

# СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕЛКОВЫХ КОМБИКОРМОВ

## SYSTEM STUDIES OF THE PREPARATION OF PROTEIN FEED

**И.Е. ПРИПОРОВ**, к.т.н.

Кубанский государственный аграрный университет  
имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия,  
ya.krip10@ya.ru

**I.E. PRIPOROV**, PhD in Engineering

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia,  
ya.krip10@ya.ru

Цель исследования – определить направление развития системных исследований приготовления белкового комбикорма. Системный анализ приготовления белкового комбикорма проводится методом разделения системы на подсистемы разного уровня (технологические линии) и элементы (технические устройства), что позволяет наметить этапы проведения исследований и построить их классификацию. В научной системной теории пойдём по пути «точной технологии животноводства», которую рассматривал академик Л.П. Кормановский. Технология построена на основе математических моделей, полученных в результате теоретических исследований (анализа) и экспериментально (эмпирически). В свою очередь, «точная технология животноводства» должна базироваться на технических системах математической модели и конкретных технических разработках устройств и технологий приготовления белкового комбикорма. Для приготовления белкового корма в сыпучем и гранулированном видах с целью снижения энергоёмкости процесса и повышения его качества были разработаны линия его осуществления (патент № 2646092) и способ (патент № 2636480). Приведены устройство и технологический процесс работы линии. Разработана система приготовления белкового корма на основе общей теории систем. Анализ в данной области показал отсутствие системных исследований приготовления белкового комбикорма на основе общей теории системы применительно к «точной технологии животноводства», а именно в «точной технологии приготовления белкового комбикорма» с помощью мультимедийного устройства, контролирующего технологический процесс. Поэтому необходимо разработать математическую модель на базе теории общей системы применительно к точной технологии приготовления белкового комбикорма. Разработанная математическая модель позволила повысить пищевую ценность белковых комбикормов, а также расширить их ассортимент для кормления крупного рогатого скота, а именно: для каждого вида сельскохозяйственного животного с его физиологической особенностью и потребностью в них, и улучшить экологию окружающей среды.

**Ключевые слова:** белковый комбикорм, сельскохозяйственные животные, системные исследования, точная технология приготовления, точная технология животноводства, общая теория системы, пищевая ценность корма.

The purpose of the study is to determine the direction of development of system studies of the preparation of protein feed. System analysis of the preparation of protein feed is carried out by dividing the system into subsystems of different levels (process lines) and elements (technical devices), which will allow to outline the stages of research and to construct their classification. In the scientific systems theory, we will follow the path of «exact technology of animal husbandry», which was considered by academician Leonid Kormanovsky, built on the basis of mathematical models obtained as a result of theoretical studies (analysis) and experimentally (empirically). In turn, the "exact technology of animal husbandry" should be based on the technical systems of the mathematical model and specific technical developments of devices and technologies for the preparation of protein feed. For the preparation of protein feed in the free running and granular types in order to reduce the energy intensity of the process and improve its quality, the line for its implementation under patent No. 2646092 and the method according to patent No. 2636480 were developed. The design and technological process of its work are given. A system for the preparation of protein feed was developed on the basis of the general theory of systems. The analysis in this area showed the absence of systemic studies on the preparation of protein feed based on the general theory of the system as applied to «accurate technology of animal husbandry», namely, in «accurate technology of preparation of protein feed» using a multimedia device that controls the process. Therefore, it is necessary to develop a mathematical model based on the theory of the general system with respect to the exact technology of preparation of protein feed. The developed mathematical model allowed to increase the nutritional value of protein feed, as well as to expand their range for feeding cattle, namely for each species of agricultural animal with its physiological peculiarity and need for them, and to improve the environment ecology.

**Keywords:** protein feed, farm animals, system research, accurate preparation technology, precise animal husbandry technology, general system theory, nutritional value of feed.

## Введение

В системный анализ входят модели и методы принятия решений. В общем виде последовательность принятия решений состоит из нескольких этапов: выявление проблемной ситуации, целевыявление, формирование критериев выбора решений, выработка решений, согласование, выбор и реализация решений, а также оценка полученных результатов. Данная последовательность применяется для создания разных сложных систем, к которым относятся методы принятия решений. Методы не привязаны к объекту проектирования, в них делается акцент на способы организации группового или индивидуального поиска решений, которым относятся методы (активизации мышления, например мозговой штурм, синектика; генерации вариантов; выбора, например метод экспертных оценок) и модели (выбор оптимальных альтернатив и исследования операций).

Компонентом системного анализа является технология проектирования, использующая системный анализ, ориентирующаяся на конкретный вид систем (технологии автоматизированного проектирования технических систем различного назначения). Отличительной особенностью их является наличие регламентирующей процедуры проектирования, предусматривающей выполнение определенных этапов, для каждого из которых имеются стандартизированные методики и стандартный набор документации, а иногда на некоторых этапах предусматривается формирование разного рода моделей.

Любая технология использует системный подход к проектированию, в основе которого лежит системная последовательность принятия решений. Методики проектирования базируются на различных методологиях системного анализа и общих процедурах принятия решений [33].

Системный анализ учитывается при случайном характере воздействия машин в технологической линии на материал, функции распределения и их изменение от этих воздействий описываются логарифмически нормальным законом. Стохастический характер воздействия каждой машины на частицы материала при выполнении технологического процесса требует определенного подхода к реализации принципа системной стратегии приготовления комбикормов, выражающейся в том, что каждая последующая операция не должна ухудшать качество выполненных работ [22].

Как известно, системный подход представляет собой совокупность методов и средств, позволяющих исследовать свойства, структуру, функции объектов, явлений или процессов в целом, представив их в качестве систем со всеми сложными межэлементными взаимосвязями, взаимовлиянием элементов на систему и на окружающую среду, а также влияние самой системы на ее структурные элементы. Системный подход при исследовании сложного объекта, явления или процесса базируется на его целостном видении [22].

## Цель исследования

Определить направление развития системных исследований приготовления белкового комбикорма.

## Материал и методика исследования

Системный анализ [22] приготовления белкового комбикорма проводится методом разделения системы на подсистемы разного уровня (технологические линии) и элементы (технические устройства), что позволит наметить этапы проведения исследований и построить их классификацию (рис. 1).

Предложенная на рис. 1 классификация системных исследований представляет собой однонаправленные линии, выражающие отношение разделения соответствующих их областей [1] по приготовлению белкового комбикорма для сельскохозяйственных животных на частные области, относящиеся к первой группе, а двунаправленные линии выражают взаимодействие системных исследований в приготовлении между собой.

Отличительная особенность системных исследований заключается в исследовании объектов, которые рассматриваются в виде системы, то есть множества взаимосвязанных элементов, представляющие собой единое целое [1].

В системных исследованиях приготовления белкового комбикорма для сельскохозяйственных животных основными сферами их являются системный подход и научные знания о системах.

При системном подходе к приготовлению белкового комбикорма его можно разделить на три вида – сыпучий, гранулированный и жидкий, или влажноватый.

Белковый комбикорм в трех видах готовится по одинаковой схеме, но с одним отличием. Отличие сыпучего и гранулированного корма от

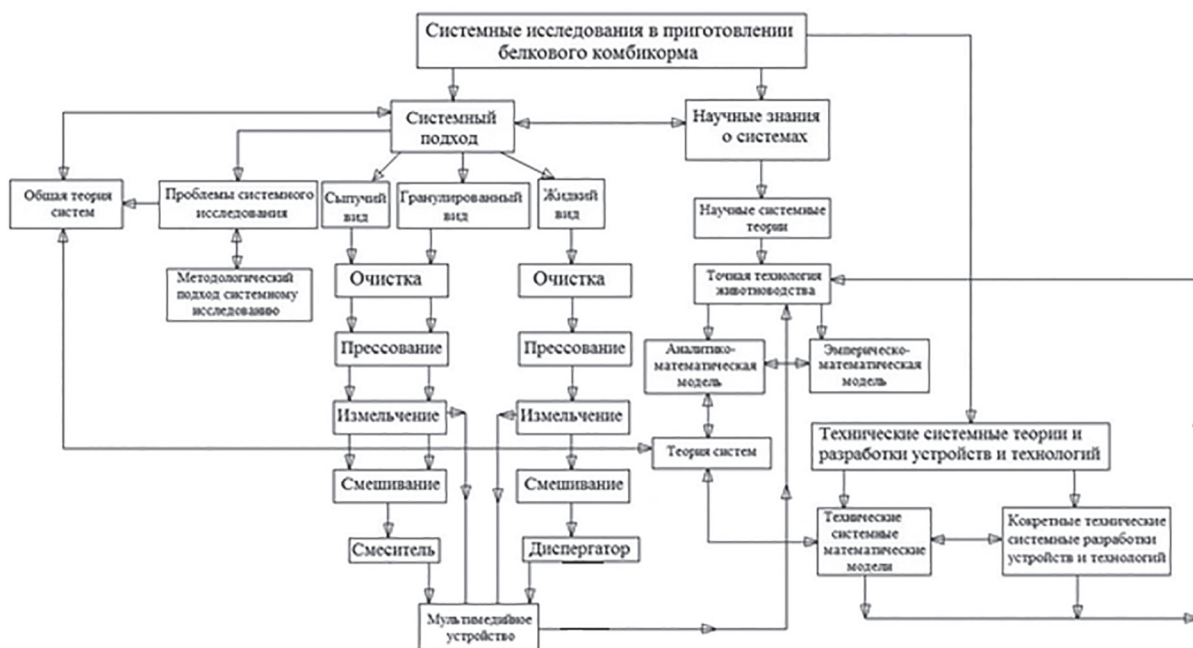


Рис. 1. Классификация системных исследований приготовления белкового комбикорма для сельскохозяйственных животных

жидкого заключается в применении кавитационного диспергатора. На стадии измельчения и смешивания компонентов, которые входят в приготовление комбикорма имеются мультимедийные устройства, контролирующие данный технологический процесс.

В научной системной теории пойдём по пути «точной технологии животноводства», которую рассматривал академик Л.П. Кормановский. Технология построена на основе математических моделей, полученных в результате теоретических исследований (анализа) и экспериментально (эмпирически). Эмпирическая модель не может существовать без теоретической математической модели. В свою очередь, «точная технология животноводства» должна базироваться на технических системах математической модели и конкретных технических разработках устройств и технологий приготовления белкового комбикорма.

### Результаты исследования

Для приготовления белкового корма в сыпучем [6] и гранулированном видах с целью снижения энергоёмкости процесса и повышения его качества была разработана линия его осуществления (патент № 2646092 [4]) и способ (патент № 2636480 [5]).

Линия для приготовления белкового корма в сыпучем и гранулированном видах (рис. 2)

имеет последовательно установленную воздушно-решетную зерноочистительную машину 1. Под машиной 1 установлен бункер 2 для хранения продукта переработки масличных культур, выполненный в виде двух отсеков, под которыми расположена накопительная емкость 3 с выходным отверстием, установленный над бункером экструдер 4, его выход сообщен с бункером емкости 5 для обогащения питательными микроэлементами продукта переработки масличных культур. Внутри емкости 5 установлена мешалка 6, приводимая в движение двигателем (на рисунке не показан). Выходное отверстие емкости 5 установлено над входным отверстием кондиционера 7 и сообщено с измельчителем 8, на выходе которого установлена емкость для хранения корма 9.

Технологический процесс работы линии для приготовления белкового корма в сыпучем и гранулированном видах осуществляется следующим образом.

В бункер воздушно-решетной зерноочистительной машины 1 поступают компоненты вороха семян подсолнечника сорта Лакомка, в состав которых входят фрагменты корзинок и стеблей и семена подсолнечника, после вторичной очистки их экструдировать. Из воздушно-решетной зерноочистительной машины 1 отходы в виде фрагментов корзинок и стеблей и семена подсолнечника после вторичной очист-

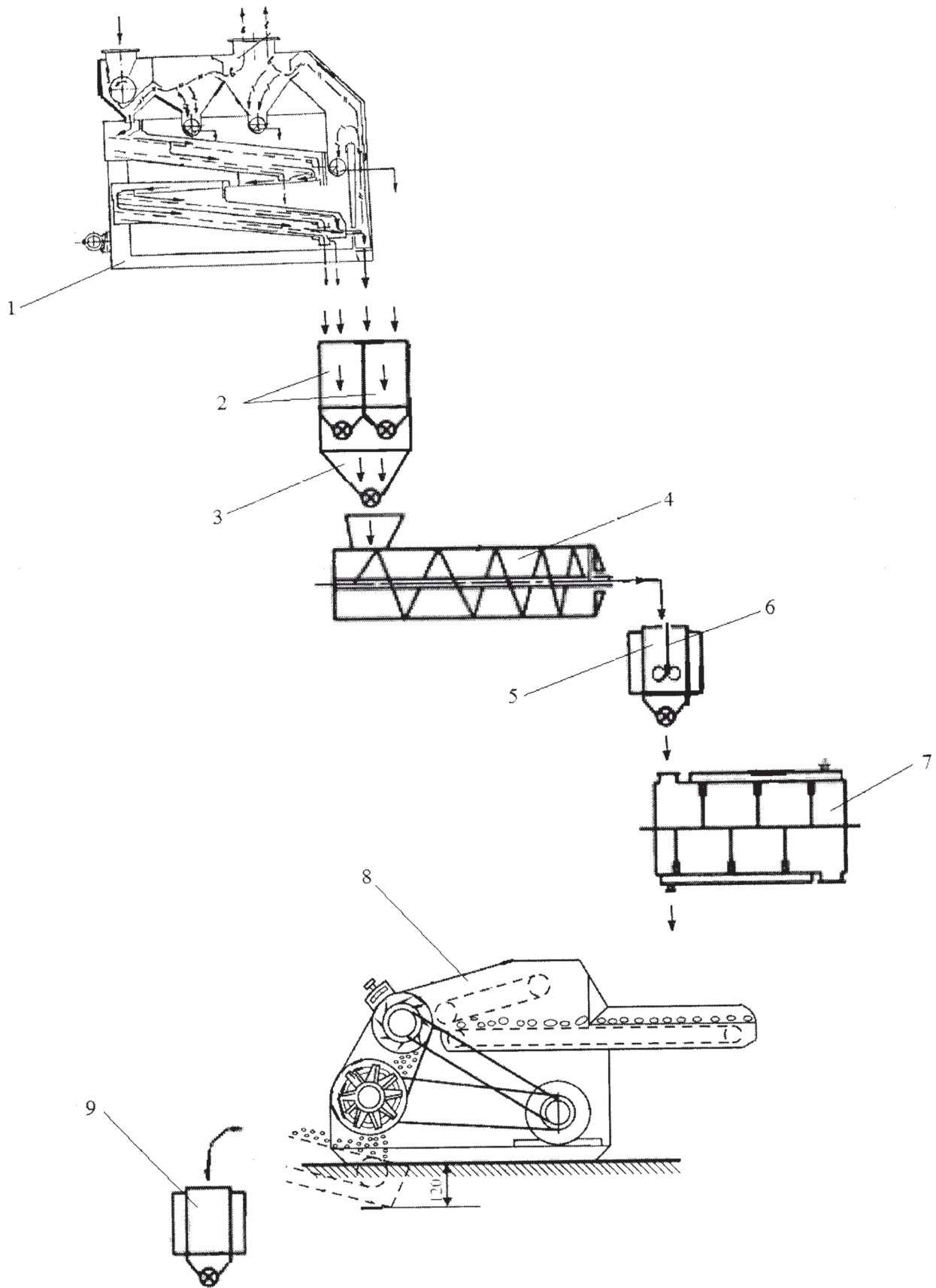


Рис. 2. Общий вид линии для приготовления белкового корма по патенту № 2646092 [4] в сыпучем и гранулированном видах



ки отдельно друг от друга подают в двойной бункер 2. Затем они смешиваются в накопительной емкости 3 и поступают в экструдер 4. Использование двойного бункера 2 с накопительной емкостью 3 позволяет обеспечить бесперебойное производство корма за счет уравнивания производительности воздушно-решетной зерноочистительной машины 1 и экструдера 4.

Экструзия смеси осуществляется путем нагревания продукта до температуры 110–170 °С и под давлением 4–6 МПа в процессе обработки. После экструзии полученный продукт в виде бесконечного жгута поступает в емкость 5, где обогащается путем смешивания с питательными микроэлементами (йодистый калий, марганца сульфат, меди сульфат, цинка сульфат, кобальта хлорид) из расчета 1:50. Если взять меньшее соотношение, то будет недостаточное количество питательных микроэлементов в корме, а если большее, то будет его перенасыщение, что приведет к ухудшению качества корма. Далее смесь охлаждают посредством кондиционера 6 до температуры 30–36 °С и измельчают корм до рассыпного вида с размерами гранул 3–5 мм, и хранят в емкости 9. Для измельчения используют любую известную конструкцию измельчителя, способную измельчать корм до размера грану 3–5 мм для приготовления корма в сыпучем виде и гранулы 5–7 мм – гранулированном виде. При температуре меньше 30 °С полученная смесь теряет свойство гигроскопичности и происходит неэффективное измельчение, а если выше 36 °С, то свойство гигроскопичности увеличится и корм при измельчении будет сбиваться в комки.

Предположим, система  $S$  [1] в роли которой выступает сама линия по Пат. № 2646092 имеет некоторые элементы  $a_1, a_4, a_5, a_7, a_8$  и  $a_0$  – окружение системы  $S$ . В роли элементов в нашем случае – технические устройства (1, 4, 5, 7, 8). Введем множества  $A = \{a_1, a_4, a_5, a_7, a_8\}$  и  $B = \{a_0, a_1, a_4, a_5, a_7, a_8\}$ . В множестве  $B$  каждый элемент характеризуется некоторым множеством входных и выходных величин. Введем символ  $r_{ij}$ , который обозначает способ зависимости, входных величин от выходных элемента  $a_j$ , множество  $r_{ij}$  обозначаем через  $R$ . В данном случае система определяется множеством  $S = \{A, R\}$  и образует систему.

### Заключение

Анализ в данной области показал отсутствие системных исследований приготовления белкового комбикорма на основе общей теории

системы применительно к «точной технологии животноводства», а именно к «точной технологии приготовления белкового комбикорма» с помощью мультимедийного устройства, контролирующего технологический процесс. В качестве мультимедийного устройства может выступать смартфон, планшетный компьютер, который соединяется с персональным компьютером для обработки полученных данных с устройств. Поэтому необходимо разработать математическую модель на базе теории общей системы применительно к точной технологии приготовления белкового комбикорма. Разработанная математическая модель позволила повысить пищевую ценность белковых комбикормов, а также расширить их ассортимент для кормления крупного рогатого скота, а именно: для каждого вида сельскохозяйственного животного с его физиологической особенностью и потребностью в них, и улучшить экологию окружающей среды.

### Литература

1. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. М.: Изд-во Наука, 1974. С. 93–245.
2. Садов В.В. Обоснование структуры и состава технологических линий для производства комбикормов в сельскохозяйственных предприятиях: дис. ... докт. техн. наук. Барнаул: Алтайский ГТУ им. И.И. Ползунова. 294 с.
3. Диязитдинова А.Р., Кордонская И.Б. Общая теория систем и системный анализ. Самара: ПГУТИ, 2017. 125 с.
4. Линия для получения белкового корма: пат. 2646092 Российская Федерация: МПК A23N17/00 / И.Е. Припоров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина». № 2017103709; заявл. 03.02.2017; опубл. 01.03.2018. Бюл. № 7.
5. Способ получения белкового корма: пат. 2636480 Российская Федерация, МПК A23K 10/30, A23K 40/10 / И.Е. Припоров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина». № 2017103859; заявл. 06.02.2017; опубл. 23.11.2017. Бюл. № 33.
6. Пат. 2177216 Российская Федерация: МПК A 01C 15/00 A, 7A 01C 17/00 B, 7E 01C 19/20 B, 7B 65G 31/04. Устройство для поверхностного рассева минеральных удобрений и других сыпучих материалов / Ю.И. Якимов, В.П. Иванов, Е.В. Припоров, В.П. Заярский, Г.И. Волков,

О.Б. Селивановский; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет». № 2000106333/13; заявл. 14.03.2000; опубл. 27.12.2001.

### References

1. Sadovskij V.N. Osnovaniya obshchej teorii system [Foundations of the general theory of systems]. Moscow: Izd-vo Nauka Publ., 1974, pp. 93–245.
2. Sadov V.V. Obosnovanie struktury i sostava tekhnologicheskikh linij dlya proizvodstva kombikormov v sel'sko-hozyajstvennyh predpriyatiyah: diss. ... d-ra tekhn. nauk [Justification of the structure and composition of techno-logical lines for the production of animal feed in agricultural enterprises: Dissertation for Degree of Dr.Eng.]. Barnaul: Altajskij GTU im. I.I. Polzunova. 294 p.
3. Diyazitdinova A.R., Kordonskaya I.B. Obshchaya teoriya sistem i sistemnyj analiz [General system theory and systems analysis]. Samara: PGUTI, 2017. 125 p.
4. Patent No 2646092 Rossijskaya Federaciya: MPK A23N17/00. Liniya dlya polucheniya belkovogo korma [Line for the production of protein feed]. I.E. Priporov; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. I.T. Trubilina». No 2017103709; zayavl. 03.02.2017; opubl. 01.03.2018. Byul. No 7.
5. Patent No 2636480 Rossijskaya Federaciya: MPK A23K 10/30, A23K 40/10. Sposob polucheniya belkovogo korma [The method of producing a protein feed]. I.E. Priporov; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. I.T. Trubilina». No 2017103859; zayavl. 06.02.2017; opubl. 23.11.2017. Byul. No 33.
6. Patent No 2177216 Rossijskaya Federaciya: MPK A 01C 15/00 A, 7A 01C 17/00 B, 7E 01C 19/20 B, 7B 65G 31/04. Ustrojstvo dlya poverhnostnogo rasseva mineral'nyh udobrenij i drugih sypuchih materialov [Device for surface sieving of mineral fertilizers and other bulk materials]. YU.I. YAKimov, V.P. Ivanov, E.V. Priporov, V.P. Zayarskij, G.I. Volkov, O.B. Selivanovskij; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». No 2000106333/13; zayavl. 14.03.2000; opubl. 27.12.2001.