

#### Authors

*Zhanna I. Varanitsa-Gorodovskaya* — PhD Student, Department of Informatics and Mathematical Modeling, Ezhevskiy Irkutsk State Agrarian University, Molodezhnyi Settlement, 664038, Irkutsk region, Russian Federation, email: zhanna\_gorodovsk@mail.ru.

*Yaroslav M. Ivan'o* — Doctor habil. (Technical Sciences), Professor, Department of Informatics and Mathematical Modeling, Ezhevskiy Irkutsk State Agrarian University, Molodezhnyi Settlement, 664038, Irkutsk region, Russian Federation, email: iymex@rambler.ru.

#### Reference to article

Varanitsa-Gorodovskaya Zh. I., Ivan'o Ya. M. Modeling of the variance of labor cost in agricultural enterprises of varying size (case study: Irkutsk Region). *Izvestiya Baykal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2016, vol. 26, no. 5, pp. 834–839. DOI: 10.17150/2500-2759.2016.26(5).834-839. (In Russian).