

УДК 631.86:631.15

Л. С. Качанова

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Москва, Российская Федерация

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МНОГОПРОДУКТОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ С УПРАВЛЕНИЕМ РАЗМЕЩЕНИЕМ ПУНКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ

Предложен алгоритм совершенствования инфраструктуры производства концентрированных органических удобрений и снабжения ими на основе процессов интеграции сельскохозяйственных организаций. В качестве показателей эффективности размещения производства рассмотрены себестоимость произведенного органического удобрения; затраты на транспортировку исходного сырья (навоза) и (или) готового продукта (органического удобрения); рентабельность возделывания сельскохозяйственных культур при использовании произведенных органических удобрений; уровень органообеспеченности сельскохозяйственных площадей органическими удобрениями. Обоснованы основные принципы размещения производства высококачественных органических удобрений, разработана иерархическая система многопродуктовых моделей оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением площадок переработки сырья. Предложены три модификации экономико-математических моделей оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением площадок переработки сырья. Разработаны основные методологические принципы применения системы многопродуктовых моделей оптимизации перевозок органических удобрений и подходы к нему с управлением размещением площадок переработки сырья. Для каждого уровня иерархии представлена исходная информация, а также результаты реализации данного уровня, указаны исходные данные для формирования экономико-математических моделей в разрезе предприятий. На основе разработки и применения иерархической системы многопродуктовых моделей оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением площадок переработки сырья предложен комплекс рекомендаций по совершенствованию организации процесса переработки навоза для получения высококачественных органических удобрений с целью повышения уровня органообеспеченности сельскохозяйственных площадей и в конечном итоге – увеличения рентабельности растениеводства.

Ключевые слова: навоз, концентрированное органическое удобрение, методология, иерархическая система, экономико-математическая модель, система многопродуктовых моделей, уровень органообеспеченности, рентабельность производства.

L. S. Kachanova

Russian State Agricultural University named after K. A. Timiryazev, Moscow,
Russian Federation

METHODOLOGY FOR DEVELOPING A HIERARCHICAL SYSTEM OF MULTI-PRODUCT MODELS FOR OPTIMIZING THE TRAFFIC OF ORGANIC FERTILIZERS BY MANAGING THE LOCATIONS FOR RAW MATERIALS PROCESSING

An algorithm for improving the infrastructure for producing concentrated organic fertilizer, as well as for supplying on the basis of integration between agricultural farms was

proposed. Such indices of the efficiency for production location were considered as net cost of the produced organic fertilizer, costs for transportation of raw material (manure) and (or) final product (organic fertilizer), profitability of crop growing using produced organic fertilizers, level of organic security of agricultural areas by organic fertilizers. The main principles for locating the production of high-quality organic fertilizers were substantiated, and hierarchical system of multi-product models for optimizing the traffic of organic fertilizers by managing the locations for processing the raw materials were developed. To optimize the traffic of organic fertilizers three modifications of economical-math models were proposed. The main methodology principles for using multi-product models for optimizing the traffic of organic fertilizers and the approaches for managing the locations for raw materials processing were developed. For each level of hierarchy the background information were presented, as well as the results of realization of the given level. The background information for forming economical-math models in the context of enterprise was shown. On the base of development and implement of hierarchical system of multi-product models for optimizing the traffic of organic fertilizers by managing the locations for raw materials processing, the complex of recommendations for improving the process of manure processing to produce high-quality organic fertilizer in order to increase the level of organic security of agricultural areas and profitability of crop production was proposed.

Keywords: manure, concentrated organic fertilizer, methodology, hierarchical system, economic-math model, system of multi-product models, level of organic security, profitability.

В условиях кризисных явлений в АПК актуализировалось рациональное использование природных, производственных, финансовых, трудовых, сырьевых и других ресурсов сельскохозяйственных организаций. Данный аспект обуславливает необходимость проведения научных исследований и разработки конкретных предложений по формированию стратегии технологического развития сельскохозяйственных организаций и регионов.

В основе стратегии технологического развития следует определить перспективные подходы:

- разработку и применение ресурсосберегающих технологий [1];
- использование принципов органического сельского хозяйства [2, 3];
- применение инновационных технологий: точного земледелия, ГИС-технологий и других – с целью выравнивания почвенного плодородия [4, 5].

Перечисленные направления технологического развития сельскохозяйственного производства подразумевают рассмотрение целостного процесса организации и развития отраслевой технологической системы в рамках единого территориального пространства.

Для увеличения рентабельности подотрасли растениеводства Ростов-

ской области в рамках повышения и (или) выравнивания почвенного плодородия предлагается совершенствование инфраструктуры бесперебойного обеспечения сельскохозяйственных организаций удобрениями на основе интеграционных процессов [6, 7].

Ранее было установлено, что экономически целесообразно из навоза производить концентрированные органические удобрения (КОУ) [8, 9].

Для реализации поставленной цели разработан алгоритм совершенствования инфраструктуры производства органических удобрений и снабжения ими сельскохозяйственных организаций (рисунок 1).

Основные принципы размещения производства высококачественных органических удобрений:

- приближение производства к источникам сырья и районам потребления;
- размещение производства в тех районах, где затраты на производство и транспортировку наименьшие;
- непрерывность производственного процесса и тенденции к развитию, расширению производства;
- улучшение экологической обстановки в регионе базирования производственных мощностей;
- учет конъюнктуры рынка органических и минеральных удобрений;
- наиболее полное использование производственного потенциала АПК.

Важнейшей задачей, связанной с совершенствованием инфраструктуры производства КОУ и снабжения ими на основе процессов интеграции сельскохозяйственных организаций, является выбор рационального размещения технологических площадок по переработке исходного сырья (навоза) с оптимизацией грузоперевозок. Для решения поставленной задачи разработана иерархическая система многопродуктовых моделей оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением площадок переработки сырья [10].

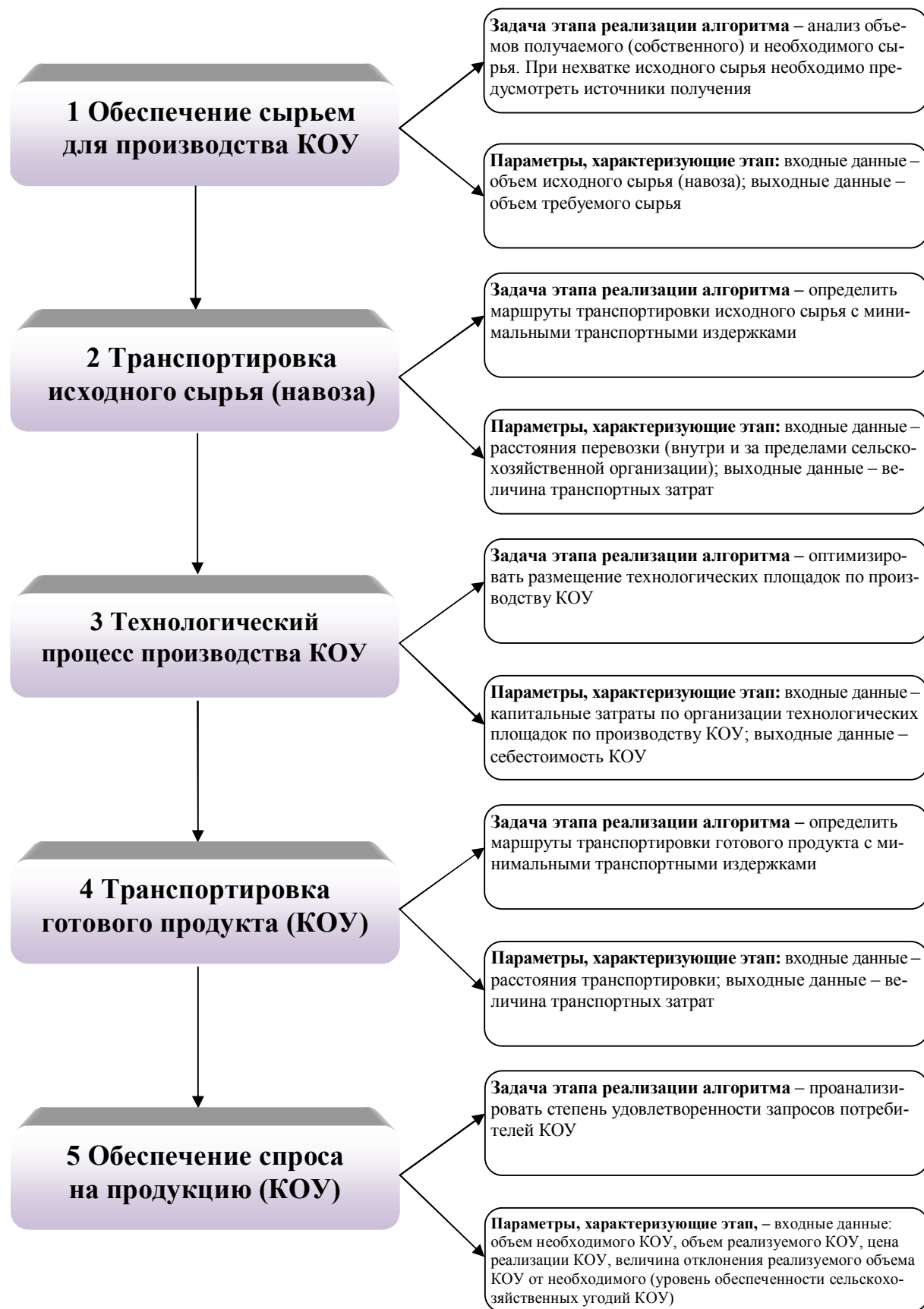


Рисунок 1 – Алгоритм совершенствования инфраструктуры производства и снабжения КОУ на основе интеграционных процессов в сельскохозяйственных организациях

В качестве показателей эффективности размещения производства рассматриваются себестоимость произведенного органического удобрения; затраты на транспортировку исходного сырья (навоза) и (или) готового продукта (органического удобрения); рентабельность возделывания сельхозкультур при использовании произведенных органических удобрений; уровень органообеспеченности сельскохозяйственных площадей.

В рамках совершенствования инфраструктуры производства и снабжения КОУ разработана экономико-математическая модель транспортного типа (рисунок 2).

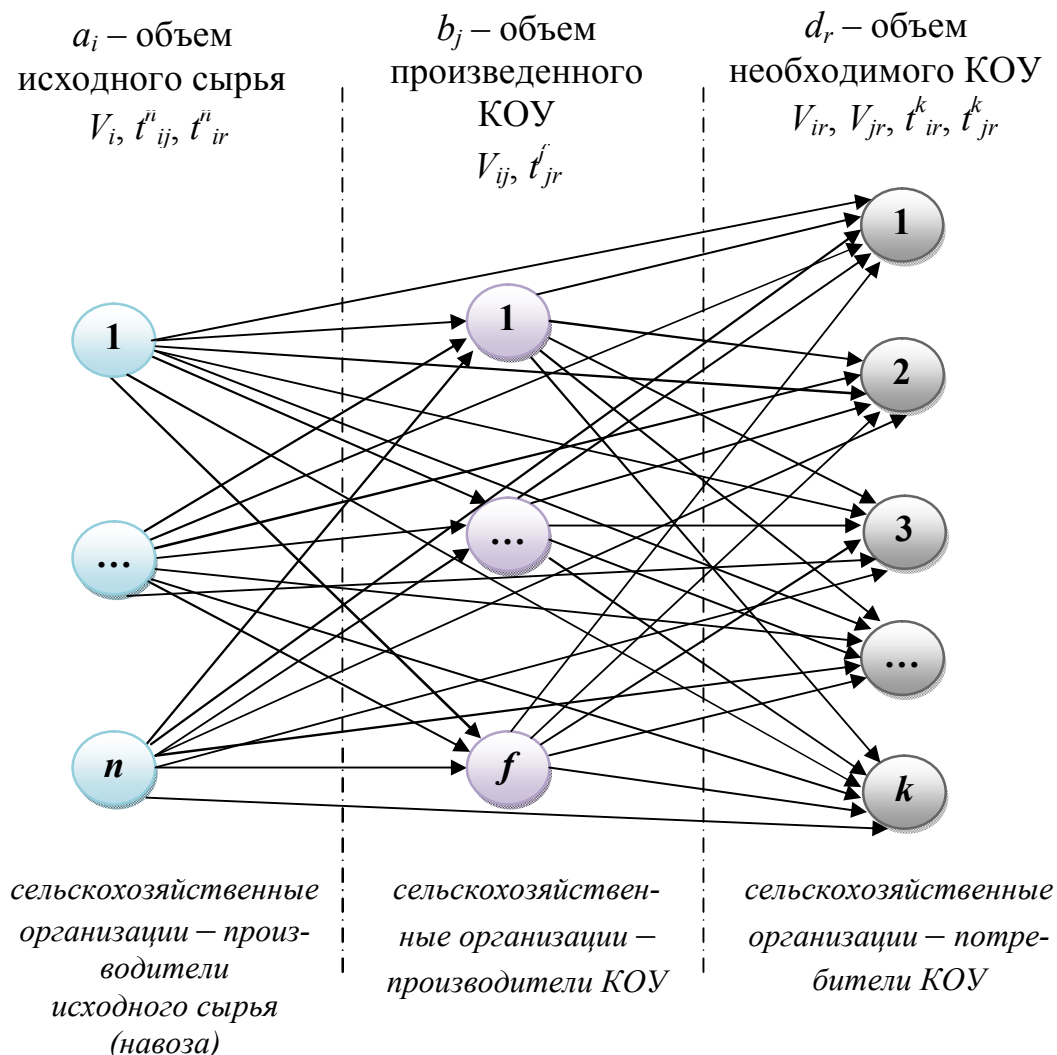
При разработке экономико-математической модели оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением площадок переработки сырья использовались следующие подходы:

- в первой модификации модели в качестве центров базирования площадок переработки органики (ППО) указаны сельскохозяйственные организации – производители исходного сырья, т. е. переработка навоза осуществляется в местах его получения. Роль ППО в данном описании модели выполняют сельскохозяйственные организации животноводческой либо смешанной специализации;

- во второй модификации модели в качестве центров базирования площадок переработки органики указаны сельскохозяйственные организации – потребители органического удобрения, т. е. переработка навоза осуществляется в местах его использования. Роль ППО в данном описании модели выполняют сельскохозяйственные организации растениеводческой либо смешанной специализации;

- в третьей модификации модели рассматривается переработка навоза частично в сельскохозяйственных организациях – производителях исходного сырья (навоза) и частично – в сельскохозяйственных организациях – потребителях готового продукта (органического удобрения). Роль ППО

в данном описании модели выполняют сельскохозяйственные организации растениеводческой, животноводческой либо смешанной специализации.



V_i – объем поставляемого сырья: V_{ij}, V_{ir}, V_{jr} – объем перевозок соответственно между организациями – поставщиками сырья и производителями КОУ, поставщиками сырья и потребителями КОУ, производителями и потребителями КОУ; t_{ij}^n, t_{ir}^n – затраты на перевозки исходного сырья соответственно между организациями – производителями исходного сырья и организациями – производителями и потребителями КОУ; t_{jr}^f – затраты на перевозки готового продукта между организациями – производителями и потребителями КОУ; t_{ir}^k, t_{jr}^k – затраты на перевозки исходного сырья соответственно между организациями – производителями исходного сырья и потребителями КОУ, а также организациями – производителями и потребителями КОУ

Рисунок 2 – Транспортная модель оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением площадок переработки сырья

Таким образом формируется система многопродуктовых моделей с иерархией по территориально-зональному принципу. В общей совокуп-

ности в иерархической системе многопродуктовых моделей (ИСММ) определены четыре уровня.

Для применения системы многопродуктовых моделей оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением площадок переработки сырья разработаны следующие методологические принципы и подходы:

- сегментирование и реализация системы моделей первого уровня иерархии (уровня сельскохозяйственной организации).

Сегментирование сельскохозяйственных организаций проводится на основе кластерного анализа для формирования однородных групп – кластеров по ряду факторов. Для формирования сельскохозяйственных организаций в кластеры выбраны следующие факторы:

- а) вид и количество сельскохозяйственных животных в организации;
- б) вид и объемы получаемого навоза;
- в) наличие посевных площадей в сельскохозяйственной организации;
- г) наличие площади под парами;
- д) количество сельскохозяйственной техники;
- е) численность персонала;
- ж) затраты сельскохозяйственной организации на использование минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур;
- и) затраты сельскохозяйственной организации на применение органических удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур;
- к) удаленность сельскохозяйственной организации от административного центра поселения.

В ходе кластеризации выделяются группы однотипных сельскохозяйственных предприятий с привязкой к территории базирования.

В разрезе каждого кластера по данным сельскохозяйственных организаций формируются экономико-математические модели трех модификаций, представленных выше.

В качестве исходных данных для формирования экономико-математических моделей используется следующая информация в разрезе предприятий:

а) для сельскохозяйственных организаций животноводческой специализации, которые являются поставщиками исходного сырья (навоза), определяющими данными являются вид и количество производимого навоза;

б) для сельскохозяйственных организаций растениеводческой специализации, которые в представленной системе моделей выступают как потребители готового продукта (органического удобрения), определяющей является информация о виде и количестве необходимого органического удобрения, устанавливаемых исходя из сельскохозяйственных площадей и доз внесения;

в) для сельскохозяйственных организаций смешанной специализации, которые являются и поставщиками исходного сырья (навоза), и потребителями готового продукта (органического удобрения), исходными данными является информация о виде и количестве производимого навоза и требуемого органического удобрения.

Результаты решения экономико-математической модели 1-го уровня – уровня в рамках кластера:

а) установлены межхозяйственные связи с оптимизацией грузоперевозок исходного сырья и готового продукта, определены минимальные приведенные затраты на грузоперевозки, а также затраты на переработку каждого вида сырья в органические удобрения нескольких типов;

б) в кластере при реализации каждой модификации системы экономико-математических моделей определены сельскохозяйственные организации – центры базирования технологических площадок по переработке навоза;

- реализация системы моделей второго уровня иерархии (кластерного уровня).

Разрабатываются и решаются модели второго, кластерного уровня иерархии с использованием результатов решения системы экономико-математических моделей первого уровня:

а) информация о сельскохозяйственной организации – внешнем поставщике сырья: расстояние перевозки исходного сырья; вид, количество дефицитного сырья в данном кластере, профицитного – в смежных кластерах и суммарные затраты на его транспортировку;

б) информация о сельскохозяйственной организации – внешнем потребителе готового продукта: расстояние перевозки органического удобрения, вид, количество и суммарные затраты на транспортировку дефицитного удобрения в данном кластере и профицитного – в смежных кластерах.

Результаты реализации системы моделей второго уровня:

а) выявлены кластеры, в рамках формирования которых сельскохозяйственные организации полностью обеспечивают потребность в органических удобрениях;

б) определены кластеры, в которых сельскохозяйственные организации частично удовлетворяют потребности в органических удобрениях; установлены межкластерные связи, способствующие повышению обеспеченности организаций удобрениями;

в) оптимизированы межкластерные грузоперевозки различных видов исходного сырья и готового продукта при минимизации приведенных затрат в рамках адресной отгрузки по видам конечного продукта;

- реализация системы моделей третьего уровня иерархии (районного уровня).

Формируются модели третьего, районного уровня иерархии с использованием результатов решения системы экономико-математических моделей второго уровня:

а) информация о кластере – внешнем поставщике сырья: расстояние

перевозки исходного сырья; вид, количество дефицитного сырья в данном районе, профицитного – в смежных районах и суммарные затраты на его транспортировку;

б) информация о кластере – внешнем потребителе готового продукта: расстояние перевозки органического удобрения между кластерами; вид, количество дефицитного удобрения в данном районе, профицитного – в смежных районах и суммарные затраты на его транспортировку.

Результаты реализации системы моделей третьего уровня:

а) выявлены районы, в рамках формирования которых полностью обеспечивается потребность сельскохозяйственных организаций района в органических удобрениях;

б) установлены районы, сельскохозяйственные организации в которых частично удовлетворяют потребности в органических удобрениях; определены межрайонные связи, способствующие повышению удовлетворенности спроса на органические удобрения;

в) оптимизированы межрайонные грузоперевозки различных видов исходного сырья и готового продукта с целью минимизации приведенных затрат на транспортировку и производство в рамках адресной отгрузки по видам конечного продукта;

- реализация системы моделей четвертого уровня иерархии (зонального уровня).

Разрабатываются модели четвертого, зонального уровня иерархии с применением результатов решения системы экономико-математических моделей третьего уровня. При разработке используется следующая информация:

а) о районе – внешнем поставщике сырья: расстояние перевозки исходного сырья; вид, количество дефицитного сырья в данной природно-сельскохозяйственной зоне, профицитного – в смежных зонах и суммарные затраты на его транспортировку;

б) районе – внешнем потребителе готового продукта: расстояние перевозки органического удобрения между районами; вид, количество дефицитного удобрения в данной зоне, профицитного – в смежных зонах и суммарные затраты на его транспортировку.

Результаты реализации системы моделей четвертого уровня:

а) выявлены природно-сельскохозяйственные зоны, в которых полностью обеспечивается потребность сельскохозяйственных организаций в органических удобрениях;

б) указаны природно-сельскохозяйственные зоны, сельскохозяйственные организации в которых частично удовлетворяют потребность в органических удобрениях; определены межзональные связи, способствующие обеспечению сельскохозяйственных площадей данных зон органическими удобрениями;

в) оптимизированы межзональные грузоперевозки различных видов исходного сырья и готового продукта с целью минимизации приведенных затрат на транспортировку и производство в рамках адресной отгрузки по видам конечного продукта;

- разработка комплекса рекомендаций по совершенствованию организации процесса переработки навоза для получения высококачественных органических удобрений с целью повышения уровня органикообеспеченности сельскохозяйственных площадей и увеличения рентабельности растениеводства на основе формирования и применения иерархической системы многопродуктовых моделей оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением площадок переработки сырья.

В общем виде схема предлагаемой иерархии системы многопродуктовых моделей оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением площадок переработки сырья представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Общая схема иерархической системы многопродуктовых моделей оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением площадок переработки сырья

Повышение уровня органического обеспечения сельскохозяйственных площадей и рентабельности растениеводства может быть достигнуто за счет следующих мероприятий:

- увеличения поголовья скота и, как следствие, увеличения выхода подстилочного и бесподстилочного навоза и его сохранности;

- интенсификации использования соломы в качестве органического удобрения;

- разработки инновационной технологии переработки птичьего помета;
- расширения посевов многолетних трав и промежуточных культур;
- приобретения для приготовления компостов торфа, сапропелей, лигнина, городского мусора и др.;
- привлечения со стороны органических удобрений.

Таким образом, предлагаемые методологические подходы к разработке иерархической системы многопродуктовых моделей оптимизации перевозок органических удобрений с управлением размещением пунктов переработки сырья позволят сформировать стратегию размещения технологических площадок по переработке навоза, оптимизировать грузоперевозки на различных уровнях иерархии реализации системы многопродуктовых моделей, сформировать комплекс мероприятий по повышению уровня органообеспеченности сельскохозяйственных площадей, что будет способствовать повышению рентабельности отрасли растениеводства.

Список использованных источников

- 1 Ресурсосберегающие приемы возделывания полевых культур в орошаемых севооборотах / П. Д. Шевченко, И. Н. Ильинская [и др.]. – Рассвет: Донской НИИСХ, 2010. – 45 с.
- 2 Липкович, Э. И. Органическая система земледелия / Э. И. Липкович, Л. П. Бельтюков, А. М. Бондаренко // Техника и оборудование для села: науч.-практ. журн. – 2014. – Вып. 8(206). – С. 2–7. – ISSN 2072-9642.
- 3 Липкович, Э. И. Экономические проблемы технического и технологического перевооружения сельского хозяйства России / Э. И. Липкович // АПК: Экономика и управление: науч.-практ. журн. – 2014. – Вып. 5. – С. 12–20. – ISSN 0235-2443.
- 4 Рунов, Б. А. Основы технологий точного земледелия: моногр. / Б. А. Рунов, Н. В. Пильникова. – СПб.: АФИ Россельхозакадемии. – 2-е изд., испр. и доп. – 2012. – 119 с.
- 5 Личман, Г. И. Основные принципы и перспективы применения точного земледелия: моногр. / Г. И. Личман, Н. М. Марченко, В. М. Дринча. – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 79 с.
- 6 Бондаренко, А. М. Механизация процессов переработки навоза животноводческих предприятий в высококачественные органические удобрения: моногр. / А. М. Бондаренко, В. П. Забродин, В. Н. Курочкин. – Волгоград: РИО АЧГАА, 2010. – 184 с.
- 7 Лачуга, Ю. Ф. К проблеме технической и технологической модернизации сельского хозяйства / Ю. Ф. Лачуга, А. М. Бондаренко // Вестник аграрной науки Дона. – 2013. – № 1(21). – С. 4–12.
- 8 Качанова, Л. С. Моделирование систем применения удобрений на предприяти-

ях АПК: моногр. / Л. С. Качанова, А. М. Бондаренко, М. В. Вуколов. – зерноград: АЧГАА, 2013. – 117 с.

9 Качанова, Л. С. Техничко-экономическое обоснование систем производства и применения удобрений в условиях ЮФО: моногр. / Л. С. Качанова, А. М. Бондаренко. – зерноград: АЧИИ ДГАУ, 2014. – 221 с.

10 Качанова, Л. С. Интеграционные аспекты развития инфраструктуры обеспечения удобрениями организаций АПК Ростовской области [Электронный ресурс] / Л. С. Качанова, А. М. Бондаренко // Вестник ИрГСХА: науч.-практ. журн. – 2014. – Вып. 62, июнь. – С. 118–127. – ISSN 1999-3765. – Режим доступа: <http://igsha.ru/science/files/v62.pdf>.

Качанова Людмила Сергеевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Инжиниринг бизнес-процессов», Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация.

Контактный телефон: +7 906 780-21-57.

E-mail: kachanovakls@rambler.ru

Kachanova Lyudmila Sergeevna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Business Process Engineering, Russian State Agricultural University named after K. A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation.

Contact telephone number: +7 906 780-21-57.

E-mail: kachanovakls@rambler.ru