

УДК 004.94: 633/.636

**ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО
КОМПЛЕКСА «МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРУДОЗАТРАТ ДЛЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»**

Вараница-Городовская Жанна Игоревна

Аспирант кафедры информатики и математического моделирования,

e-mail: zhanna_gorodovsk@mail.ru

Иваньо Ярослав Михайлович

Д.т.н., профессор, проректор по научной работе, e-mail: iymex@rambler.ru

Асалханов Петр Георгиевич

К.т.н., доцент кафедры информатики и математического моделирования,

e-mail: asalkhanov@mail.ru

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»,
664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный

Аннотация. В статье описан разработанный программный комплекс, позволяющий минимизировать трудозатраты для производства сельскохозяйственной продукции на предприятии, принадлежащем одной из групп: микро, малые, средние и крупные. Основой программного комплекса является база данных, созданная на основе информации годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий различного уровня за многолетний период. Математическое обеспечение программного комплекса позволяет группировать сельскохозяйственные предприятия по количеству работников, численность которых может варьировать в течение многолетнего периода, а используемые методы теории вероятностей и математической статистики – оценивать статистические свойства в изменчивости каждой группы хозяйств и конкретных предприятий. Выделение закономерностей в изменчивости производственно-экономических характеристик определяет вид экстремальной задачи для моделирования затрат труда на производство растениеводческой и животноводческой продукции. Для оптимизации трудозатрат предложены модели линейного и параметрического программирования, оптимизационные задачи с интервальными и случайными оценками, а также варианты с детерминированными и неопределенными характеристиками. Они позволяют определить направления повышения эффективности использования трудозатрат на производство основных видов продукции. Предложенные модели с использованием базы данных реализованы для предприятий Иркутской области.

Ключевые слова: программный комплекс, информация, математическое обеспечение, трудозатраты, сельскохозяйственное предприятие.

Цитирование: Вараница-Городовская Ж.И., Иваньо Я.М., Асалханов П.Г. Информационное и математическое обеспечение программного комплекса «Моделирование трудозатрат для сельскохозяйственных предприятий» // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2018. № 3 (11). С. 156–164. DOI:10.25729/2413-0133-2018-3-17

Введение. Планирование эффективного ведения сельскохозяйственной деятельности предприятием напрямую зависит от максимально возможного снижения затрат труда на производство различных видов продукции. В большинстве предприятий трудозатраты рассчитываются вручную с использованием норм затрат труда на выполнение операций [1, 3, 13 и др.]. При наличии в хозяйстве современной техники часть трудозатрат на производство продукции может быть определена с помощью датчиков. В частности, это касается обработки почвы, уборки урожая, транспортных расходов и др. [4, 9, 12 и др.].

Трудозатраты в аграрном производстве характеризуются высокой долей в их общем количестве затрат труда на выполнение транспортных и погрузочно-разгрузочных работ. Их величина составляет до 35 % в растениеводстве и около 17 % в животноводстве.

Для моделирования и прогнозирования трудозатрат, а также эффективного планирования деятельности предприятий разработан программный комплекс «Моделирование трудозатрат для сельскохозяйственных предприятий», который позволяет решать задачи минимизации трудозатрат на получение сельскохозяйственной продукции с учетом особенностей изменчивости производственно-экономических параметров предприятий, принадлежащих одной из групп: микро, малые, средние и крупные [5, 6, 7 и др.].

Целью исследования является разработка информационного и математического обеспечения для программного комплекса оптимизации трудозатрат.

Задачи исследования включают в себя: 1) создание модели данных для программного комплекса оптимизации трудозатрат;

2) разработку алгоритмов статистической оценки данных по трудозатратам и их реализацию для определения закономерностей в изменчивости рядов трудозатрат по группам хозяйств;

3) создание математического обеспечения программного комплекса на основе разработанных алгоритмов оценки трудозатрат.

Методы и материалы исследования. Для разработки информационного обеспечения использованы данные отчетов сельскохозяйственных предприятий различных групп по количеству работников за 2006-2016 гг. в Иркутской области. Собраны многолетние сведения по производственно-экономическим параметрам и трудозатратам на производство сельскохозяйственной продукции [6].

В работе использованы методы статистической обработки данных (сведений) и математического программирования в условиях неопределенности. При статистической обработке определялись группы предприятий на основе численности персонала [5].

Динамика тенденций трудозатрат на производство основных видов сельскохозяйственной продукции по выделенным группам и отдельным хозяйствам определяется с помощью выявления линейных и нелинейных трендов и автокорреляционных связей [5, 7].

Для описания производственно-экономических параметров, являющихся случайными, использован закон распределения вероятностей Пирсона III типа. При построении трендов использована экспоненциальная зависимость с верхней оценкой и параболическая функция с экстремальными оценками.

При наличии автокорреляционных связей и трендов могут использоваться модели с учетом времени и предшествующих значений.

Результатом статистической обработки данных является определение закономерностей в изменчивости рядов трудозатрат по группам хозяйств, а также оценка статистических свойств, характеризующих производственно-экономические параметры, к которым относятся урожайность, валовый сбор, трудовые ресурсы, земельные ресурсы, материальное обеспечение сотрудников, объемы производства продукции, стоимость продукции и другие.

Результаты работы и обсуждение. На рисунке 1 показана структура разработанного программного комплекса.

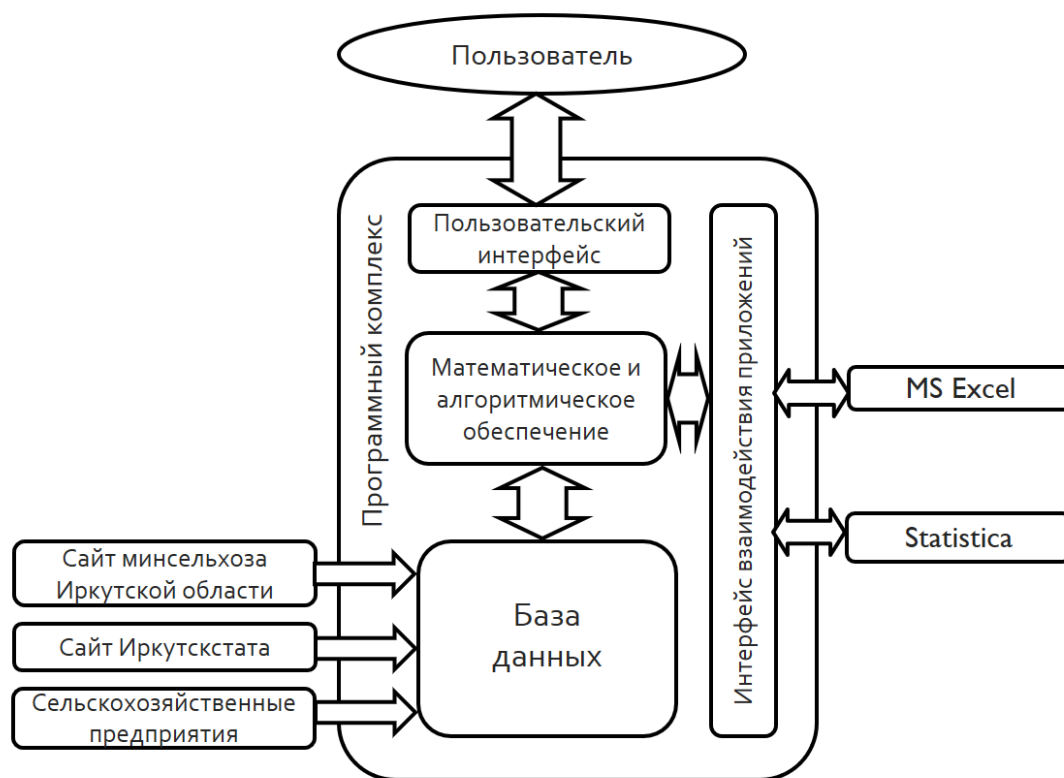


Рис. 1. Схема программного комплекса «Моделирование трудозатрат для сельскохозяйственных предприятий»

Первая версия программного комплекса создана в 2018 году коллективом авторов: Ж.И. Вараница-Городовская, Я.М. Иваньо, Е.Н. Иванова и А.О. Одинокова.

Основными компонентами программного комплекса являются: математическое и алгоритмическое обеспечение, база данных, пользовательский интерфейс и программное обеспечение.

Основой программного комплекса является база данных, созданная на основе годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий различного уровня за многолетний период. База данных содержит сведения о предприятии - размеры, численность персонала, виды производимой продукции и другие. При этом учитываются факторы, влияющие на изменчивость трудозатрат.

Модель данных программного комплекса состоит из 11 сущностей (рис. 2). К основным сущностям относятся: «Хозяйство», «Поле», «Ферма».

В базу данных включены следующие характеристики: численность работников предприятия, земельные площади, поголовье сельскохозяйственных животных, валовое производство, затраты труда и другие.

Сущности базы данных можно разделить на три группы:

- 1) сведения, относящиеся к предприятию: «Хозяйство», «Ферма», «Поле»;
- 2) данные о производстве растениеводческой продукции: «Вид культуры», «Культура», «Возделывание культур», «Технологическая карта растениеводства»;
- 3) данные о производстве животноводческой продукции: «Вид животноводческой продукции», «Вид животных», «Выращивание животных», «Технологическая карта животноводства».

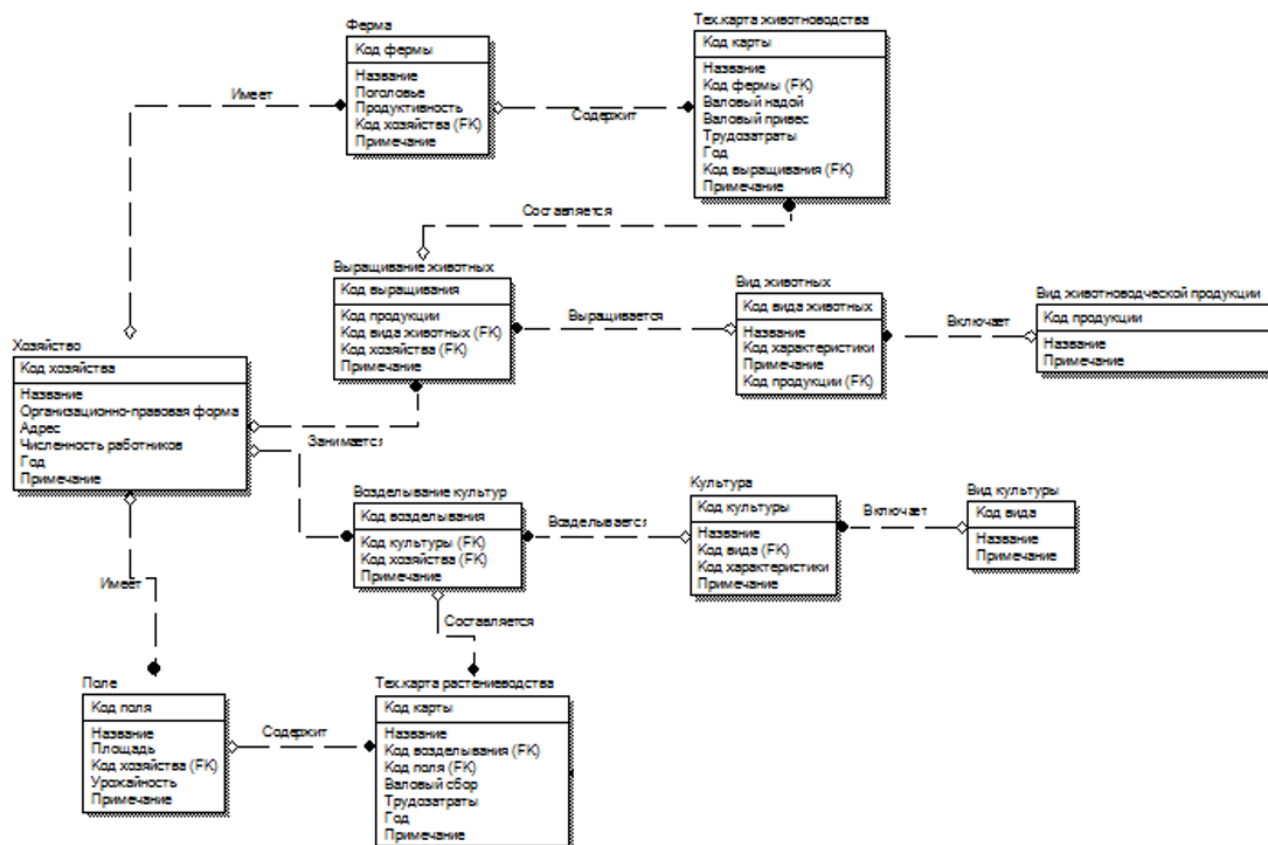


Рис. 2. Логический уровень модели данных программного комплекса «Моделирование трудозатрат для сельскохозяйственных предприятий»

Первая группа данных включает в себя общие сведения о предприятии (название, организационную форму, адрес, численность работников и др.), данные о сельскохозяйственных полях (площадь, средняя урожайность и др.) и животноводческих фермах (поголовье, средняя продуктивность и др.).

Ко второй группе относятся данные о возделываемых сельскохозяйственных культурах, распределении их по полям предприятия, а также производственных результатах: урожайность, валовый сбор, материальные и трудовые затраты.

В третью группу входят сведения о результатах производства животноводческой продукции: виды продукции, распределение сельскохозяйственных животных по фермам предприятия, валовый надой молока, валовый привес мяса, трудовые и материальные затраты и другие.

База данных реализована с использованием СУБД Microsoft SQL Server 2005 Express Edition.

Математическое обеспечение программного комплекса включает в себя модуль группировки сельскохозяйственных предприятий по количеству работников, численность которых может варьировать в течение многолетнего периода. Используемые методы теории вероятностей и математической статистики позволяют оценивать статистические свойства изменчивости производственно-экономических характеристик каждой группы хозяйств и конкретных предприятий (рис. 3). Выделенные закономерности в изменчивости производственно-экономических характеристик способствуют определению вида экстремальной задачи для моделирования затрат труда на производство растениеводческой и животноводческой продукции.

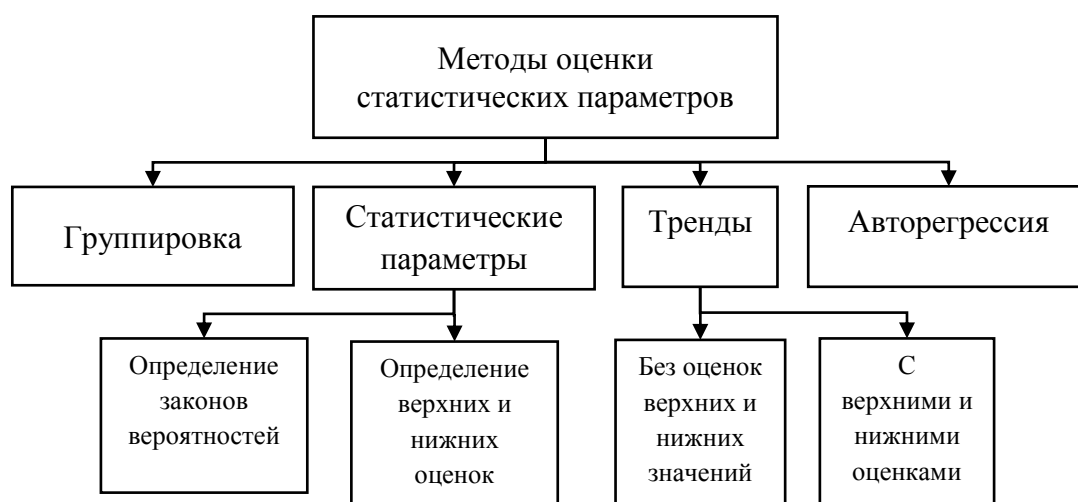


Рис. 3. Методы оценки статистических параметров, реализованные в программном комплексе «Моделирование трудозатрат для сельскохозяйственных предприятий»

Математическое обеспечение программного комплекса позволяет также оптимизировать трудозатраты на основе использования различных задач математического программирования с неопределенными параметрами. Для оптимизации трудозатрат предложены модели линейного и параметрического программирования, оптимизационные задачи с интервальными и случайными оценками, а также варианты задачи параметрического программирования с неопределенными характеристиками (рис. 4) [8, 11 и др.].

Алгоритм работы программного комплекса состоит из следующих операций.

1. Исходная информация по предприятиям АПК региона вносится в базу данных вручную либо автоматически с сайта Министерства сельского хозяйства Иркутской области.
2. На основе исходной информации происходит разделение хозяйств по четырем группам в зависимости от численности работников (микропредприятия, малые, средние и крупные предприятия).
3. По трудозатратам на производство основных видов продукции осуществляется сортировка (ранжирование) предприятий в каждой группе, оцениваются средние трудозатраты в группах, определяются лучшие и худшие варианты динамики трудозатрат, выделяются тренды изменчивости параметров с учетом верхних и нижних оценок.



Рис. 4. Классификация задач математического программирования, реализованных в программном комплексе «Моделирование трудовых затрат для сельскохозяйственных предприятий»

4. Определяются статистические свойства производственных параметров предприятий и групп предприятий.

5. Производится оценка ситуации, связанной с максимальными рисками сельскохозяйственного предприятия по производству продукции, вызванными климатическими событиями.

6. На основе выявленных статистических свойств многолетних рядов трудовых затрат на производство основных видов продукции и производственно-экономических параметров определяются соответствующие модели оптимизации использования трудовых ресурсов для групп и отдельных хозяйств (параметрические, с интервальными параметрами и др.).

7. Согласно выбранным моделям решается задача минимизации трудовых затрат на производство сельскохозяйственной продукции с выделением адекватных оптимальных планов для эффективного управления предприятием, в том числе в неблагоприятных климатических условиях.

Особенностью данного программного комплекса является возможность моделирования трудовых затрат на производство растениеводческой и животноводческой продукции, потенциала повышения эффективности управленческих решений. Основными пользователями программного комплекса могут быть экономисты и руководители предприятий.

Программный комплекс апробирован для предприятий Иркутской области.

Выводы. 1. Спроектирован программный комплекс моделирования трудовых затрат для региональной оценки изменчивости трудовых затрат различных групп сельскохозяйственных предприятий и оптимизации этого параметра применительно к конкретному хозяйству.

2. Создана модель данных для программного комплекса оптимизации трудовых затрат.

3. Разработаны алгоритмы статистической оценки данных по трудовым затратам и для определения закономерностей в изменчивости их рядов по группам хозяйств, а также получения оптимальных планов для конкретных сельскохозяйственных предприятий в условиях неопределенности.

4. Создано математическое обеспечение программного комплекса «Моделирование трудозатрат для сельскохозяйственных предприятий» для оптимизации трудозатрат на производство сельскохозяйственной продукции с учетом влияния внешних факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ производительности труда Режим доступа:http://biz-books.biz/buhgalterskiy-uchet_biznesa/analiz-proizvoditelnosti-truda.html.
2. Асалханов П.Г. База данных для информационной системы планирования производства растениеводческой продукции // Труды XVI Байкальской Всероссийской конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении». Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2011. Часть II. С. 78–83.
3. Браславец М.Е. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства. М.: Экономика. 1971. 354 с.
4. Ван Диен Хуа, Гаврикова Н.Ю., Носкова Н.С. Математическое моделирование рынка продовольствия России // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11-2. С. 201–203.
5. Вараница-Городовская Ж.И. Тенденции многолетней изменчивости затрат труда на сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области // Научно-практический журнал «Актуальные вопросы аграрной науки». Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ. 2015. Вып. 16. С. 64–69.
6. Вараница-Городовская Ж.И., Иваньо Я.М. Моделирование изменчивости затрат труда на сельскохозяйственных предприятиях различного уровня агрегирования на примере Иркутской области // Известия Байкальского государственного университета. 2016. Т. 26. № 5. С. 834–839.
7. Вараница-Городовская Ж.И., Иваньо Я.М. Модели оптимизации затрат труда на производство аграрной продукции с учетом нелинейных функций с экстремальными оценками // Вестник БГУ. Математика, информатика. Улан-Удэ. 2017. Выпуск 3. С. 21–31.
8. Иваньо Я.М., Петрова С.А. Оптимизационные модели аграрного производства в решении задач оценки природных и техногенных рисков. Иркутск: Изд-во Иркутского ГАУ. 2015. 180 с.
9. Коршунова Л.Н. Оптимизационная модель использования потенциала сезонной рабочей силы растениеводческих хозяйств // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2010. Т. 8. № 2. Ч. 2. С. 109–118.
10. Кравченко Р.Г. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. М.: Колос. 1978. 465 с.
11. Асалханов П.Г., Иваньо Я.М., Барсукова М.Н., Астафьева М.Н. Решение задач управления аграрным производством в условиях неполной информации. Монография. Иркутск: Изд-во ИрГСХА. 2012. 200 с.
12. Солодовникова А.М. Оптимизация рационов кормления в мясном скотоводстве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. Вып. 2. С. 220–223.

13. Тунеев М.М., Сухоруков В.Ф. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика. 1986. 144 с.
-

UDK 004.94: 633/.636

**INFORMATION AND MATHEMATICAL SUPPORT OF THE SOFTWARE COMPLEX
"SIMULATION OF LABOR COSTS FOR AGRICULTURAL ENTERPRISES"**

Zhanna I. Varanica-Gorodovskaja

Post-graduate student of the Department of Informatics and Mathematical Modeling,

e-mail: zhanna_gorodovsk@mail.ru

Yaroslav M. Ivan'o

Doctor of Technical Sciences, Professor, Pro-rector for Scientific Work, e-mail: iymex@rambler.ru

Petr G. Asalkhanov

Ph.D., Associate Professor of the Department of Informatics and Mathematical Modeling,

e-mail: asalkhanov@mail.ru

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny Irkutsk district, Irkutsk region, 664038, Russian Federation

Abstract. The paper describes a developed software package that allows to minimize labor costs for the production of agricultural products in an enterprise belonging to one of the groups: micro, small, medium and large. The basis of the software package is a database created on the basis of information from annual reports of agricultural enterprises of various levels over a long period of time. The data model consists of 11 entities. Mathematical software of the software complex allows to group agricultural enterprises by the number of employees whose number can vary over a period of many years, and the methods of probability theory and mathematical statistics used to evaluate statistical properties in the variability of each group of farms and specific enterprises. The identification of regularities in the variability of production and economic characteristics determines the type of the extreme task for modeling labor inputs for the production of crop and livestock products. To optimize labor costs, linear and parametric programming models are proposed, optimization problems with interval and random estimates, as well as variants with deterministic and uncertain characteristics. They allow us to determine the direction of increasing the efficiency of using labor for the production of the main types of products. The proposed models using the database are implemented for the enterprises of the Irkutsk region.

Keywords: software complex, information, software, labor, agricultural enterprise.

References

1. Analiz proizvoditel'nosti truda [Analysis of labor productivity]. Available at: http://biz-books.biz/buhgalterskiy-uchet_biznesa/analiz-proizvoditelnosti-truda.html. (in Russian)
2. Asalkhanov P.G. Baza dannyh dlja informacionnoj sistemy planirovaniya proizvodstva rastenievodcheskoj produkcii [Database for the information system for crop production planning] // Trudy XVI Bajkal'skoj Vserossijskoj konferencii «Informacionnye i matematicheskie tehnologii v nauke i upravlenii» = Proceedings of the XVI Baikal All-Russian Conference "Information and Mathematical Technologies in Science and Management". 2011. Vol. II. Pp. 78–83. (in Russian)

3. Braslavец М.Е. Jekonomiko-matematicheskie metody v organizacii i planirovanii sel'skohozhajstvennogo proizvodstva [Economic and mathematical methods in the organization and planning of agricultural production]. Moscow. 1971. 354 p. (in Russian)
4. Van Dien Hua, Gavrikova N.Yu., Noskova N.S. Matematicheskoe modelirovanie rynka prodovol'stvija Rossii [Mathematical modeling of the food market in Russia] // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij = International Journal of Applied and Fundamental Research. 2014. № 11-2. Pp. 201–203. (in Russian)
5. Varanica-Gorodovskaja Zh.I. Tendencii mnogoletnej izmenchivosti zatrat truda na sel'skohozhajstvennyh predpriyatijah Irkutskoj oblasti. [Tendencies of long-term variability of labor costs in agricultural enterprises of the Irkutsk region] // Nauchno-prakticheskij zhurnal "Aktual'nye voprosy agrarnoj nauki" = Scientific and practical journal "Actual questions of agrarian science". 2015. vol. 16. Pp. 64–69. (in Russian)
6. Varanica-Gorodovskaja Zh.I., Ivanyo Ya.M. Modelirovanie izmenchivosti zatrat truda na sel'skohozhajstvennyh predpriyatijah razlichnogo urovnja agregirovanija na primere Irkutskoj oblasti [Modeling the variability of labor costs in agricultural enterprises of different levels of aggregation by the example of the Irkutsk region] // Izvestija Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Izvestiya of the Baikal State University. 2016. Vol. 26. no. 5. Pp. 834–839. (in Russian)
7. Varanica-Gorodovskaja Zh.I., Ivanyo Ya.M. Modeli optimizacii zatrat truda na proizvodstvo agrarnoj produkcii s uchetom nelinejnyh funkcij s jekstremal'nymi ocenkami [Models of optimization of labor costs for the production of agrarian products with allowance for nonlinear functions with extreme estimates] // Vestnik BGU. Matematika, informatika = Bulletin of the Belarusian State University. Mathematics, computer science. 2017. vol. 3. Pp. 21–31. (in Russian)
8. Ivanyo Ya.M., Petrova S.A. Optimizacionnye modeli agrarnogo proizvodstva v reshenii zadach ocenki prirodnyh i tehnogennyh riskov [Optimization models of agricultural production in solving problems of assessment of natural and man-made risks]. Irkutsk. 2015. 180 p. (in Russian)
9. Korshunova L.N. Optimizacionnaja model' ispol'zovanija potenciala sezonnoj rabochej sily rastenievodcheskih hozhajstv [Optimization model of using the potential of seasonal labor of plant-growing farms] // Jekonomicheskij vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta = The Economic Herald of Rostov State University. 2010. vol. 8. no. 2. ch. 2. Pp. 109–118. (in Russian)
10. Kravchenko R.G. Matematicheskoe modelirovanie jekonomicheskikh processov v sel'skom hozhajstve [Mathematical modeling of economic processes in agriculture]. Moscow. 1978. 465 p. (in Russian)
11. Asalhanov PG, Ivanyo Ya.M., Barsukova MN, Astafyeva M.N. Reshenie zadach upravlenija agrarnym proizvodstvom v uslovijah nepolnoj informacii. Monografija [The decision of problems of management of agrarian production in the conditions of the incomplete information. Monograph]. Irkutsk. Publishing House of IrSUA. 2012. 200 p. (in Russian)
12. Solodovnikova A.M. Optimizacija racionov kormlenija v mjasnom skotovodstve [Optimization of the diets of feeding in meat cattle breeding] // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2014. vol. 2. Pp. 220–223. (in Russian)
13. Tuneev M.M., Sukhorukov V.F. Jekonomiko-matematicheskie metody v organizacii i planirovanii sel'skohozhajstvennogo proizvodstva [Economic and mathematical methods in the organization and planning of agricultural production]. Moscow, 1986. 144 p. (in Russian)