ВЕСТНИК ВИЭСХ

№4(9) 2012

Теоретический и научно-практический журнал. Основан в 2005 году
Учредитель и издатель: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства Россельхозакадемии

Редакционная коллегия:
Д.С. Стребков (председатель, главный научный редактор)
А.В. Тихомиров (зам. председателя, зам. главного научного редактора)
А.Н. Васильев (зам. председателя, зам. главного научного редактора)
А.Б. Коршунов (зам. председателя, зам. главного научного редактора)
Л.П. Кормановский,
Ю.М. Антонов,
В.М. Евдокимов,
Е.М. Клычев,
Д.А. Ковалев,
Б.П. Коршунов,
В.Р. Крауспе,
А.К. Лямцов,
А.И. Некрасов,
С.А. Растимешин,
Л.Д. Сагинов,
Р.С. Суюнчалиев,
Е.В. Халин,
Ю.А. Цой,
Ю.М. Щекочихин,
Т.А. Гудкова (ответственный секретарь, редактор)

Адрес редакции:
109456, г. Москва,
1-й Вешняковский проезд, 2.
Телефон: (499) 171-22-91
Факс: (499) 170-51-01
E-mail: vestnikviesh@gmail.com
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-46497 от 08.09.2011 г.

Выходит 4 раза в год.

Компьютерный оригинал-макет
М.П. Татаринова
Подписано в печать 23.11.2012 г.
Формат 60×84/8. Объем 9,75 печ.л.
Тираж 100 экз. Печать офсетная.
Заказ № 59.

Отпечатано в ООО «Издательство Агрорус».
119590, Москва, ул. Минская, д. 1Г, корп. 2

ISSN 2304-5868

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки: elibrary.ru

Содержание номера

Иванютин Л.А., Бабахин А.И., Стребков Д.С., Щекочихин Ю.М., Чирков В.Г. Оценка потенциала и концепция энергосбережения в теплоснабжении ЖКХ Москвы……. **2**
Кудрин Б.И., Кошарная Ю.В., Кучин П.Г. О концепции электроснабжения малых населённых пунктов…… **6**
Касумов Н.Э., Свентицкий И.И. Энергоинформационный анализ и совершенствование технико-экономических прогнозов……. **13**
Аниканова Т.Ю. Экономическая необходимость оптимизации численности и кадрового состава работников сельскохозяйственных организаций……. **16**
Медянцев А.В., Кряклина И.В. Экономическая эффективность использования ветроэнергетической установки для электроснабжения дома фермера……... **23**
Трохин И.С. Эффективность паровых поршневых мини-ТЭЦ по сравнению с паротурбинными……. **26**
Мусин А.М. Энергоемкость технологического процесса охлаждения молока……... **31**
Коршунов Б.П., Марьяхин Ф.Г., Учеваткин А.И., Коршунов А.Б. Математическая модель и метод расчета параметров энергосберегающей теплохолодильной системы для животноводческих ферм… **34**
Коршунов А.Б. Перспективы применения вакуумных технологий для первичной обработки и хранения сельскохозяйственной продукции…… **39**
Резник Е.И., Бестаев Л.З. Электромеханизация приготовления комбикормов в фермерских хозяйствах……... **43**
Бестаев Г.З., Карташов С.Г. Повышение эффективности процесса приготовления гомогенизированных дисперсных смесей из люпина, пшеницы в роторно-пульсационном аппарате…….. **50**
Стребков Д.С., Никитин Б.А., Харченко В.В., Евдокимов В.М., Арбузов Ю.Д., Гусаров В.А., Тихонов П.В. Методика анализа спектра исследуемого источника света посредством тарированного фотопреобразователя и комплекта светофильтров……. **54**
Поверин Д.И. Фрактальные инновационные биотехнологические кластерные платформы – базовая основа модернизации сельского хозяйства…….. **58**
Новые идеи и дискуссии
Захаров А.И. Индикатор катастроф…….. **63**
Памятные даты
Молоснов Н.Ф. Памяти Валериана Семеновича Краснова (к 110-летию со дня рождения)…… **66**
Информация
Заседание Президиума Россельхозакадемии по вопросу «Научное и техническое обеспечение нанотехнологий в агроинженерной сфере» (13 сентября 2012 г., г. Москва)……. **71**
14-я Российская агропромышленная выставка «Золотая осень – 2012». (9 – 14 октября 2012 г., г. Москва, ВВЦ)…….. **73**
Содержание выпусков 1(6), 2(7), 3(8) за 2012 год……. **76**

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, допускается только с разрешения редакции.

© ГНУ ВИЭСХ Россельхозакадемии, 2012.

УДК 621.31

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА И КОНЦЕПЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ЖКХ МОСКВЫ

Д-р техн. наук Л.А. Иванютин, д-р экон. наук А.И. Бабахин (Академия Инженерных Наук им. А.М. Прохорова); академик Россельхозакадемии Д.С. Стребков, д-р хим. наук Ю.М. Щекочихин, Ю.А. Кожевников, канд. техн. наук В.Г. Чирков (ГНУ ВИЭСХ)

Предложен механизм, который реально может решить самую сложную и взрывоопасную проблему нашего общества – превратить существующую систему теплоснабжения ЖКХ из состояния «черной дыры» в нормальную, конкурентоспособную и цивилизованную область рыночных отношений общества.

***Ключевые слова**: ЖКХ; отопление; горячее водоснабжение; прибор индивидуального учета (ПИУ) расхода воды; топливно-энергетические ресурсы.*

In this paper we propose a mechanism that can really solve the most complex and volatile issue in our society - to transform the existing heating system utilities from the "black hole" in the normal, competitive and capable area of a civilized market relations of the society.

***Keywords:** housing; rates; heating; hot wate; the efficiency of use of primary fuels; transport heat loss.*

По оценкам экспертов энергоемкость ВВП в Российской Федерации более чем в 4 раза превышает аналогичный показатель наиболее развитых стран мира. В первую очередь это обусловлено тем, что в российской экономике послевоенного периода доминирующая роль традиционно отводилась энергоемким производствам, таким как добыча и транспортировка нефти и природного газа, цветная металлургия, «большая» химия. Вторая составляющая данной проблемы – это аномально высокая энергоемкость теплоснабжения в ЖКХ, которая более чем в 6 раз превосходит энергоемкость в жилищно-коммунальном хозяйстве таких стран, как Финляндия, Швеция, Канада.

В данной работе проведен количественный анализ основных составляющих энергопотребления в ЖКХ Российской Федерации с целью выявления потенциала энергосбережения, последовательная реализация которого могла бы повысить энергоэффективность в отрасли до уровня развитых стран [1].

По данным Главэнергонадзора за 1997 г. для создания нормальных условий проживания в ЖКХ необходимо затрачивать 0,15 т у.т./1 м^2 в год.

Исходя из того, что общая площадь жилого фонда ориентировочно равна 3,5 млрд м^2, суммарный необходимый объем первичного топлива можно оценить в 500 млн. т у.т., что составляет подавляющую долю от совокупного объема внутреннего потребления первичного топлива [2].

В табл. 1 приведены численные данные, на основе которых проведен анализ потребления топливно-энергетических ресурсов и ценообразования в ЖКХ РФ на примере г. Москвы.

Установленные Правительством г. Москвы месячные нормы потребления тепла на отопление и горячее водоснабжение (ГВС) составляют соответственно 0,016 Гкал/м^2 и 0,293 Гкал/чел.

Таким образом, с учетом того, что в соответствии с нормами, установленными по г. Москве, на одного жителя приходится 20 м^2 отапливаемой площади, годовое нормативное потребление тепла равно 223 кВт·ч/м^2 по отоплению и 204 кВт·ч/м^2 по ГВС, что в сумме составляет 427 кВт·ч/м^2. Отсюда можно вычислить удельную годовую стоимость теплопотребления для населения при цене 1,14 руб. за 1 кВт·ч:

отопление – 254 руб./м^2;

ГВС – 232 руб./м^2;

Всего: 487 руб./м^2.

В мировой практике в качестве критерия эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) часто используется «топливная составляющая» – доля первичного топлива в конечной стоимости отпускаемого энергетического ресурса. Граница привлекательности данного сектора энергетического рынка для частных инвесторов, как правило, лежит выше отметки 85–90 %, в то время как рассчитанное по приведенным выше данным значение этого показателя для ЖКХ г. Москвы составляет 17,5 %. Данное значение рассчитано

Таблица 1

Исходные условия и числовые данные

Начальные условия для анализа	Годовой удельный расход тепла, кВт·ч/м		Стоимость удельного потребления тепла, руб./м^2			Стоимость тепла, руб./кВт·ч /Топливная составляющая	
	отопление	ГВС	отопление	ГВС	суммарная	у производителя	у потребителя
«Норматив» Правительства г. Москвы (при отсутствии ПИУ)	223	205	254	233	487	0,33/60	1,14/17,5
ГВС - ПИУ Отопл.- ЦТП	190	60 (в среднем)	217	70	287		
Реальное тепло-потребление	100 (не более)	60 (в среднем)	114	70	174		
Децентрализованное отопление и ГВС	100	60	22	13	35	0,2/92	0,22/90

для цены первичного топлива (природного газа) 1,5 руб./м^3.

В последние годы в Москве происходит масштабная установка квартирных приборов учета горячей и холодной воды, в том числе централизованная, которая показала, что норматив по расходу горячей воды оказался завышенным, в среднем, в 2,5–3 раза. Таким образом, установка приборов индивидуального учета (ПИУ) горячей воды позволила многим жителям города пропорционально сократить расходы на горячее водоснабжение. Анализ показывает, что в среднем по Москве суточный расход горячей воды можно ориентировочно принять равным 45 л. При этом удельное годовое потребление тепла на ГВС составляет 60 кВт·ч/м^2, а удельные годовые затраты по этой статье – 70 руб./м^2. (Для сравнения отметим, что средняя суточная норма расхода горячей воды для стран Европы составляет 60 л/чел., что требует потребления 80 кВт·ч тепловой энергии на 1 м^2 отапливаемой площади. В пересчете на тарифы ЖКХ г. Москвы удельные годовые расходы на ГВС по европейским нормам потребления равны 70 руб./м^2.)

По сравнению с потребителями, не имеющими ПИУ горячей воды, жители квартир, оборудованных такими приборами, платят в год в среднем 287 руб./м^2 в год.

Поскольку установка ПИУ в системах отопления не практикуется, оценку затрат в тепловом и денежном выражении произведем по нормативам, принятым в ЖКХ с учетом средних показаний приборов учета тепловой энергии, установленных на централизованных тепловых пунктах (ЦТП). Согласно платежным документам (по данным 2011 г.) удельное годовое потребление тепла на отопление составляет 190 кВт·ч/м^2 и в денежном выражении равно 217 руб./м^2.

Отсутствие приборов индивидуального учета потребления тепловой энергии в системах отопления не позволяет корректно оценить долю полезно потребляемого тепла. Поэтому приходится принимать во внимание косвенно полученные данные, согласно которым годовой объем реально потребляемого тепла в системах отопления ЖКХ г. Москвы оценивается в пределах 90–100 кВт·ч/м^2, что говорит о примерно двукратно завышенных нормативах по этой статье [3, 4].

Одной из главных причин неоправданно высоких затрат на отопление и ГВС в ЖКХ являются огромные потери тепла в теплотрассах и ЦТП [5]. Об этом наглядно свидетельствуют результаты концептуально значимого эксперимента, проведенного в Тюмени еще в 1996 г., в рамках которого в типовых пятиэтажных, так называемых «хрущевских» жилых домах установили автономное отопление вместо централизованного. Для этого в каждой квартире установили автономные газовые теплонагреватели, которые автоматически изменяли объем потребляемого природного газа в зависимости от наружной температуры воздуха. После этого средний годовой расход тепла на отопление снизился с 709 до 90 кВт·ч/м^2. Таким образом,

было показано, что общий объем потерь тепла при централизованном отоплении может приближаться к 90 %.

В Москве цена тепловой энергии у конечного потребителя (население) возрастает в 3,5 раза по отношению к ее стоимости на месте производства (Мосэнерго). При этом топливная составляющая для Мосэнерго даже в месте производства тепла составляет 60 %.

Со времени начала Тюменского эксперимента прошло 15 лет, в течение которых население РФ продолжает оплачивать высокую стоимость централизованного отопления и ГВС, зачастую не получая достаточного качества услуг ввиду низкой надежности и высокой аварийности тепловых сетей. Частые аварии в системах отопления (которые, как правило, возникают в зимнее время) оборачиваются не только отсутствием нормальных условий проживания для населения, но и огромными экономическими потерями. По данным Госстроя стоимость работ в аварийных условиях в 10–15 раз выше стоимости аналогичных работ, выполняемых в соответствии с графиком профилактического обслуживания сетей.

Значительной части этих потерь можно было бы избежать при частичном или полном (в зависимости от конкретных условий) отказе от централизованного теплоснабжения, о чем свидетельствует опыт стран Западной Европы, где в настоящее время около 95 % жилого сектора переведено на индивидуальные системы отопления и горячего водоснабжения. (Исключение составляет Дания, в энергетической отрасли которой удалось создать весьма эффективную инфраструктуру централизованного отопления, обеспечившую минимизацию транспортных потерь тепла – до уровня не более 3 %.)

В мировой практике концепция децентрализованного энергообеспечения в значительной степени реализуется за счет так называемых «микро-ТЭС» – теплоэлектрогенерирующих агрегатов электрической мощностью 1–5 кВт, используемых в домашних хозяйствах. Так в США при цене на природный газ 6–15 центов за 1 $м^3$ стоимость электроэнергии, произведенной с помощью микро-ТЭС, составляет 2–4 цента за 1 кВт·ч. Это означает, что при российских ценах на природный газ стоимость электроэнергии не должна превышать 1 руб./кВт·ч.

Рассчитывать на модернизацию в области теплоснабжения в ЖКХ РФ и, в частности, г. Москвы при участии частных инвесторов не приходится ввиду чрезвычайно низкой топливной составляющей. Поэтому все расходы на эти цели предполагается осуществлять из бюджета. В ближайшие годы Правительство России предполагает выделить 10 трлн руб. на ЖКХ, и нет абсолютно никакой уверенности в том, что они будут эффективно освоены. Во всяком случае, в ходе модернизации даже не планируется снижение стоимости отпускаемой тепловой энергии для населения, что могло бы служить объективным показателем этой эффективности. Модернизация коснется лишь некоторых чисто технических аспектов, таких как переоборудование котельных, ЦТП и теплотрасс, не затрагивая самой концепции теплообеспечения.

В то же время легко показать, что создание децентрализованной схемы теплоснабжения г. Москвы не требует огромных средств и позволит существенно снизить стоимость услуг по теплоснабжению для населения не менее чем в 2–3 раза. При этом создаются весьма благоприятные условия для:

- инвестиций частного капитала и создания здоровой конкурентной среды в системе ЖКХ;
- создания рабочих мест для малого и среднего бизнеса;
- использования эффективных систем регулирования в целях снижения затрат и улучшения комфортности проживания в квартирах;
- внедрения проверенных и надежных средств энерго- и ресурсосбережения (тепло, вода, электроэнергия и т. д.);
- многократного сокращения объемов потребляемого природного газа;
- радикального улучшения экологической обстановки в Москве.

Оценку экономической эффективности осуществления принципиально новой концепции теплоснабжения Москвы проведем при следующих условиях:

- полный переход на децентрализованные системы отопления и ГВС;
- установка современного оборудования на уже существующих ЦТП;
- установка малообъемных газовых котлов, не требующих оборудования дополнительными дымососами (например, TELEDYNE LAARS). Поскольку от одного ЦТП в Москве теплоснабжением пользуются приблизительно 1000 человек, то предположительно можно установить 2 основных котла тепловой мощностью 1200 кВт и один резервный котел такой же мощности –

для обеспечения надежности и ремонтопригодности системы.

Общая стоимость этого оборудования с учетом монтажа и наладки составит не более 5 млн руб., а стоимость тепловой энергии значительно уменьшается и при цене на природный газ 1,5 руб./м^3 составит 0,22 руб./кВт·ч (т.е. в 5 раз ниже существующего тарифа).

В результате такой модернизации будет достигнут следующий экономический эффект:

- годовая стоимость комфортного обогрева составит 22 руб./м^2 (почти в 10 раз менее, чем за 2011 г.);
- стоимость 1 м3 горячей воды уменьшится в 2,6 раза;
- среднегодовая экономия природного газа на цели теплообеспечения в ЖКХ в расчете на 1 м^2 составит 39 м^3.

Общая годовая экономия природного газа по г. Москве оценивается в 10 млрд куб. м. в год.

Ниже перечислены составляющие окупаемости инвестиций для типового многоквартирного дома, млн руб.:

- годовая прибыль за счет снижения цены за отопление – 4;
- годовая прибыль за счет снижения цены за ГВС - 1;
- годовая прибыль за счет продажи излишков природного газа – 2;
- общая годовая прибыль – 7;
- общая стоимость приобретаемого оборудования, включая монтаж и наладку (не более 3×1,35 млн руб.) – 5.

Таким образом, срок окупаемости проекта не превышает 1 года.

В настоящее время реализации предлагаемой концепции децентрализованного теплообеспечения в ЖКХ, высокая эффективность которой подтверждается не только приведенными выше оценками, но и многолетним опытом большинства стран ЕС, **мешают барьеры преимущественно ведомственного и административного характера**. Существующие тарифы, обусловленные неоправданно высокими потерями в тепловых сетях, предоставляют Мосэнерго, являющемуся монополистом в данной сфере, сверхприбыльный рынок сбыта тепловой энергии.

Очень важно отметить, что в странах Европы и США законодательно запрещено пользоваться природным газом для отопления, если эффективность его использование ниже 80–85%. В существующей в Москве теплоснабжающей системе эффективность использование газа составляет менее 20%.

Литература

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» № 261-ФЗ, 2009 г.
2. *Соколов Е.Я.* Теплофикация и тепловые сети. М.: Изд-во МЭИ, 1999.
3. *Апарцев М.М.* Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения. М.: Энергоиздат, 1983.
4. Тепловая защита зданий. СНиП.32-02-2003.
5. Нормативы потерь тепловой энергии. Приказ Минэнерго РФ № 325 от 30 декабря 2008 г.

УДК 631.371:621.311

О КОНЦЕПЦИИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Д-р техн. наук Б.И. Кудрин, асп. Ю.В. Кошарная, асп. П.Г. Кучин
(ФБГОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»)

Рассматривается инновационный подход к электрификации малых населенных пунктов, который позволяет повысить надежность их электроснабжения, качество электроэнергии, энергоэффективность, а также снизить дефицит электроэнергии в регионах, потери в электрических сетях. Новый подход базируется на ценологическом мировоззрении, третьей научной картине мира, математически описываемой гиперболическими распределениями.

Ключевые слова: *потребитель электрической энергии; надежность электроснабжения; энергоэффективность; ценоз; собственный источник; малая генерация; возобновляемый энергоресурс; местный энергоресурс.*

The article concentrates on the innovative approach to small settlements electrification. This approach makes it possible to raise the reliability of small settlements power supply and energy efficiency providing quality electrical energy. At the same time the approach enables to decrease power deficit in the provinces and power distribution losses. The new approach is based on cenological concept, the third scientific global concept mathematically described by hyperbolic distributions.

Keywords: *electrical energy consumer; electrical supply reliability; power efficiency; coenosis; own source; small generation; renewable source; local source.*

Электроэнергетика является инфраструктурной отраслью, предназначенной для устойчивого развития экономики страны и требующей разработки стратегии на длительную перспективу [1]. В настоящее время, в связи с ростом ВВП, общим подъемом экономики страны (4% в 2012 г.), остро встает проблема надежного электроснабжения потребителей. Из 71 региона (включая 3 группы регионов) рейтинга энергодостаточности [2, 5] 48 являются энергодефицитными и только 23 региона производят электроэнергию не только «для себя», но и для остальных регионов страны. Это означает, что электроэнергия передается на большие расстояния, и это связано с увеличением потерь энергии. Вместе с тем, это снижает надежность электроснабжения населенных пунктов (НП), в особенности малых, в энергодефицитных регионах.

Сейчас на село проложено 2,3 млн км ЛЭП 0,38–110 кВ, в том числе воздушных 6–10 кВ – 1184 тыс. км; 0,38 кВ – 826 тыс. км. Эксплуатируется 500 тыс. трансформаторных подстанций 6–35/0,4 кВ. По природным (климатическим) ограничениям необходимо сечение провода 70 мм^2, но сечением до 50 мм^2 выполнено 25 % ВЛ 6–10 кВ и 30 % – 0,38 кВ. Оптимальная длина ЛЭП 6–10 кВ должна быть 8–12 км, фактически же 13,3 % линий имеют длину более 25 км, 2,2 % – более 50 км. Нами обосновывается электроснабжение малых населенных пунктов средствами малой генерации (автономно или в параллель с сетями гарантирующих поставщиков). Под объектами малой генерации подразумеваются возобновляемые источники электроэнергии (ВИЭ), установки на местном виде топлива, газовые микротурбины, подключенные к сети и работающие синхронно с сетью. Развитие малой энергетики позволит повысить энергоэффективность электроэнергетики страны, снизить потери в электрических сетях, повысить надежность электроснабжения малых поселений и энергодефицитных регионов в целом, создать новые рабочие места, направить инвестиции в высокотехнологичные отрасли для инновационной разработки источников малой генерации, повысить уровень жизни в глубинке, содействовать развитию малого и среднего бизнеса. Главное же – сократить отток населения из сельской местности.

Надежность электроснабжения в развитых странах – 7–10 ч перерывов в год (суммарно), у нас 70–100 ч. Отключение электроэнергии, например на животноводческом комплексе или птицефабрике, ведет к невосполнимым потерям. Существуют коровники на 5–10 тыс. голов, свинарники на 50–100 тыс., птицефермы на 100–200 тыс. голов с гибелью молодняка и цыплят даже при минутных отключениях электроэнергии. Качество электроэнергии ниже всяких норм: несимметрия в сетях – до 50 %, что выводит асинхронные двигатели из строя; падение напряжения отключает технику [1]. Приказ Министерства энергетики РФ от 13.08.2012 г. №387

«Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2012–2018 годы» предусматривает в 2012–2018 гг. инвестиции в электроэнергетику: в размере 2,85 млрд руб. – в электростанции и 1,73 млрд руб. – в электрические сети 220 кВ и выше. Для повышения надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей из почти 4,6 трлн руб. инвестиций можно было бы выделить 4–6 % на нужды эффективной и подлинной электрификации регионов.

Целесообразно начать процесс внедрения с энергодефицитных регионов, чтобы сделать их энергодостаточными или снизить их зависимость от поставок электроэнергии из других регионов. Рассмотрим этот подход к электрификации на примере Белгородской области. Комплексная программа электрификации и устранения энергодефицита должна предусматривать инвестиционные проекты, принимать во внимание появление новых крупных потребителей электроэнергии, разрабатывать мероприятия по электроснабжению населения и социальных организаций. Особенность проблемы состоит в том, что в наибольшей по численности группе потребителей каждому домохозяйству нужны сравнительно малые объемы энергии, но эти потребители не предпринимают усилий для организации автономного или просто независимого электроснабжения, не решают задачу оптимизации затрат на электроэнергию. Главным образом это связано с высокими капитальными затратами на такие мероприятия, отсутствием государственного финансирования подобных программ, обязательств энергосистемы по покупке энергии возобновляемых источников малой генерации, определенных сроков окупаемости затрат.

Для системного анализа электротехнического комплекса потребителей и электроэнергетики как комплекса источников и инфраструктуры транспортировки и сбыта электроэнергии обратимся к ценологическому представлению о сложных системах, таких как электродвигатели одного цеха, цеха́ одного завода, заводы отрасли, населенные пункты региона, регионы страны и т. д. [3]. Системный подход как метод исследования для решения проблем, возникающих при создании, построении, формировании современных технических (и социальных) систем, позволяет нетривиальным образом описать эти системы и может дать большие практические результаты: возможность управления формированием технических систем на основе познанных объективных закономерностей.

Примем, что *техноценоз* – ограниченное в пространстве и времени любое выделенное единство, включающее сообщество изделий. Под *изделием* понимается предмет или совокупность предметов производства той или иной технологии. Изделие (машина, оборудование, агрегат, устройство, аппарат, прибор) – самостоятельно функционирующая единица, рассматриваемая далее как элементарная. *Экосистема* – сообщество изделий и неживая среда (физико-химические факторы), функционирующие совместно и рассматриваемые как единое целое. *Популяция* – элементарная единица техноэволюции, группа изделий (особей) одного вида, занимающая область пространства с определенными границами. *Техноэволюция* – направленное постепенное и закономерное изменение видов изделий в ряду поколений. *Генотип* – устройство изделия, генетическая конституция, записанная документально (например, чертежи); совокупность всех документов, определяющих изделия (например, опись описей). *Фенотип* – реализованный комплекс признаков изделия: работоспособное, «взрослое», отлаженное изделие (реализованный генотип).

Исследование техноценозов – это исследование целого, конкретного объекта, обладающего интегративными свойствами, исследование, предполагающее движение от целого к частям при изучении очень сложных вероятностных технических систем. Изучение техноценозов возможно при выделении семейств изделий: например электрические машины, транспорт, котельные установки, которые могут быть разбиты на конечное число видов (даже при сколь угодно большом числе изделий). Предлагаемый путь анализа аналогичен методу биологического исследования.

Для системных исследований техноценозов необходимо ввести понятие «*вид*», интуитивно используемое в технике. В практике эксплуатации технических систем, особенно при ремонтах, всегда различается, идет ли речь об особи-изделии или об изделии – представителе популяции (вида). Для отнесения изделия (особи) к виду необходимо приписать ему качественную характеристику – тип (наименование, марку) и количественную – например величину мощности. Для каждого изделия как вида могут быть составлены предельные значения всех физико-химических факторов, в результате чего может быть образован n-мерный объем – экологическая ниша. Экологическая ниша вида А есть объем в n-мерном пространстве, определенный

минимальным и максимальным значениями факторов среды, в котором обеспечивается выживание вида.

Уже более полувека во всех странах происходит рост количества и разнообразия выпускаемых изделий. Ускорение выпуска новых изделий может быть определено как *вариофикация* – делание, изготовление различного. Вариофикация проявляется не только в быстром обновлении продукции и освоении выпуска новых изделий. Чрезвычайным разнообразием отличаются также изделия одного семейства, увеличение количества видов происходит и в результате неизбежной специализации. Речь идет не только о количественном росте, сами изделия становятся сложнее и состоят из большого числа изделий, наконец, резко возрос уровень технологии (например, в полупроводниковой технике).

Следствие вариофикации – возникновение техноценозов, состоящих из изделий, характеризуемых чрезвычайным многообразием. Определим сосредоточение, появление различного в системе, ограниченной в пространстве-времени, как *ассортицу* (термины «разнообразие» и «многообразие», употребляемые в кибернетике, информатике, философии, имеют несколько иной смысл). Ассортица не относится к изделию (элементу) или сумме изделий, а возникает в результате взаимодействия всех изделий, образующих техноценоз (на уровне целого). Это интегративное свойство, характерное для «живого» техноценоза. Поэтому методологической основой изучения техноценозов является системный подход.

Будем рассматривать только выделенное из техноценоза семейство, состоящее из U изделий. Каждое изделие есть, с одной стороны, индивидуальность – особь (индивид) $u \in U$ (unus), с другой – представитель вида $u \in S$ (species). Общий перечень особей (изделий) есть текст T длиной $T=|U|$. Общий перечень видов (изделий) – словарь V объемом $V=|S|$. Отношение между текстом T и словарем V определимо, если полагать, что две особи могут быть разных видов и могут быть одного вида, тогда $u_i \in S_k \equiv u_j \in S_k$, $S_i \cap S_j = \varnothing$ при $i \neq j$. То есть, другими словами, элементы сообщества с разными индексами (порядковыми номерами, именами) по данному выше определению могут быть одинаковыми (принадлежать к одному виду). Виды элементов сообщества по определению не могут быть одинаковыми.

Для рассматриваемых систем характерны соотношения, имеющие фундаментальный характер и проверенные на множестве различных выборок данных [3]. Это видовое, ранго-видовое и ранговое по параметру распределения.

Ранго-видовое распределение (рис. 1) указывает на соотношение в некотором ценозе количества особей n_r вида с рангом r и количества особей видов рангов $r+1$, $r+2$, … $r+k$:

$$n_r = k\, r^{-b},$$

где n_r – количество особей-представителей вида с рангом r в ценозе; r – ранг вида, присваиваемый в зависимости от количества особей-представителей вида в ценозе. Первый ранг присваивается виду с наибольшим количеством особей, далее – в порядке убывания.

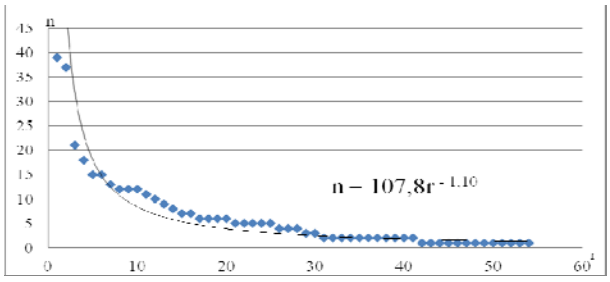

Рис. 1. Ранго-видовое распределение двигателей цеха по мощности

Видовое распределение на рис. 2 представляет собой «перевернутое» ранго-видовое распределение и указывает на количество видов a_i с количеством особей i. Все виды с числом изделий i относятся к одной касте. Популяция особей касты a_i составляет $a_i \times i$:

$$w_i = k a_i^{-b},$$

где w_i – количество видов, встретившихся i раз в некоторой системе типа ценоз.

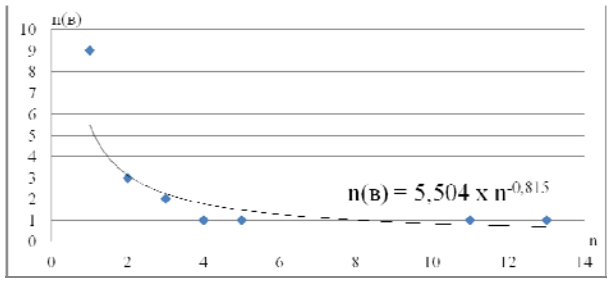

Рис. 2. Видовое распределение двигателей по мощности цеха

Два представленных распределения описывают дискретные величины, такие как количество штук-особей (например, двигателей различных типов в цехе, на заводе).

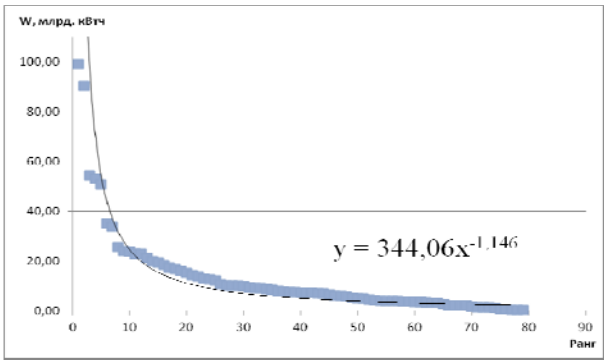

Рис. 3. Ранговое распределение регионов по электропотреблению в 2010 г.

Ранговое распределение (рис. 3) по параметру позволяет описать соотношение элементов системы-ценоза по непрерывной величине (например, такой, как объем электропотребления цехом, заводом, городом, регионом и т.д.).

Рассмотрим все населенные пункты Белгородской области как ценоз (coenosis) – сообщество слабосвязанных элементов [3]. Связующими компонентами являются: принадлежность к одному административному субъекту Федерации, общая инфраструктура дорог, электрической сети, газопроводов, одна система тарифов на услуги инфраструктуры и т. д. Однако, например, при равной численности населения поселки могут потреблять разное количество электроэнергии или быть преимущественно застроенными каменными или деревянными домами, специализироваться на разведении скота, растениеводстве. Жители могут работать в другом, более крупном, населенном пункте, в поселках может быть разное количество автомобилей и т. д. Указанное говорит о ценологических свойствах рассматриваемого сообщества.

Предложим два подхода к организации электроснабжения малых населенных пунктов собственными источниками малой генерации. Первый состоит в том, чтобы перейти к совокупности всех трансформаторных подстанций (ТП) 6–35/0,4 кВ региона и рассматривать их как ценоз, принимая во внимание географическое расположение и суммируя мощности трансформаторов в одном населенном пункте. Видом считается населенный пункт с определенной установленной мощностью ТП в диапазоне (например, поселки с установленной мощностью трансформаторов от 100 до 400 кВ·А). В таком случае в каждый населенный пункт предлагается установить источник малой генерации, состоящий из 2–4 генераторов, по мощности соотносимый с потребляемой мощностью поселка, с резервом мощности на рост электропотребления и аварийный режим работы, с учетом стандартного ряда мощностей генераторов (например, 100, 200, 400, 630 кВт и т. д.).

В случае отсутствия информации о ТП в каждом поселении региона будем считать отдельным видом населенный пункт с численностью населения, варьирующейся в определенных границах. Отнесем к одному виду сельские поселения (СП) с численностью жителей 6–10 человек. Таблица 1 показывает, что популяция этого вида составляет 444 человека [4]. Всего представителей этого вида – 55. Из табл. 1 видно, что большинство сельского населения живет в средних деревнях – от 200 до 2000 чел. Далее, упорядочим виды населенных пунктов по численности их популяций. Присвоим первый ранг виду поселений с наибольшей численностью жителей. Для Белгородской области это вид «ГП 250 000 – 499 999» – городские поселения с численностью жителей от 250 000 до 499 999 чел. Далее присваиваем ранги в порядке уменьшения популяции вида, как показывает табл. 1. Построим зависимость числа жителей в зависимости от ранга вида (по методу наименьших квадратов), исходя из предпосылки, что зависимость является степенно́й, как показывает рис. 4. Получим расчетные коэффициенты – $N_1=2\times10^6$ и степенно́й коэффициент $\beta=2{,}062$. Кривая, построенная по фактическим данным, по форме близка к гиперболе. Для формирования расчетной величины электропотребления по каждому населенному пункту и прогноза необходимо перейти от численности населения к потреблению энергии в каждом городе, поселке, селе. Принимая во внимание, что площадь под фактической кривой (рис. 4) равна численности населения, проведем аналогию, что площадь под кривой распределения населенных пунктов по электропотреблению равна электропотреблению региона. Данная величина известна для каждого года [4]. Для дальнейшего анализа будем использовать расчетный ранг вида поселений, соответствующий его положению на расчетной гиперболе (рис. 4, степенна́я (Белгородская область)). Находим значение ранга из формулы [2, 3]:

$$y=\frac{N_0}{r^{\beta}};$$

$$r=\left(\frac{N_0}{y}\right)^{\frac{1}{\beta}};$$

$$r=\left(\frac{2\,000\,00_0}{356\,40_2}\right)^{\frac{1}{2{,}06_2}}=2{,}308_3.$$

Таблица 1

***H*-распределение видов населенных пунктов Белгородской области по численности населения согласно «Переписи населения-2010»**

Показатель	Вид населенного пункта								
	ГП 250000–499999	**СП 501 – 1000**	**ГП 20000 – 49999**	**СП 201 – 500**	**ГП 5000 – 9999**	**ГП 10000 – 19999**	**СП 1001 – 2000**	**ГП 50000 – 99999**	**СП 2001 – 3000**
Среднее число жителей в НП вида	356402	702	35640	321	7657	13906	1288	88560	2405
Количество НП вида	1	206	4	311	13	7	75	1	18
Фактическая численность населения, чел.	356402	144517	142560	99855	99539	97345	96564	88560	43292
$r_ф$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
r_p	2,308	3,576	3,600	4,278	4,285	4,331	4,348	4,535	6,416
$W_{\text{расч.ранг}}$, млн кВт·ч	3911	1586	1565	1096	1092	1068	1060	972,0	475,1
$W_{\text{факт.ранг}}$, млн кВт·ч	21950	5257	2278	1259	795	546	397,1	301,5	236,5
$P_{\text{уст}}$*, МВт	1220,8	495,0	488,3	342,0	341,0	333,4	330,8	303,4	148,3
$P_{\text{уст.мин}}$*, МВт	1220,8	1,713	68,509	0,685	17,127	34,254	3,425	171,27	6,851
$P_{\text{уст.макс}}$*, МВт	1220,8	3,425	171,27	1,713	34,254	68,509	6,851	342,54	10,276

Продолжение табл. 1

Показатель	Вид населенного пункта									
	СП более 5000	**СП 3001 – 5000**	**СП 101 – 200**	**СП 51 – 100**	**СП 26 – 50**	**ГП 3000 – 4999**	**ГП менее 3000**	**СП 11 – 25**	**СП 6 – 10**	**СП менее 6**
Среднее число жителей в НП вида	6828	3583	146	73	37	4536	2905	17	8	3
Количество НП вида	6	10	234	203	177	1	1	135	55	75
Фактическая численность населения, чел.	40967	35833	34171	14896	6545	4536	2905	2294	444	216
$r_ф$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
r_p	7,196	10,764	16,039	19,161	23,784	26,669	59,142	83,879	10,764	16,040
$W_{\text{расч.ранг}}$, млн кВт·ч	449,6	393,3	375,0	163,5	71,8	49,8	31,9	25,2	4,8	2,4
$W_{\text{факт.ранг}}$, млн кВт·ч	190,3	156,3	130,7	110,8	95,1	82,5	72,2	63,7	56,6	50,7
$P_{\text{уст}}$*, МВт	140,3	122,74	117,05	51,025	22,419	15,538	9,951	7,858	1,521	0,740
$P_{\text{уст.мин}}$*, МВт	17,127	10,276	0,343	0,171	0,086	10,276	9,951	0,034	0,017	0,017
$P_{\text{уст.макс}}$*, МВт	34,254	17,127	0,685	0,343	0,171	17,127	9,951	0,086	0,034	0,017

Комментарии к табл. 1:

$r_ф$ - фактический ранг вида по численности населения; $\boldsymbol{r_p}$ - расчетный ранг вида по численности населения;
$W_{\text{расч.рангов}}$ - расчетная величина электропотребления в год для расчетных рангов, млн кВтч;
$W_{\text{факт.рангов}}$- расчетная величина электропотребления в год для фактических рангов, млн кВтч;
$P_{\text{уст}}$* - расчетная величина необходимой установленной мощности в населенных пунктах данного вида при $T_{\text{им}}$ = = 3204 часов в год, МВт;

$P_{уст.мин}$* - расчетное значение общей установленной мощности источников в населенном пункте для нижней границы вида;
$P_{уст.макс}$* - расчетное значение общей установленной мощности источников в населенном пункте для верхней границы вида;
$W_{расч.рангов}$ - расчетная величина электропотребления в год для расчетных рангов, млн. кВт·ч;
$W_{факт.рангов}$ - расчетная величина электропотребления в год для фактических рангов, млн. кВт·ч;
$P_{уст}$* - расчетная величина необходимой установленной мощности в населенных пунктах данного вида при $T_{им}$ = = 3204 часов в год, МВт;
$P_{уст.мин}$* - расчетное значение общей установленной мощности источников в населенном пункте для нижней границы вида;
$P_{уст.макс}$* - расчетное значение общей установленной мощности источников в населенном пункте для верхней границы вида.

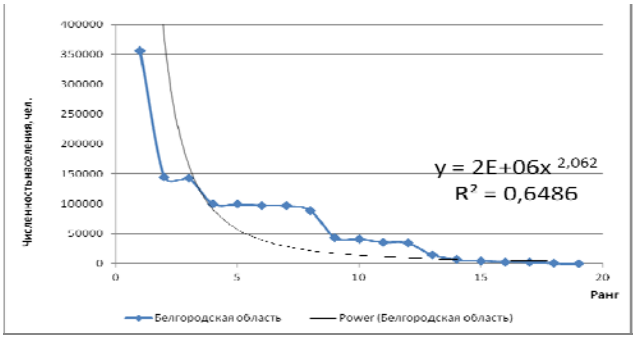

Рис. 4. Ранго-видовое распределение видов населенных пунктов по численности жителей, факт и описание степенно́й зависимостью (см. табл. 1)

Также считаем, что степенно́й коэффициент β принимает для распределения видов населенных пунктов по электропотреблению значение, равное β для распределения по численности жителей. Скорректируем функцию, полученную для распределения видов населенных пунктов по численности жителей, с учетом величины годового электропотребления на душу населения. На 2010 г. потребление электроэнергии в области составило 14,39 ТВт·ч. Население области в 2010 г. равнялось 1 311,4 тыс. человек. Таким образом, душевое потребление равно $W_{чел2010}$ = 10,975 тыс. кВт·ч/чел в год.

Соответственно, W_1= 21,95 млрд. кВт·ч – величина электропотребления в год для искусственно используемого вида первого ранга. Для реального вида поселений с расчетным рангом 2,308 годовое электропотребление составляет 3 911,549 млн кВт·ч. Аналогичная операция проделывается для всех видов поселений (табл. 1). При времени использования максимума 3204 часа необходимая установленная мощность электростанций Белгородской области составит 4 492,26 МВт (сумма $P_{уст}$, см. табл. 1).

Число часов использования максимума. Если принять во внимание, что установленная мощность всех электростанций области на 2011 г. составляла чуть более 283 МВт, с учетом возобновляемых источников, величина получается просто гигантской. Однако если обратиться к фактам [5], увидим, что собственная электроэнергия в балансе региона составляет 6,3%, и становится ясно, почему математическая модель *H*-распределения выдает такие большие мощности, необходимые к вводу в эксплуатацию. Колоссальный дефицит легко объясним при наличии таких соседей-гигантов, как Курская, Нововоронежская, Ростовская, Балаковская АЭС. Крупные населенные пункты получают электроэнергию АЭС через подстанции 110 кВ и выше. А далее электроэнергия транспортируется на значительные расстояния по распределительным сетям 6–35 кВ до малых населенных пунктов. Для жителей этих поселков и деревень так же необходимо наличие качественного и надежного электроснабжения, как и в столицах регионов.

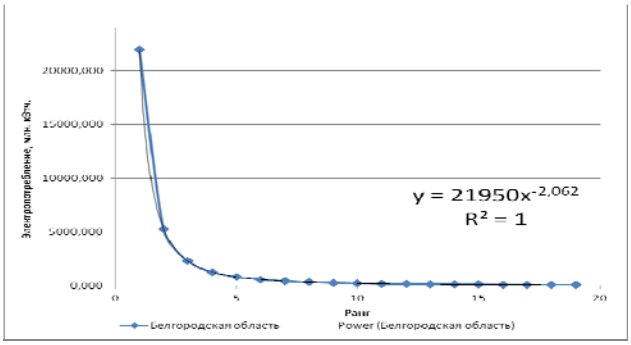

Рис. 5. Расчетное распределение населенных пунктов Белгородской области по электропотреблению

Следовательно, необходимо ввести в эксплуатацию объекты малой генерации общей мощностью более 2 146 МВт. Это сумма $P_{уст}$* для населенных пунктов с численностью жителей до 10 000 человек. В таких населенных пунктах только в Белгородской области проживает 626 574 человека [4]. Нужно обеспечить этим населенным пунктам надежное электроснабже-

ние, или они продолжат вымирать. Для кого существует электроэнергетика – для себя или для потребителя? Ждать ответа до срока исполнения программы по приказу Минэнерго осталось 5 лет.

Литература

1. *Кудрин Б.И.* Стратегия электроэнергетики и стратегия электрики России до конца XXI века // Вести в Электроэнергетике. 2012. №3. С. 18–29.
2. *Кудрин Б.И., Фуфаев В.В., Кучин П.Г.* Энергоэффективность: рейтинг российских регионов по электропотреблению за 1990-2010 годы // Электрика. 2010. №8. С. 3–15.
3. *Кудрин Б.И.* Классика технических ценозов. Общая и прикладная ценология. Вып. 31. «Ценологические исследования». Томск: Томский государственный университет – Центр системных исследований, 2006.
4. Сайт Федеральной службы государственной статистики Росстат – gks.ru: подразделы Предпринимательство, Промышленное производство, Потребление электроэнергии в Российской Федерации; Население, Демография, Численность и состав населения, Численность населения.
5. РИА Рейтинг. Рейтинг энергодостаточности регионов России-2011. http://ria.ru/research_rating/20120311/591378439.html

УДК 631.1.001.5

ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ

Канд. экон. наук Н.Э. Касумов (ФГБОУ ВПО РГАЗУ, г. Балашиха);
д-р техн. наук И.И. Свентицкий (ГНУ ВИЭСХ)

Рассмотрены основные причины высокой энергоемкости сельскохозяйственной продукции и предложен метод совершенствования прогнозирования ее уровня на основе применения энергоинформационного анализа.

Ключевые слова: *энергоемкость; технико-экономические прогнозы; энергоинформационный анализ.*

This article considers the main reasons for the high energy intensity of agricultural production, and proposed a method for prediction of improvement, its level of energy-based analysis.

Keywords: *energy; techno-economic forecasts; energy-analysis.*

Для выбора направлений прогрессивного развития технологий в различных отраслях производства и иных сферах деятельности применяют технико-экономические или экономические прогнозные расчеты, основанные на стоимостных показателях в денежном выражении. В общих стоимостных расчетах на получение продукции или оказания услуг, как правило, существенная часть приходится на затраты энергии, используемой непосредственно в технологических процессах, при использовании транспорта или создания комфортных условий в помещениях. Эта составляющая материальных затрат определяется, прежде всего, существующими ценами на первичные энергоносители.

За продолжительный период (со второй половины XX столетия) цены на энергоносители (нефть, газ, уголь и др.) непрерывно возрастают. Так, за период с 1972 по 1982 гг. цены на энергоносители на мировом рынке возросли примерно в 10 раз. В 90-х гг. прошлого века и до 2008 г. рост мировых цен на энергоносители также был высоким. Особенно резкое изменение цен имело место в последние два месяца 2008 г. (3–4 раза).

Общая тенденция роста цен на энергоносители и резкое изменение их в короткие сроки свидетельствуют о низкой надежности прогнозных расчетов, основанных только на стоимостных показателях, так как учет материальных затрат, приходящихся на используемую энергию осложняется и снижает надежность технико-экономических прогнозов на среднюю и, особенно, дальнюю перспективу.

Зарождение этой технико-экономической проблемы, очевидно, стимулировало развитие классической термодинамики, которое было начато в работе Сади Карно [1]. Он не сомневался, что универсальный паровой двигатель может существенно расширить социальные и экономические возможности человечества. Это представление и побудило его к научному поиску количественного критерия совершенствования паровых машин – их теоретического (термодинамического) КПД [1]. Аналитическое выражение этого показателя было названо формулой Карно для определения термодинамического коэффициента полезного действия тепловой машины (η_T):

$$\eta_T = 1 - \frac{T_0}{T_1}, \qquad (1)$$

где T_o, T_1 – температура (абсолютная) теплоносителя соответственно на выходе из машины и на входе в нее.

Этот показатель позволяет определить ту часть теплотворной способности топлива, которую в пределе тепловая машина может превратить в работу или электрическую энергию. Осознавая особую важность использования этой части теплотворной способности топлива для получения работы, С. Карно отмечал: «Использование энергоносителя только для нагрева, не взяв от него работы – это преступление». Часть теплотворной способности энергоносителя, пригодной для преобразования в работу, называют эксергией (e). Ее можно определить, исходя из формулы (1), умножением теплотворной способности или общей энергии теплоносителя W на η_T:

$$e = \mathrm{W} \cdot \eta_T . \qquad (2)$$

В технико-экономических расчетах необходимо учитывать не только теплотворную спо-

собность энергоносителей, но их эксергию. Важность этого учета видна из следующего.

Важным показателем научно-технического и социально-экономического уровня производства любой продукции, а также валового внутреннего продукта (ВВП) страны (региона) является энергоемкость. Под энергоемкостью ВВП понимается отношение суммарной энергии всех энергоносителей, использованных за год на получение ВВП к его стоимости в денежном выражении. В 2005 г. энергоемкость ВВП РФ была в 3 раза выше среднемирового значения этого показателя и в 5,5 раз выше, чем в западноевропейских странах [2]. В 1970 г. в СССР энергоемкость ВВП была на уровне среднемирового ее значения.

Высокая энергоемкость любой продукции обуславливает, как правило, ее высокую себестоимость. Это снижает международную конкурентоспособность отечественной продукции, ограничивает ее экспорт и превращает нашу страну в сырьевой придаток мирового сообщества. Чрезмерно высокая энергоемкость ВВП РФ дает повод причислять Россию к наиболее отсталым странам мира.

На основе анализа современного состояния внутренней энергетики РФ была выявлена основная причина отставания России по энергоемкости ВВП от передовых стран мира. По сообщению бывшего Председателя правительства РФ В. А. Зубкова, которое было передано «Вестями» 20 декабря 2007 г., 45 % топливно-энергетических ресурсов, потребляемых в РФ, используют через котельные, не вырабатывающие электроэнергию, только для обогрева помещений и получения горячей воды. Эксергия (потенциальная превратимость в работу или электрическую энергию) этой части энергетических ресурсов практически не используется. Котельные и другие теплогенераторы, не вырабатывающие электрической энергии, используют топливно-энергетические ресурсы с весьма низкой эффективностью. Они морально и физически устарели. Их необходимо заменить на мини-ТЭС с когенерацией тепловой энергии. Они позволят до 40–50 % теплотворной способности превращать в электрическую энергию и столько же в низкотемпературное тепло для обогрева помещений и получения горячей воды. Применение тепловых насосов также будет способствовать снижению энергоемкости ВВП РФ. Такой реконструкции внутренней энергетики способствовал Указ Президента РФ от 4 июля 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики (опубликован 07.07.2008 г.). Указом предусматривалось снижение к 2020 году энергоемкости ВВП РФ не менее чем на 40 % по сравнению с 2007 годом с целью обеспечения рационального и экологически ответственного использования энергии и энергетических ресурсов. Указом также предусматривалось стимулирование его выполнения. При формировании тарифной политики и проектов федерального бюджета на 2009 год и на 2010–2011 гг., а также на последующие годы выделялись бюджетные ассигнования, необходимые для поддержки и стимулирования реализации проектов использования возобновляемых источников энергии и экологически чистых производственных технологий. Отметим, что тепловые насосы позволяют использовать возобновляемую тепловую энергию окружающей среды. В Указе также предусматривалось учитывать в качестве критерия выделения бюджетом Российской Федерации отдельных видов субсидий применение на территории РФ энергосберегающих и экологически чистых производственных технологий.

Важной вехой в обосновании необходимости использования энергоинформационного анализа в разработке технико-экономических прогнозов явилась работа С.А. Подолинского «Труд человека и его отношение к распределению энергии» [3]. Он обратил внимание на необходимость учета в экономических и технико-экономических расчетах не только количества труда человека, но и «труда всей природы». По его определению, труд – это такая физическая и психическая деятельность, «которая способствует накоплению свободной энергии на земле».

В 30-х годах XX столетия в период формирования планов развития СССР В.И. Вернадский, сотрудничая в Комиссии производительных сил страны (КЭПС), предложил все возможные материальные средства производительных сил страны «выразить в одинаковых энергетических единицах» [4].

Как отмечено в [5], «энергоэффективность прогрессивно эволюционирующих природных систем повышается благодаря повышению ценности информации, содержащейся в них, и снижению энергоемкости ее содержания и функционирования, а также совершенствованию получения и рецепции информации из внешней среды. В этом заключается особенность энергоинформационного анализа и его применения в технико-экономических прогнозах».

Важное событие в мировой энергетике – переход с 80-х гг. XX века большинства энерге-

тиков мира от энтропийного анализа процессов преобразования энергии к эксергетическому анализу. Он более прост и хорошо сочетается с технико-экономическими анализами [6]. Энтропийный анализ принципиально непригоден для рассмотрения преобразований энергии организмами в сельскохозяйственном производстве и экологии. В ГНУ ВИЭСХ разработан метод эксергетического анализа биоконверсии энергии солнечного излучения растениями в процессе фотосинтеза [7]. Обоснована необходимость и разработана методика совместного эксергетического анализа как техногенного преобразования энергии, так и биоконверсии природной солнечной энергии растениями при формировании урожая.

Выявлена возможность существенного снижения энергоемкости сельскохозяйственной продукции повышением КПД биоконверсии солнечной энергии растениями благодаря применению компьютерных технологий энергоинформационной оптимизации управления формированием урожая. Создание таких технологий стало возможным благодаря применению количественных взаимно согласованных определений агроэкологических величин (агроклиматического и мелиоративного потенциалов земельных угодий, их плодородия и др.). Все эти величины выражены в одинаковых эксергетических единицах. Их аналитические выражения пригодны для разработки основных алгоритмов компьютерных программ систем оптимизации агротехнологий [7]. В отличие от технико-экономических расчетов рассматриваемая система позволяет одновременно рассчитывать три критерия оптимизации: КПД эксергетический по использованию природной энергии; показатель эксергетический эффективности использования техногенной энергии; показатель эксергетический технико-экономический. Первые два критерия оптимизации прямо не связаны со стоимостными показателями материальных средств, используемых в технологии производства продукции растениеводства. Отметим, что эту систему можно дополнить критерием оптимизации (минимизации) негативного воздействия агротехнологий на окружающую среду (например, по тепловому загрязнению).

Подобные системы оптимизации для прогнозных расчетов на средне- и дальнесрочную перспективу можно разработать и для отраслей животноводства.

Системы энерго-, ресурсо-, информационной оптимизации в принципе можно создавать не только для технологий аграрного производства, но и для технологий любых иных отраслей человеческой деятельности. Для обеспечения информационной адаптивности подобных систем целесообразно предусматривать в них, наряду с базой знаний, устройства сбора и учета новой научной информации, оказывающей влияние на развитие, прежде всего, техногенной энергетики, а также общих концептуальных основ естествознания.

Литература

1. *Карно С.* Размышление о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу // В кн.: Второе начало термодинамики. М.–Л.: ГТТК, 1934. С. 15 – 70.
2. *Бушуев В.В.* Энергетический потенциал и устойчивое развитие. М.: ИАЦ Энергия, 2006.
3. *Подолинский С.А.* Труд человека и его отношение к распределению энергии // Слово. 1880. Т. IV–V. С. 135 – 211.
4. *Вернадский В.И.* О задачах и организации прикладной научной работы АН СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1928.
5. *Свентицкий И.И., Гришин А.П.* Детерминизм энергоинформационного анализа энергетической и продовольственной безопасности // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Сборник научных докладов международной научно-практической конференции (НАН Беларуси, «НПЦ по механизации сельского хозяйства», 21–22 октября 2009 г., г. Минск). Минск: Изд-во «НАН Беларуси», 2009.
6. *Бродянский В.М.* Эксергетический метод термодинамического анализа. М.: Энергия, 1973.
7. *Свентицкий И.И.* Энергосбережение в АПК и энергетическая экстремальность самоорганизации. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2007.

УДК 631.1

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ ЧИСЛЕННОСТИ И КАДРОВОГО СОСТАВА РАБОТНИКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Асп. Т.Ю. Аниканова
(ГНУ ВНИИ организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве, г. Москва)

Рассматривается вопрос оптимизации численности и кадрового состава работников сельскохозяйственных организаций как один из важнейших элементов системы управления кадрами. С целью определения динамики численности работников сельского хозяйства РФ по основным профессиям, категориям работников и т. п. исследованы данные годовых отчетов Минсельхоза РФ за период 2000 – 2011 гг. Определены тенденции на рынке труда за период 2008 – 2011 гг. с использованием результатов анализа межрегиональной трудовой миграции.

Доказана экономическая необходимость оптимизации численности и кадрового состава работников для достижения максимального результата предприятий при минимальных издержках. Определены основные этапы проведения оптимизации численности в хозяйствах.

***Ключевые слова:** оптимизация; численность; трудовые ресурсы; кадры; издержки; затраты; структура трудовых ресурсов; труд; условия труда.*

The matter of optimization of number and composition of human resources for agricultural organizations is considered as one of the most important questions of Human Resources Management System. In order to determine the dynamics of number of people working in agriculture of the Russian Federation considering main professions, categories of workers, etc., data from the annual reports of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation for the period of 2000–2011 are analyzed. With using results of the analysis of interregional migration, trends on labour market are determined for the period 2008–2011.

Economic necessity to optimize the size and composition of employees in order to achieve maximum results in minimal cost is shown. The main stages of optimization of the number of employee in estations are determined .

***Keywords:** optimization; population; human resources; staff; costs; expanses; structure of human resources; employment; conditions of work.*

Оптимизация численности и кадрового состава работников сельскохозяйственных организаций — важная задача, своевременное решение которой необходимо для эффективного функционирования предприятий аграрного сектора. Данная проблематика обусловлена социально-экономическими аспектами управления, так как растет стремление к повышению рациональности использования трудовых ресурсов для достижения максимального результата при минимальных издержках. Вопрос экономической необходимости оптимизации численности и кадрового состава работников сельскохозяйственных организаций объективно выдвигается на первый план и является одним из важных элементов системы управления кадрами сельскохозяйственных организаций.

Для повышения рентабельности необходимо увеличение прибыли и, прежде всего, снижение затрат на производство продукции. Только постоянный анализ, учет и контроль издержек, управление затратами могут обеспечить повышение экономической эффективности предприятий аграрного сектора. Повышать рентабельность можно двумя путями: увеличивать выручку (что характерно растущим рынкам) или снижать затраты (что характерно насыщенным рынкам). Однако при увеличении стоимости произведенной продукции снижается ее конкурентоспособность. Следовательно, выбор снижения затрат становится экономической необходимостью для предприятий аграрного сектора АПК. В этой связи важным фактором является то, что в подавляющем большинстве сельскохозяйственных предприятий значительную, если не главную, статью издержек составляют затраты на трудовые ресурсы.

Расходы на содержание кадров – это расходы, которые предприятие платит за работу (труд). Они выступают в виде выплаты денежных вознаграждений, дополнительных расходов на содержание трудовых ресурсов, осуществляемых в соответствии с действующими законами и тарифными соглашениями, или добровольных социальных услуг предприятий аграрного сектора. Эти расходы довольно значительны, особенно с учетом требования первоочередности по этим платежам. Причем затраты на

трудовые ресурсы растут опережающими темпами по отношению к росту производительности труда. Основными составляющими издержек на трудовые ресурсы предприятий аграрного сектора являются:

– базовая заработная плата; эта категория включает должностные оклады и выплаты по часовым тарифным ставкам;

– переменная заработная плата; к этой категории относятся выплаты рабочим-сдельщикам, компенсационные, аккордная заработная плата;

– все виды премиальных, включая премии по итогам года, квартала, месяца, разовые премии за выполнение отдельных заданий;

– доплаты и надбавки к заработной плате (доплаты за работу в сверхурочное время, в выходные и праздничные дни, надбавки за сменность, непроизводственные премии);

– оплата неотработанного времени (ежегодные отпуска, праздничные дни, время болезни);

– взносы в фонд страховых пособий (страхование жизни, страхование по болезни и несчастным случаям);

– стоимость социальных льгот, затраты на медицинское обслуживание, бесплатное питание, предоставление бесплатных услуг, взносы в фонд пенсий по старости и т. д. К данной категории относятся издержки на все льготы, как установленные законодательством, так и предоставляемые организацией в дополнение к требованиям закона;

– взносы в фонды социального страхования, установленные законодательно, т. е. в государственные системы социального обеспечения, страхования по безработице, действующего в федеральных органах, компенсации работникам, страхования по временной нетрудоспособности и т.д.;

– затраты на найм, пополнение и обучение кадров;

– расходы на работу с кадрами;

– другие выплаты (выходные пособия, дополнительная помощь безработным и т. д.).

Кроме того, при планировании расходов на трудовые ресурсы следует иметь в виду следующие социальные затраты: расходы, связанные с доплатами за общественное питание, жилищно-бытовым обслуживанием, культурой и физическим воспитанием, здравоохранением и отдыхом, обеспечением детскими учреждениями. Следует также планировать расходы на охрану труда и окружающей среды, на создание благоприятных условий труда, расходы на создание, содержание и уборки рабочих мест, расходы на обеспечение техники безопасности, а также стоимость спецодежды, освещения, отопления и т.д. Если текучесть кадров в хозяйстве большая, то появляются дополнительные расходы, связанные с поисками новой рабочей силы, ее инструктажем и освоением работ. При высокой текучести кадров растет размер оплат сверхурочных работ, увеличиваются брак и простои, повышается уровень заболеваемости, производственного травматизма, наступает ранняя инвалидность. Все это повышает расходы, связанные с трудовыми ресурсами, приводит к росту себестоимости продукции и снижению ее конкурентоспособности.

В совокупности данные расходы предприятий АПК могут достигать до 50% от выручки. Учитывая, что потребности сельскохозяйственных организаций в работниках меняются с течением времени под воздействием ряда внешних и внутренних факторов, необходимо постоянно изучать структуру расходов на кадры, анализировать причины увеличения и степень их оптимальности. Последнее важно, так как недостаток кадров порождает отступление от установленной технологии и, соответственно, ведет к непроизводительным расходам. В то же время излишек кадров приводит к недогрузке работников, использованию кадров не по назначению, к снижению производительности труда. «Затратность» системы управления кадрами предприятий АПК необходимо снижать, освобождаясь от избытка сотрудников на нерентабельных направлениях и оптимизируя затраты с учетом нагрузки (дополнительной нагрузки) на каждого сотрудника и финансовых возможностей предприятия, тем самым оптимизируя расходы предприятий. Следует обратить внимание на то, что в данном случае, управление затратами на трудовые ресурсы заключается не столько в сокращении потребления тех или иных ресурсов (хотя это и важно), сколько в обеспечении их рационального использования для достижения целей сельскохозяйственных организаций. Таким образом, своевременное проведение процедур оптимизации численности и формирование требуемого профессионально-кадрового потенциала в соответствие с целями сельскохозяйственных организаций позволяют осуществлять хозяйственную деятельность на предприятиях и проводить эффективную кадровую политику.

Необходимо также учитывать, что сельскохозяйственный труд является самым слож-

ным трудом в народном хозяйстве, поскольку здесь на процесс производства воздействуют биологические, генетические, физические, социальные, природные факторы; в аграрном секторе постоянно требуются высококвалифицированные трудовые ресурсы. Каждый работник, занятый в сельскохозяйственном производстве, использует неизмеримо увеличившуюся массу различных материально-технических средств. От каждого специалиста аграрного сектора зависит качество выполнения требуемого объема работ, каждый работник оказывает большое влияние на конечные результаты работы предприятия. Исходя из этого, сельхозпредприятиям необходимо обеспечивать своевременную корректировку требований к численности и кадровому составу в соответствие с условиями рынка, требуемый уровень организации труда, оптимальную расстановку рабочей силы на производственных участках, точное распределение рабочего времени.

Эффективность использования кадрового потенциала предприятий АПК зависит также от механизации, электрификации и автоматизации производственных процессов, оплаты труда и материального стимулирования работников, уровня квалификации кадров и других условий.

Важным фактором является также то, что за последние несколько лет в аграрном секторе значительно изменилась ситуация на рынке труда: трудовая миграция растет, рождаемость падает, количество людей работоспособного возраста уменьшается — уходят пенсионеры, и заменить их часто просто некем. При этом во многих хозяйствах разворачивается техническое перевооружение, на предприятия поступает новое, гораздо более сложное оборудование, то есть требования к работникам все время растут. Из-за низкого уровня оплаты труда в сельском хозяйстве, ухудшений условий труда общая численность работников основных профессий сельскохозяйственного производства уменьшается. Проблемой для предприятий аграрного сектора является острая нехватка квалифицированных рабочих, наблюдается нехватка узких специалистов. Уже сейчас намечается дефицит специалистов инженерно-технического направления. Дополнительные трудности создаются увеличением размеров межрегиональной трудовой миграции, неравномерным размещением трудовых ресурсов: в одних регионах – их не хватает, в других – наблюдается избыток.

Исследуя данные тенденций на рынке труда (Статистический бюллетень 2012 года, Федеральная служба государственной статистики http://www.gks.ru/), можно сделать следующие выводы. В 2008 г. было отмечено увеличение размеров межрегиональной трудовой миграции. По данным обследования населения по проблемам занятости, численность занятых, которые работали за пределами своего субъекта Российской Федерации, составила в среднем за 2008 год 1,6 млн человек по сравнению с 1,0 млн человек в 2007 году. В 2009 году, вследствие снижения общей потребности в рабочей силе, объемы внутренней трудовой миграции уменьшились до 1,4 млн. человек в среднем за год. В 2011 году размеры выезда на работу за пределы своего субъекта Российской Федерации вновь увеличились. При этом если в I квартале 2011 года они составляли 2,0 млн человек (2,9% численности занятого населения), то к ноябрю 2011 года достигли 2,3 млн человек, или 3,3% численности занятого населения. В среднем за 2011 год численность населения, работающего за пределами своего субъекта Российской Федерации, составила 2,0 млн человек (в 2010 г. 1,8 млн человек), или 2,8% (2,6%) от общей численности занятого населения.

Рис. 1. Занятое население по месту работы и месту постоянного проживания, млн чел.

Из числа выезжающих на работу за пределы своего субъекта Российской Федерации – 28,8 тыс. чел. заняты в сельском хозяйстве. Наибольшие размеры выезда граждан на работу в другие регионы имели в 2011 году: Московская, Ленинградская, Тульская, Владимирская, Ивановская, Тамбовская, Тверская, Брянская, Орловская, Курганская, Пензенская области, Чувашская Республика, Республика Башкортостан, Республика Марий Эл, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Мордовия – от 5,5 до 12% численности занятого населения этих территорий (Республика Адыгея – 15%).

Основными субъектами Российской Федерации, принимающими на работу граждан из других регионов, являются Москва (1 млн человек, или 17% к численности занятого населения

данного региона), Тюменская область (с автономными округами) (220 тыс. человек, или 12,4%), Московская область (200 тыс. человек, или 6,3%), Санкт-Петербург (80 тыс. человек, или 3,1%), Краснодарский край (58 тыс. человек, или 2,4%). В составе въезжающих на работу в Москву из других субъектов Российской Федерации 46% составляют жители Московской области, 28% – жители Республики Мордовия, Чувашской Республики, Брянской, Владимирской, Ивановской, Тамбовской, Тульской, Пензенской областей. В составе въезжающих на работу в Московскую область 24% составляют жители Москвы, около 47% – жители Чувашской Республики, Ивановской, Воронежской, Тверской, Калужской, Тульской, Нижегородской, Пензенской, Волгоградской областей.

Следовательно, в условиях увеличения размеров межрегиональной трудовой миграции, ухудшения демографической ситуации, нарастания дефицита высококвалифицированных специалистов, серьезных изменений трудовой мотивации у нового поколения сводить проблему оптимизации численности к минимизации, сокращению штата – не совсем верно. Оптимизация организационной структуры и численности кадрового состава — это не обязательно сокращение штата и структурных подразделений. Под оптимизацией подразумеваются и увеличение кадровой численности (например, на отдельных технологических и производственных участках), и различные перемещения работников, изменение состава и иерархии структурных подразделений.

Современный энциклопедический словарь определяет понятие «оптимизация» как «…процесс нахождения наилучшего (из множества возможных) варианта решения задачи при заданных требованиях и ограничениях», соответственно оптимизация управления процессом представляет собой определение пути достижения цели при обеспечении наилучших значений показателей, характеризующих этот процесс.

Численность работников должна быть оптимальной, так как при завышенной численности увеличиваются затраты на его содержание, при заниженной численности работников сельскохозяйственные предприятия не могут выполнить требуемый объем запланированных работ и производства продукции. Оптимизируя численность и кадровый состав, выявляя и продуктивно применяя профессиональный потенциал сотрудников, проводя продуманную, последовательную и активную кадровую политику, руководство сельскохозяйственных предприятий обеспечивает сокращение общих затрат на рабочую силу, что положительно влияет на результаты деятельности предприятий в целом.

Исследуя данные годовых отчетов Минсельхоза Российской Федерации за период 2000–2011 гг., можно сделать следующие выводы.

1. Динамика численности работников сельского хозяйства РФ по основным профессиям, категориям работников за период исследования 2000–2011 гг.

Как по общей численности, так и по отдельным функциональным группам, категориям работников, их профессиональным группам, отдельным профессиям наблюдается четко выраженная тенденция снижения численности работников за изучаемый период. Так общая численность работающих сократилась с 4557,3 до 1567,13 тыс. чел., т.е. в 2,9 раза; снижение численности постоянных работников за этот период составило 2110,7 тыс. человек, ее величина уменьшилась до 1404,5 тыс. чел. в 2011 г. с 3997,5 тыс. чел. в 2000 г. Значительно сократилась численность работников массовых профессий: так численность трактористов-машинистов стабильно снижалась по годам и в 2011 г. она составила 233,5 тыс. чел. против 720,2 тыс. чел. в 2000 г. Аналогичная ситуация с операторами машинного доения, их численность за последний год составляла лишь 32,5 % от числа работающих в 2000 г.

2. Динамика снижения численности работников сельского хозяйства РФ за 2000-2011 гг.

Наиболее наглядно о процессах движения по разным группам работников дают рассчитанные темпы снижения в динамике по годам за изучаемый период, где за 100 % был взят 2000 г. По результатам расчетов темпы снижения численности в разрезе выделенных групп работников идут примерно в одинаковых пропорциях. К примеру, если взять группу работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, а также профессию трактористов-машинистов и операторов машинного доения, то снижение их численности по исследуемым годам происходило равными темпами. Более низкие темпы за этот же период сложились с группами руководителей и специалистов. И это объяснимо с тех позиций, что если сокращается производство в сельхозорганизациях, закрываются отдельные отрасли, подразделения, рабочие места большинства специалистов и руководителей остаются, но уже с меньшей нагрузкой на работника.

Из общей картины снижения численности работников по отраслям выделяются отрасли

свиноводства и птицеводства. Так, темпы снижения численности работников свиноводства к уровню 2000 г. незначительно различаются по годам: в 2009 г. – 98,2%; в 2010 г. – 98,0%; в 2011 г. – 93,8 % от уровня 2000 г. Что касается отрасли птицеводства, то в сравнении с другими отраслями и группами работников можно говорить о некоторой стабилизации числа работающих в ней, а в последние годы – можно отметить даже рост показателя отраслевой численности работников. Если в 2002 г. снижение по сравнению с 2000 г. составило 97,6%, то в последующие годы его величина изменялась от 91,3% (2004 г.), до 96,5% в 2007 г. А в 2010 и 2011 гг. наблюдается прирост численности по сравнению с 2000 г.: 100,1 и 105,7% соответственно. Обозначенные тенденции в изменении численности работников по принятой классификации сельскохозяйственных работников также подтверждают данные структурного состава работников сельского хозяйства РФ за 2000–2011 гг.

3. Анализ структурного состава работников сельского хозяйства РФ за 2000–2011 гг.

Рассчитанные данные структурного состава работников сельского хозяйства РФ за 11-летний период четко обозначают те тенденции, которые наметились при анализе расчетных данных динамики численности работников сельского хозяйства РФ за период 2000–2011 гг. по основным профессиям, категориям работников и динамики снижения численности работников сельского хозяйства РФ за тот же период исследования. Соотношения между категориями работников, отдельными профессиональными группами, работниками отраслей, выделенных по форме годовой отчетности Министерства сельского хозяйства, № 5-АПК, по годам существенно не меняется. Но по таким профессиям, как трактористы-машинисты, операторы машинного доения просматривается тенденция к снижению их численности, особенно – в последние 3 года. По работникам, занятым в свиноводстве, наметился небольшой рост удельного веса этих работников в общей численности занятых в сельском хозяйстве организаций 2,1 % (2001 г.) до 2,4 % в 2011 г. С 1,4 % в 2000 г. до 4,4 % в 2011 г. вырос удельный вес отрасли птицеводства. Рост численности работников отраслей свиноводства и птицеводства подтверждает, что данные отрасли имеют тенденцию своего развития в масштабах отрасли сельского хозяйства. Об этом говорят следующие данные. В структуре выручки от реализации продукции животноводства удельный вес продукции этих отраслей вырос за последние годы. Удельный вес выручки отрасли свиноводства с 4,4 % в 2000 г. вырос до 13,3 % в 2009 г., а в 2011 г. он составил 14,9 % в общей сумме выручки животноводческой продукции сельхозорганизаций России; удельный вес продукции птицеводств – 10,0; 18,6 и 16,2 % соответственно.

Численность кадров определяется характером, масштабами, сложностью, трудоемкостью производственных процессов, степенью их механизации, автоматизации, компьютеризации. Качественную и количественную потребность в кадрах определяют в единстве и взаимосвязи. Качественная потребность – это потребность по категориям, профессиям, специальностям, уровню квалификационных требований к кадрам. Расчет качественной потребности по профессиям и специальностям сопровождается одновременным расчетом количества кадров по каждому критерию качественной потребности. В свою очередь, трудовые ресурсы сельскохозяйственных предприятий имеют определенные количественные, качественные и структурные характеристики, которые измеряются соответствующими абсолютными и относительными показателями: структура работников предприятия; среднесписочная и среднегодовая численность работников; коэффициент выбытия кадров; коэффициент текучести кадров; коэффициент приема кадров; коэффициент стабильности кадров; средний стаж работы по отдельным категориям работников.

Структура трудовых ресурсов предприятия – это процентное соотношение различных категорий работников в их общей численности. В кадровой структуре сельскохозяйственных предприятий работники, занятые в сельскохозяйственном производстве, занимают 85–90 %, в том числе постоянные рабочие 70–75 % (из них трактористы-машинисты – 13–18 %), сезонные и временные рабочие 5–8 %, руководители и специалисты 8–12 %. Эта структура определяется многими факторами: размерами и специализацией сельскохозяйственного предприятия, степенью участия в интеграционных процессах, природными условиями и т. д. Она может рассчитываться и по таким признакам, как возраст, пол, уровень образования, стаж работы, квалификация и т. п.

Трудовые ресурсы включают несколько категорий работников: руководители, специалисты, рабочие, служащие, младший обслуживающий персонал. По характеру труда, сложно-

сти и ответственности выполняемых функций управленческие кадры делятся на три категории: руководители; специалисты; технические исполнители или другие служащие. Самой многочисленной категорией производственного персонала являются рабочие – работники, непосредственно занятые созданием материальных ценностей или работами по оказанию производственных услуг; они подразделяются на основных и вспомогательных. К основным относят работников, непосредственно создающих продукцию и занятых осуществлением технологических процессов, к вспомогательным – рабочих, занятых обслуживанием основного производства, а также всех рабочих вспомогательных подразделений. По длительности пребывания на предприятии рабочих подразделяют на постоянных, сезонных и временных. Постоянными считаются принятые на работу без ограничения срока или на срок более 6 месяцев, сезонными – поступившие на период сезонных работ (сроком не более 6 месяцев), временными – на срок до двух месяцев, а при замещении временно отсутствующих работников – до 4 месяцев. Постоянные рабочие подразделяются по профессиям (трактористы-машинисты, комбайнеры, операторы машинного доения, скотники и т. д.), квалификации (тракторист-машинист I, II, III класса и др.), возрасту, полу, стажу, образованию и т. д. Младший обслуживающий персонал занимает должности по уходу за служебными помещениями, а также по обслуживанию других работников (дворники, уборщицы, курьеры и др.).

Главной формой организации деятельности предприятий является план экономического и социального развития (с разбивкой по годам). Предприятие самостоятельно разрабатывает и утверждает план на основе различных исходных данных, годовых отчетов, статистической информации, контрольных цифр, государственных заказов, долговременных экономических нормативов и лимитов, а также прямых заказов потребителей и органов материально-технического снабжения на продукцию, работы и услуги аграрного сектора. При планировании экономического и социального развития предприятие определяет общую численность работников, их профессиональный и квалификационный состав, утверждает штаты. Исходными данными для определения необходимой численности работников, их профессионального и квалификационного состава являются: нормы выработки, планируемый рост повышения производительности труда, структура работ. К проведению оптимизации численности работников сельскохозяйственного производства следует относиться как к отдельному проекту, который необходимо спланировать, то есть определить состав работ, их последовательность, сроки выполнения и ответственных за исполнение каждой задачи.

Прежде всего, необходимо провести диагностику текущего состояния дел в сфере производительности труда и численности трудовых ресурсов в сельхозорганизации. Надо систематизировать и проанализировать количество кадров в хозяйстве в разрезе подразделений, с учетом выполняемых подразделением функций и реальной загрузки (интенсивности и продолжительности работы). На основе выводов, полученных в ходе такого анализа, можно предложить ряд мер по оптимизации численности и кадрового состава сельхозпредприятия. Кроме того, полезно задуматься о проведении, в случае необходимости, модернизации оборудования и внедрении передовых производственных технологий. Все эти мероприятия позволят сразу выявить те рабочие места, которые подлежат сокращению за ненадобностью. Далее следует рассчитать оптимальную численность кадров, необходимую для качественного выполнения производственной программы с учетом оптимизации административных и производственных процессов. Определение оптимальной численности производится с использованием той или иной методики нормирования численности, а также статистико-экономического метода, аналитического, абстрактно-логического, метода сравнений, экспертного метода, метода прямого расчета, нормативного метода (с учетом трудоемкости работ на основе фотографии рабочего времени). Сравнивая имеющуюся на сегодняшний день численность кадров с оптимальной численностью, получаем то количество кадров в каждом подразделении, которое необходимо сократить. После этого необходимо спланировать программу сокращений, в которой нужно определить плановые мероприятия с учетом существующих подходов, сроки и методы сокращения.

Существует два принципиально различных подхода к проведению сокращения численности, которые условно можно назвать «жестким» и «мягким». «Жесткий» подход – это классическое сокращение штата: наступает некий кризис, принимается решение о сокращении издержек путем сокращения штата, выявляются неэффективные рабочие места, сотрудников предупреждают за два месяца об увольнении, выплачивают положенные по ТК РФ компенса-

ции и увольняют. «Мягкие» методы сокращения численности основаны на стремлении уйти от прямых увольнений по инициативе администрации, их суть заключается в создании условий для стимулирования «естественного» снижения численности кадров. «Мягкие» методы направлены на предупреждение таких ситуаций, когда требуется проводить массовые увольнения. Все «мягкие» методы можно условно разделить на три группы: «естественное» выбытие; «мягкое» сокращение; управление численностью без сокращений.

«Естественное» выбытие кадров – это такие способы, при которых сотрудник увольняется самостоятельно, по собственной инициативе, и задача администрации – создать для этого некоторые условия. Самый «жесткий» из методов «естественного» выбытия – это стимулирование увольнений по собственному желанию за счет ужесточения процедуры аттестации (переаттестации) трудовых ресурсов и модернизации системы материального стимулирования. Если сотрудник не проходит очередной аттестации, он подлежит либо увольнению по несоответствию занимаемой должности, либо переводу на должность, соответствующую его квалификации (т. е. оплачиваемую ниже). И то, и другое стимулирует сотрудника увольняться самостоятельно. Ну а в случаях, связанных с неоднократным неисполнением без уважительных причин либо грубым нарушением трудовых обязанностей, сотрудники подлежат увольнению по инициативе администрации (ТК РФ).

К методам «мягкого» сокращения относятся: использование досрочных льготных пенсионных программ; перевод части кадров в другие подразделения; стимулирование увольнений по собственному желанию за счет привлекательной системы компенсаций и поддержке при дальнейшем трудоустройстве. Досрочные льготные пенсионные программы направлены на снижение численности сотрудников предпенсионного возраста. Применяя «мягкие» методы сокращения численности, сельскохозяйственное предприятие решает две задачи – сокращает издержки на трудовые ресурсы и одновременно обеспечивает лояльность как оставшихся, так и бывших сотрудников.

Однако речь может идти не только о сокращении, но и о перераспределении трудовых ресурсов по структурным единицам (если это обусловлено необходимостью усиления отдельных подразделений), различных перемещениях работников, изменении состава и иерархии структурных подразделений, с учетом нагрузки (дополнительной нагрузки) на каждого сотрудника, тем самым оптимизируя расходы сельскохозяйственных предприятий.

В заключение необходимо отметить, что принятие того или иного решения в части мер по оптимизации численности и кадрового состава работников должно быть обосновано экономически, т. е. подтверждено расчетом, будет ли получен реальный экономический эффект, будут ли получены ожидаемые финансово-экономические показатели работы предприятия в целом.

Литература

1. Данные годовых отчетов Минсельхоза Российской Федерации за период 2000 – 2011 гг., форма № 5-АПК.
2. Научный отчет ГНУ ВНИИОПТУСХ Россельхозакадемии (отдел экономики и социологии труда) за 2012 год по теме: «Разработать научные основы формирования балансов трудовых ресурсов села с учетом территориально-отраслевого разделения труда в агропромышленном производстве», форма завершения: «Структура, состав и содержание прогнозного баланса трудовых ресурсов сельского хозяйства», научный руководитель и ответственный исполнитель, руководитель отдела, к.э.н., доцент *В.А. Богдановский*, ответственные исполнители: вед.н.с., к.с.-х.н. *С.А. Гусов*, вед.н.с., к.э.н., доцент *С.В. Дульзон*, вед.н.с., к.э.н. *В.Н. Кирьянова*.
3. Статистический бюллетень 2012 года. Федеральная служба государственной статистики http://www.gks.ru/.
4. Управление персоналом: Учебник для вузов / под ред. *Т.Ю. Базарова, Б.Л. Еремина*. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ, 2002. – 560 с.
5. *Маркова В.Д., Кузнецова С.А.* Стратегический менеджмент: Курс лекций. М.: ИНФРА-М; Новосибирск: Сибирское соглашение, 2003. – 288 с.
6. *Цветаев В.М.* Управление персоналом. СПб.: Питер, 2001. – 192 с.: ил.
7. *Гагарский В.* Оптимизация численности персонала // Работа с персоналом. http://www.hr-journal.ru/
8. Оптимизация численности персонала — один из методов сокращения издержек бизнеса. Ведущий портал о кадровом менеджменте. http://hrm.ru/

УДК 621.548

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДОМА ФЕРМЕРА

Канд. сель.-хоз. наук А.В. Медянцев, канд. техн. наук И.В. Кряклина
(Ярославская ГСХА)

Ветроэнергетические установки являются устойчивыми и дешевыми источниками электроэнергии без затрат на топливо. Представлен расчет экономической эффективности использования ветроэнергетической установки для электроснабжения частного дома фермера. Установлена экономическая целесообразность применения ветроэнергетических установок для экономии традиционных источников энергии.

Ключевые слова: *энергосбережение, ветроэнергетическая установка, возобновляемый источник энергии, частный дом фермера, экономическая эффективность*

Wind energy plants are steady and cheap sources of the electric power without costs of fuel. Calculation of economic efficiency of use of wind energy plant for power supply of the private house of the farmer is presented. Economic feasibility of application of wind energy plants for economy of traditional power sources is established.

Keywords*: Energy saving, wind energy plant, renewable source of energy, private house of the farmer, economic efficiency*

Ветровая энергия представляет один из наиболее дешевых возобновляемых источников энергии. Однако проблема широкого использования ветроэлектрических установок в энергетике связана с их экономической эффективностью и конкурентоспособностью по сравнению с традиционными системами. Ветрогенераторы, в отличие от традиционных источников энергии, не загрязняют окружающую среду, являясь устойчивыми источниками электроэнергии без затрат на топливо.

Ветроэнергетическая установка может использоваться в районах со среднегодовыми скоростями ветра выше 4 м/с. В России среднегодовая скорость ветра, равная 4–6 м/с, отмечается на территории Европейской части; 6–8 м/с – на Северном Кавказе, в Поволжье, Северо-Западном федеральном округе; более 8 м/с – на Северном и Тихоокеанском побережьях [1].

Ветроэнергетические установки могут обеспечить экономию средств фермера для электроснабжения дома. На рис. 1 представлена схема электроснабжения частного дома фермера при использовании ветровой установки [2].

Лопасти ветрогенератора приводят в движение вал генератора благодаря кинетической энергии ветра. Генератор вырабатывает переменный электрический ток. Сила тока и напряжение зависят от скорости ветра. Генератор заряжает аккумуляторные батареи. От его мощности зависит, как быстро будут заряжаться аккумуляторы. Чем выше мачта ветрогенератора, тем стабильнее и сильнее сила ветра, тем больше выработка генератора.

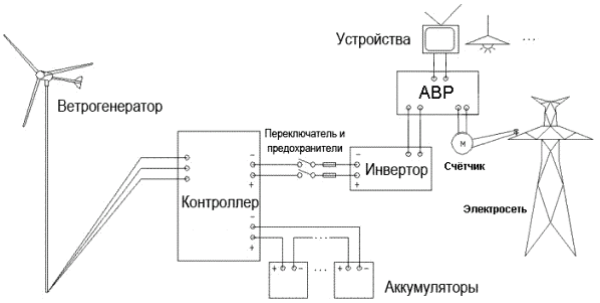

Рис. 1. Схема электроснабжения дома фермера с ветроэнергетической установкой и коммутацией с электрической сетью

Контроллер управляет многими процессами ветроустановки, такими как поворот лопастей, заряд аккумуляторов и защитные функции. Аккумуляторные батареи накапливают электроэнергию для использования в безветренные часы. Также они выравнивают и стабилизируют выходящее напряжение из генератора. Благодаря аккумуляторным батареям получается стабильное напряжение без перебоев даже при порывистом ветре. Электрическое питание дома фермера идет от аккумуляторных батарей.

Анемометр и датчик направления ветра отвечают за сбор данных о скорости и направ-

лении ветра в установках средней и большой мощности. Инвертор преобразовывает ток из постоянного, который накапливается в аккумуляторных батареях, в переменный ток, который потребляет большинство электроприборов.

Автоматический переключатель источника питания АВР производит автоматическое переключение между несколькими источниками электропитания за промежуток времени в 0,5 секунды при исчезновении основного источника. АВР объединяет ветровую установку, электросеть, дизель-генератор и другие источники питания в единую автоматизированную систему. АВР позволяет переключить электропитание объекта при отсутствии ветра и полной разрядке аккумуляторов на электросеть.

Эта же установка может использоваться наоборот – ветрогенератор как резервный источник питания. В этом случае АВР переключает электроснабжение дома на аккумуляторные батареи ветрогенератора при потере питания от электросети. Если дом фермера не подключен к электросети, для резервного электропитания необходимо использовать дизель-генератор, который будет работать при полном отсутствии ветра и разрядке аккумуляторных батарей.

Для определения экономической эффективности использования ветроэнергетической установки необходимо провести энергетическую оценку необходимой электроэнергии для дома фермера. Ветроэнергетическую установку предлагается использовать для частного дома фермера с числом проживающих – 10 человек (две семьи).

Необходимая мощность ветрогенератора для электроснабжения 10 человек: $N_{10} = 900/(30 \cdot 24) = 1{,}26$ кВт·ч.

Тариф электроэнергии для населения: 1 кВт·ч – 2,45 руб.

Стоимость электроэнергии для 10 человек – 2205 руб. в месяц; 26460 руб. в год.

Таблица 1

Энергетическая оценка необходимой электроэнергии для частного дома фермера

Потребители электричества	Максимальная мощность, кВт	Расход электроэнергии в месяц, кВт·ч (на одного проживающего)	Расход электроэнергии в месяц, кВт·ч (на 5 проживающих)	Расход электроэнергии в месяц, кВт·ч (на 10 проживающих)
Освещение	0,3	50,0	250	500
Телевизор	0,15	4,06	20,3	40,6
Холодильник	1,5	25,0	125	250
Утюг	1,0	0,5	2,5	50
Стиральная машина	2,0	8,0	40	80
Компьютер	0,15	2,44	12,2	24,4
Итого:	5,1	90	450	900

Экономическая эффективность применения ветровой установки сложится из экономии затрат на электроэнергию от традиционных источников энергии. Для реализации проекта потребуются определенные суммы инвестиций в виде капитальных вложений и текущих затрат.

Таблица 2

Затраты на покупку необходимой техники (капитальные вложения)

Оборудование	Количество
Ветрогенератор ВЭУ-1/2,6	1
Мачта, 10 м	1
Аккумуляторная батарея 190А/Ч	2
Инвертор 2 кВт	1
Контроллер ОЭ3А-1/2кВт- 24В	1
Цена комплекта, руб.	55 000

Затраты на покупку и установку оборудования:

$$З = 55000 + 55000 \cdot 0{,}08 = 59400 \text{ руб.}$$

Годовые эксплуатационные затраты складываются из амортизации, затрат на техническое обслуживание и ремонт и затрат на электроэнергию.

Затраты на амортизацию:

$$P_1 = p \cdot Ц = 0{,}05 \cdot 55000 = 2750 \text{ руб.},$$

где $Ц$ – стоимость оборудования; p – коэффициент амортизации.

Затраты на техническое обслуживание и ремонт:

$$P_2 = k \cdot Ц = 0{,}05 \cdot 55000 = 2750 \text{ руб.},$$

где k – коэффициент отчислений на техническое обслуживание и ремонт.

Общие затраты на техническое обслуживание и ремонт составят:

$$P = 2750 + 2750 = 5500 \text{ руб.}$$

Годовые эксплуатационные затраты: 5500 руб.

Годовая сумма сберегаемого дохода: 26 460 руб.

Чистый доход составит: 26460 – 5500 = 20 960 руб.

Срок окупаемости капитальных вложений: 59 400/20 960 = 2,8 года

Коэффициент окупаемости: 1/ 2,8 = 0,36.

Для расчета интегрального экономического эффекта $Э_{инт}$ с учетом фактора времени воспользуемся готовыми коэффициентами дисконтирования, полученными из отношения для каждого года:

$$k = \frac{1}{(1+E)^n},$$

где n – порядковый номер каждого года жизни проекта, за исключением первого года, который берется за единицу.

При жизненном цикле проекта в течение 5 лет нормативный коэффициент окупаемости капитальных вложений будет на уровне $E = 0{,}2$.

$$Э_{инт} = 20960 \cdot 1 + 20960 \cdot 0{,}83 + 20960 \cdot 0{,}69 + 20960 \cdot 0{,}58 + 20960 \cdot 0{,}48 – 59400 = 15636 \text{ руб.}$$

Дисконтированный срок окупаемости составит:

$$LRR = 59400 / [(20960 \cdot 1 + 20960 \cdot 0{,}83 + 20960 \cdot 0{,}69 + 20960 \cdot 0{,}58 + 20960 \cdot 0{,}48) / 5] = 59400 / 15007 = 3{,}96 = 4 \text{ года}$$

Следовательно, с учетом инфляционных рисков срок окупаемости составит 4 года.

Таблица 3

Результаты экономической эффективности

Показатель	**Вариант**		**+/- к базовому варианту**
	Базовый	**Предлагаемый**	
	Электрическая сеть (подключение)	**Ветроэнергетическая установка**	
Капитальные затраты, руб.	28000	59400 + 28000	+59400
Затраты электроэнергии, кВт·ч	10800	-	-10800
Затраты на электроэнергию, руб.	26460	-	-26460
Дополнительные затраты на содержание оборудования: - ремонт и техническое обслуживание; - амортизация		 2750 2750	 +2750 +2750
Срок окупаемости, лет		2,8	
Чистый доход, руб.		20960	
Интегральный экономический эффект с учетом фактора времени, руб.		15636	
Дисконтированный срок окупаемости, лет		4,0	

Поскольку интегральный экономический эффект $Э_{инт} > 0$, предложенная ветроэнергетическая установка эффективна с учетом инфляционных и прочих рисков. Использование ветроэнергетических установок является энергосберегающей, экономически оправданной технологией для электроснабжения частных домов фермеров. Ветроэнергетические установки могут использоваться в комплекте с фотоэлектрическими батареями и резервными дизель-генераторами.

Литература

1. *Амерханов Р.А., Бессараб А.С., Драганов Б.Х., Рудобашта С.П., Шишко Г.Г.* Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства / Под ред. Б.Х. Драганова. – М.: Колос-Пресс, 2002. – 424 с.
2. *Федоренко В.Ф., Сорокин Н.Т., Буклагин Д.С.* Инновационное развитие альтернативной энергетики. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 348 с.

УДК 620.9:621.1

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРОВЫХ ПОРШНЕВЫХ МИНИ-ТЭЦ ПО СРАВНЕНИЮ С ПАРОТУРБИННЫМИ

Асп. И.С. Трохин (ГНУ ВИЭСХ, МАИ)

Рассматриваются двигатель-генераторные электроагрегаты паровых мини-ТЭЦ. Впервые приводятся результаты комплексного сравнительного анализа эффективности использования современных паровых поршневых двигателей (паровых моторов) вместо паровых турбин на мини-ТЭЦ. Показано, что при электрических мощностях, по крайней мере, до 1 МВт паромоторные электроагрегаты имеют в 1,2–1,5 раза меньший удельный расход пара, по сравнению с паротурбинными электроагрегатами. Обосновано, что мини-ТЭЦ с современными паровыми моторами имеют расход топлива на выработку электроэнергии в 1,3–1,5 раза меньший, чем у паротурбинных мини-ТЭЦ при электрических мощностях по крайней мере до 1 МВт. Рассмотрена возможность автономной от сети электрогенерации без использования выпрямительно-инверторных устройств на паровых поршневых мини-ТЭЦ по методу В.С. Дубинина.

Ключевые слова: *малая энергетика; мини-ТЭЦ; когенерация; паровая турбина; паровой мотор; паропоршневой двигатель; удельный расход пара; расход топлива; метод автономной от сети электрогенерации В.С. Дубинина.*

The engines-generating electric units for steam mini-CHPS are considered. Results of the complex comparative analysis of efficiency of use of modern reciprocating steam engines (i.e. steam motors) instead of steam turbines in mini-CHPS for the first time are stated. Is shown, that at electric powers at least up to 1 MW, steam-motors-generating electric units have in 1,2–1,5 times the smaller steam rate, in comparison with steam-turbines-generating electric units. Is proved, that mini-CHPS with modern reciprocating steam motors have in 1,3–1,5 times is less the fuel rate for maintenance of production of the electric power, than for steam-turbines mini-CHPS, at electric powers at least up to 1 MW. The opportunity of off-line electrical generation according to Dubinin's method (with use reciprocating steam mini-CHPS, but without use of rectifier and invertor devices) is considered.

Keywords: *small energy; mini-CHPS; cogeneration; steam turbine; steam motor; steam-piston engine; steam rate; fuel rate; Dubinin's method of stand-alone electrical generation.*

В малой энергетике широко внедряются мини-ТЭЦ для когенерации – комбинированного производства электрической и тепловой энергии. Электрические мощности мини-ТЭЦ часто не превышают 10 МВт, поэтому их можно отнести, согласно распространенной зарубежной классификации [1], к когенерационным установкам малой (до 1 МВт) и средней (1–10 МВт) мощности. В пароводяные бойлеры-теплообменники для теплоснабжения и горячего водоснабжения потребителей подается пар с давлением 0,12–0,5 МПа (здесь и далее – абсолютное). Для технологических нужд используется пар с давлением до 0,5–0,7 МПа.

Резервирование электроснабжения котельных может осуществляться с помощью дизельных электростанций, но коэффициент их использования низкий, для запуска нужно время, а вырабатываемая электроэнергия оказывается в разы дороже сетевой из-за высокой стоимости топлива, а их работа весьма ухудшает экологию. Поэтому также создаются мини-ТЭЦ на базе котельных с паровыми котлами и противодавленческими двигатель-электрогенераторными установками (ДЭГУ) с паровыми двигателями (ПД) малой и средней мощности, выхлоп из которых осуществляется в бойлер. Многообразие конструкций ПД вызывает необходимость их классификации (табл. 1) по принципу действия, конструктивным признакам и, для поршневых двигателей, с учетом частоты вращения n выходного вала [2].

Таблица 1

Классификации паровых двигателей

Паровая поршневая машина (паровой поршневой двигатель)		
Классическая паровая машина с одно- или многократным расширением пара, $n < 400$ мин$^{-1}$	Быстроходная паровая машина с двукратным расширением пара, $n \approx 400$–1500 мин$^{-1}$	Паровой мотор с однократным расширением пара, $n \approx 400$–3000 мин$^{-1}$
Паровая турбина		
Лопаточная	Дисковая (турбина Теслы)	Винтовая

Примечание. Дисковые турбины Теслы разрабатываются компанией PNG Inc. (США).

В табл. 2, составленной по данным [3–5], разработчиков и изготовителей, представлены характеристики некоторых ДЭГУ с паровыми турбинами (ПТ) и паровыми моторами (ПМ). Для поршневого ПД удельный расход пара в большей степени зависит от противодавления пара, чем от мощности [6]. Из табл. 2 видно, что это справедливо и для ПТ, поэтому целесообразно сравнивать ПД только при соизмеримых противодавлениях пара.

По данным табл. 2 можно сделать вывод: при работе на насыщенном паре лопаточные и винтовые ПТ имеют соизмеримый удельный расход пара $d_{эл}$ на выработку электроэнергии. Из табл. 2 следует, что при работе на насыщенном паре, например при давлениях пара на входе $p_1 \approx 0{,}9$ МПа и выходе $p_2 \approx 0{,}12$ МПа из ПД, у ДЭГУ электрической мощностью $P_{эл} = 24$ кВт с ПМ расход пара $d_{эл}$ в 1,3 раза меньше, чем у в 5 раз более мощной ДЭГУ с лопаточной ПТ, и в 1,5 раза меньше, чем у в 10 раз более мощной ДЭГУ с винтовой ПТ.

Использование перегретого пара для поршневых ПД позволяет отказаться от многократного его расширения, как в классических паровых машинах, и применять более надежное однократное расширение пара без особого увеличения его расхода [7]. Температуру пара следует выбирать так, чтобы при выпуске из ПД он был насыщенным или слабо перегретым, с учетом теплопотерь от ПД до бойлера. В последний должен поступать насыщенный пар для обеспечения наиболее интенсивной передачи теплоты от пара к стенкам бойлера.

Некоторые локомобили (рис. 1) и поршневые ПД паровозов и автомобилей имели удельный расход в том числе и перегретого пара на уровне, как у современных ПТ для мини-ТЭЦ. Соответствующие примеры приведены в табл. 3, 4. Расход пара $d_{эл}$ локомобильной ДЭГУ всего на 11% выше, чем у современной и вчетверо большей по мощности паротурбинной ДЭГУ даже при более низких параметрах свежего пара (p_1 – на 32% меньше, температура t_1 свежего пара на входе в двигатель – на 10–18% меньше). Расход $d_{эл}$ для современной паротурбинной ДЭГУ сопоставим с расходом пара в ДЭГУ с паровозной машиной в пять раз меньшей мощности и при p_1 на 37% меньше или автомобильным ПМ 1950-х гг. в 87 раз меньшей мощности (при t_1 – на 8% меньше).

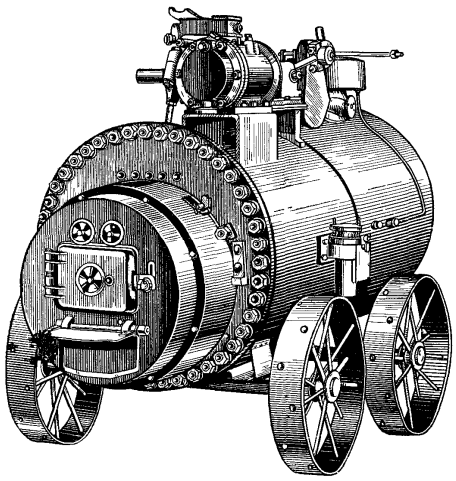

Рис. 1. Классический локомобиль [8]

Из табл. 2 следует, что при работе на перегретом паре, например с температурой t_1 около 240°С, давлениях $p_1 \approx 1{,}2$ МПа и $p_2 = 0{,}2$ МПа, у ДЭГУ мощностью $P_{эл} = 75$ кВт с ПМ расход пара $d_{эл}$ в 1,3 раза меньше, чем у в 6 раз более мощной ДЭГУ с лопаточной ПТ.

Таким образом по сравнению с ПТ ПМ даже при меньших мощностях имеют в 1,3–1,5 раза меньший удельный расход пара и хорошо работают на насыщенном и перегретом паре. Удельные расходы пара в ПМ, соизмеримых с ПТ мощностей, будут еще меньше за счет более высоких относительного индикаторного и механического КПД, так как в крупных ПМ легче выполнить совершенные поверхности парораспределения, смазку и теплоизоляцию, а затраты энергии на привод вспомогательных механизмов будут относительно меньше. Поскольку удельный расход пара ПМ в 1,3–1,5 раза ниже, чем у ПТ, то мини-ТЭЦ с ПМ будут иметь в 1,3–1,5 раза меньший расход топлива, чем мини-ТЭЦ с ПТ.

Ресурс до капитального ремонта $\tau_{кап}$ современных лопаточных ПТ для мини-ТЭЦ составляет 30000–40000 ч, винтовых ПТ – 30–50 тыс. ч (по информации разработчиков и производителей), а современных ПМ даже 2002–2004 гг., по оценкам зарубежных экспертов [12] и при единичных мощностях от 20 до 1000 кВт, – более 50 тыс. ч, т.е. не ниже, чем у ПТ. Для ППД, как и ДВС, осуществима широкая взаимозаменяемость деталей и унификация узлов. Это важно для серийного производства и при их ремонте: дешевая массовая обработка деталей, сборка узлов с применением специализированных приспособлений и их замена.

Таблица 2

Характеристики современных паровых двигатель-электрогенераторных установок для мини-ТЭЦ

Тип и марка установки, разработчик и (или) производитель	$P_{эл}$, кВт	n, мин$^{-1}$	Давление пара, МПа абс.		t_1, °C	$d_{эл}$, $\frac{кг}{кВт \cdot ч}$	$S_{уд}$, м^2/кВт	$V_{уд}$, м^3/кВт	$m_{уд}$, кг/кВт
			p_1	p_2					
Установки с лопаточными турбинами									
С турбинами серии Р, ООО «Ютрон – Паровые турбины», ГК «Турбопар», Смоленск	135[1]	3000	0,8	0,12	t_s	29,6	0,017	0,018	—
	450[1]		1,4	0,2	250	23,3	0,01	0,02	—
			2,35	0,49	390	17,8			—
ПТМ-0,25/0,32-25-1,4/0,4, ООО «Техснаб», Ивановский завод	250	1500	1,4	0,4		24	0,016	0,027	19,5
ТГ 0,5А/0,4 Р13/3,7, ЗАО «НПВП «Турбокон», Калуга, ОАО «Калужский турбинный завод»	500	8000[2]	1,3	0,37	t_s	26,4	0,018	0,041	19,1
ТГ 0,75А/0,4 Р13/2, ЗАО «НПВП «Турбокон», Калуга, ОАО «Калужский турбинный завод»	750			0,2		19,2	0,012	0,03	14,9
ПТГ-500-25-13/3, ООО «ЭЛТА», Екатеринбург	500	1500	1,3	0,3		18	0,005	0,007	9,3
Установки с винтовыми турбинами									
ПВМ-250-ЭГ, ЗАО «Малая независимая энергетика», Москва	250	1500[3]	1,4–0,9	0,45–0,1	t_s	24–36	0,009	0,012	10
ПВМ-1000, ЗАО «Эко-Энергетика», Санкт-Петербург	1000	6000 (3000[3])	1,4	0,2		18	0,003	0,005	3,5
Установки с поршневыми моторами									
С моторами «Spilling», Spilling Energie Systeme GmbH, Германия	24	1500	0,9	0,12	t_s	23,3	—	—	—
	85		1,65	0,15		15,3	—	—	—
	210	1000	1,4	0,15	230	15,2	0,06	0,2	76,2
	298		2,4		260	12,1	0,042	0,14	53,7
	260–520	750	2,8		375	8,8	—	—	—
	420		1,6		320	11	—	—	—
PM-VS 75, PolyComp a.s., Чехия	75	750	1,2	0,2	240	18	0,042	0,062	—
PM-VS 120[4], PolyComp a.s., Чехия	120	750	2	—	t_s – 260	23,3	0,02	0,029	20,8
С паропоршневыми двигателями на базе дизелей типа Д6, Д12, Д49	100	1500	0,8–4	0,12–0,6	t_s – 440	—	0,03	0,05	23
	1000	1000				—	0,011	0,026	

Примечания:

t_s – температура насыщенного пара.

[1] Рассчитана при следующих условиях: схема привода – безредукторная, КПД синхронного генератора – 0,9.

[2] Привод генератора обеспечивается через редуктор с понижением частоты вращения до 1500 мин$^{-1}$.

[3] Обеспечивается встроенным в конструкцию турбины редуктором.

[4] Для величин $P_{эл}$, n, p_1 и $d_{эл}$ указаны максимальные значения.

Таблица 3

Характеристики паросиловых электрогенераторных установок

Тип установки	$P_{эл}$, кВт	n, мин$^{-1}$	Давление пара, МПа абс.		t_1, °С	$d_{эл}$, $\frac{кг}{кВт \cdot ч}$
			p_1	p_2		
С классической золотниковой машиной локомобиля СТ-4, 1940-е гг. [9]	166	250	1,6	0,3	320–350	15,6
С лопаточной турбиной марки Р-0,75-2,35/0,294, 2000-е гг., ООО «Ютрон», Смоленск	675	3000	2,35	0,294	390	14,1

Примечание. Паровая машина соединена с синхронным генератором на 1500 мин$^{-1}$ (КПД – 0,9) через одноступенчатый зубчатый мультипликатор (КПД – 0,97), а турбина – с синхронным генератором на 3000 мин$^{-1}$ (КПД – 0,9).

Таблица 4

Характеристики электрогенераторных установок 1950-х и 2000-х гг.

Тип установки	$P_{эл}$, кВт	n, мин$^{-1}$	Давление пара, МПа абс.		t_1, °С	$d_{эл}$, $\frac{кг}{кВт \cdot ч}$
			p_1	p_2		
С классической золотниковой машиной паровоза серии Л, 1950-е гг. [10, 11]	1177	212	1,47	0,2	390–409	10,5
С клапанным мотором двухстороннего давления от грузовика НАМИ-012, 1954 г.	67	600	2,2	0,2	360	10,3
С лопаточной турбиной марки Р-6-2,35/0,196, 2000-е гг., ООО «Ютрон», Смоленск	5820	3000	2,35	0,196	390	10,5

Примечание. Паровозная машина и мотор соединены с синхронными генераторами соответственно на 1000 мин$^{-1}$ (КПД – 0,97) и 1500 мин$^{-1}$ (КПД – 0,9) через одноступенчатые зубчатые мультипликаторы (КПД – 0,97), а турбина – с синхронным генератором на 3000 мин$^{-1}$ (КПД – 0,97).

Научной группой «Промтеплоэнергетика» Московского авиационного института (МАИ), ГНУ ВИЭСХ, Московского энергетического института (МЭИ) и Королёвского колледжа космического машиностроения и технологии разрабатываются паропоршневые двигатели (ППД) (см. табл. 2) под руководством В.С. Дубинина. ППД — это ПМ (см. табл. 1) одностороннего давления с газодинамически-клапанным или золотниково-клапанным механизмом парораспределения (ноу-хау). Температура в цилиндрах ППД в 5–6 раз ниже, чем у базовых для переделки ДВС. Пар, в отличие от горючей смеси, не взрывается, а, расширяясь, плавно давит на поршень. Поэтому следует ожидать более высокого ресурса $\tau_{кап}$ ППД, чем у исходных ДВС. Например дизель типа 1Д6 для электроагрегата мощностью 100 кВт производства ОАО «Барнаултрансмаш» имеет $\tau_{кап} = 20$ тыс. ч, а газодизель типа 1Г6 той же мощности – 30 тыс. ч. Дизели и газодизели типа Д49 для электроагрегатов мощностью 1000–1650 кВт производства ОАО «Коломенский завод» имеют $\tau_{кап} = 60$–100 тыс. ч. Поэтому ППД вполне могут иметь двукратный по сравнению с ПТ ресурс $\tau_{кап}$ при единичных мощностях около 1000 кВт и соизмеримый с лопаточными ПТ $\tau_{кап}$ – при мощностях около 100 кВт.

По удельной площади в плане $S_{уд}$, объему размещения $V_{уд}$, массе $m_{уд}$ ДЭГУ с ПМ уступают установкам с ПТ. Но опыт [13, 14] успешной эксплуатации зарубежных ПМ на мини-ТЭЦ доказывает, что эти показатели не являются первостепенными. Лучшие показатели по расходу пара и ресурсу характеризуют ПМ, как более эффективные. Из табл. 2 видно, что габа-

ритно-массовые показатели ППД лучше, чем у ПМ Spilling, но хуже, чем у PM-VS.

В 2005 г. специалист Майкл Мюллер из Рутгерского университета (США) в докладе [13] на Американском совете по энергоэффективной экономике отметил, что поршневые ПД, в отличие от ПТ, без проблем работают на влажном паре и при умеренных частотах вращения вала (до 3000 мин$^{-1}$). Для большинства же ПТ существует известная проблема эрозионного износа лопаток. Все это, в частности, объясняет более высокий, чем у ПТ, ресурс поршневых ПД и их лучшие шумо-акустические характеристики. К достоинству всех поршневых двигателей перед турбинами относится и их способность работать с самостабилизацией частоты вращения вала без обратных связей. Теория самостабилизации разработана и экспериментально подтверждена инженером В.С. Дубининым в конце XX века [15]. В 2009 г. инженер С.О. Шкарупа обобщил эту теорию для многоцилиндровых поршневых двигателей, с которыми чаще приходится иметь дело на практике [15]. Автономная от сети электрогенерация при самостабилизации частоты вращения вала первичного двигателя по методу В.С. Дубинина может быть реализована ДЭГУ с ПМ или ППД. При этом обеспечивается точность стабилизации частоты тока по ГОСТ 13109–97 и ГОСТ Р 54149–2010 (вводится взамен с 1 января 2013 г.) без применения дорогих выпрямительно-инверторных устройств. ДЭГУ с ПТ для высокостабилизации частоты должны работать параллельно с централизованной сетью или совместно с выпрямителем и инвертором.

Выводы

По установленному академиком Л.А. Мелентьевым основному критерию экономичности работы теплофикационных систем – экономии топлива – паромоторные мини-ТЭЦ являются более эффективными, чем паротурбинные. Кроме того, паровые моторы имеют более высокий ресурс, чем паровые турбины, и могут работать в режиме самостабилизации частоты вращения выходного вала.

Литература

1. CHP sector electricity small-scale (medium, large-scale) generation // Англо-русский энергетический словарь / Авт.-сост. А.С. Гольдберг; под общ. ред. Г.Г. Ольховского. В 2-х т. М.: РУССО, 2006. Т. 1. С. 411.
2. *Трохин И.С.* Мини-ТЭЦ с паровыми моторами для бесперебойного энергоснабжения ответственных потребителей // Промышленная энергетика. 2012. № 9. С. 15–20.
3. *Bidini G., Manuali A., Saetta S.* Reciprocating Steam Engine Power Plants Fed by Woodwaste // International Journal of Energy Research. 1998. № 3. P. 237–248.
4. *Strenziok R.* Spilling Dampfmotor Typ 1BV7 // Universität Rostock. Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik: portal. – URL: http://www.fms.uni-rostock.de/ieut/DM_DTa.pdf (дата публикации: 06.12.2006).
5. *Škarka M.* Parní motor — šance pro výrobu elektřiny z biomasy // TZB-info: portál. – URL: http://www.tzb-info.cz/833-parni-motor-sance-pro-vyrobu-elektriny-z-biomasy (дата публикации: 16.01.2002).
6. *Куликовский П.П., Швецов П.Д., Семенов А.С.* Паровые двигатели: справ. руководство. Киев; М.: Машгиз. Украин. отд-е, 1955. – 380 с.
7. Судовые паровые машины. Доклады отраслев. конф. 1949 г. по теории, расчетам, постройке и экспериментальным исследованиям в области судовых паровых машин. Николаев (УССР). М.: Речиздат, 1951. – 256 с.
8. *Гарькуша Г.Н., Юшина А.Г.* Теория, конструкция и расчет локомобиля / под ред. С.Б. Минут. М.: Машгиз, 1952. – 602 с.
9. *Лукницкий В.В., Сильвестров В.В.* Паровые электростанции небольшой и средней мощности. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1948. – 324 с.
10. *Филиппов В.В., Евенко В.И.* Процессы впуска и выпуска в паровых машинах. М.: Машгиз, 1955. – 215 с.
11. Машиностроение. Энциклопедический справочник / Гл. ред. Е.А. Чудаков. В 15-ти т. М.: Машгиз, 1949. Т. 13. - 732 с.
12. Micro and small-scale CHP from biomass. OPET RES-e NNE5/37/2002 // OPET Finland: site. – URL: http://akseli.tekes.fi (дата публикации: 20.04.2005).
13. *Muller M.R.* The Return of the Steam Engine // ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry. New York (USA). July 19–22, 2005. – http://quasiturbine.promci.qc.ca/Presse/SteamMuller050721.pdf (дата обращения: 15.09.2012).
14. Solar thermal cogeneration system // Solar Heat & Power Europe GmbH: site. – URL: http://www.shp-europe.com/docs/mstpp_e.pdf (дата публикации: 29.09.2006).
15. *Дубинин В.С.* Обеспечение независимости электро- и теплоснабжения России от электрических сетей на базе поршневых технологий: Монография. М.: Изд-во Московского института энергобезопасности и энергосбережения, 2009. – 164 с.

УДК 637.1.113:621.56

ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА

Д-р техн. наук А.М. Мусин
(ГНУ ВИЭСХ)

Дана энергетическая оценка технологического процесса охлаждения молока на молочной ферме. Показано, что основной причиной высокой энергоемкости процесса охлаждения молока на ферме является отсутствие регулирования выработки холода в зависимости от изменения надоя стада в течение года. Для снижения энергоемкости предлагается использовать аккумулятор холода. Расчеты показали возможность резкого снижения энергоемкости.

Ключевые слова: *энергоемкость; надой молока; аккумулятор холода.*

The article presents the energy evaluation of the milk cooling process on the dairy farm. It is shown that the main cause of high energy farm milk cooling process is the lack of regulation of refrigeration produced, depending on changes in the herd milk production during the year. To reduce the energy intensity is proposed to use the cold accumulator. Calculations show the possibility of a sharp decline in energy intensity.

Keywords: *energy intensity; milk production; the cold accumulator.*

Охлаждение молока – наиболее энергоемкий технологический процесс на молочной ферме. Удельный расход электроэнергии на охлаждение составляет 25 – 30 кВт·ч на 1 тонну свежевыдоенного молока. Однако при этом теплосодержание 1 тонны молока при снижении его температуры до +4 ºС уменьшается на значительно меньшую величину. Теплосодержание 1 тонны молока при температуре +34 ºС составит 34/0,864=39,4 кВт·ч/т. При снижении температуры молока до +4 ºС его теплосодержание составляет 4 / 0,864 = 4,63 кВт·ч/т. Следовательно, для охлаждения молока до нормативной температуры нужно снять 39,4 – 4,63 = 34,77 кВт·ч/т теплоты.

Отношение количества вырабатываемого холода к расходу электроэнергии в современных холодильных машинах находится в пределах от 3 до 5. Расход электроэнергии на выработку нужного количества холода составит 34,77/(3 – – 5) = 11,57 – 6,95 кВт·ч/т. В окружающую среду бесполезно рассеивается до 30 – 6,95 = 23 кВт·ч /т электроэнергии.

В статье рассматриваются причины перерасхода электроэнергии и возможные мероприятия по снижению неоправданного расхода электроэнергии на охлаждение молока.

Надои молока в течение года изменяются: в летние месяцы они увеличиваются, в остальные месяцы снижаются. Считается, что коэффициент неравномерности суточных надоев стада в среднем равен 1,3.

Расчеты расхода электроэнергии произведены на примере молочной фермы «Гольево» Красногорского района Московской области. По данным А.И. Учеваткина, средние и максимальные суточные надои на ферме характеризуются показателями, приведенными в табл. 1.

Таблица 1
Показатели суточных надоев молочной фермы «Гольево» (Московская обл.)

Месяц	Суточный надой, кг	
	средний	максимальный
Январь	2760	3040
Февраль	3150	3460
Март	3620	3980
Апрель	4240	4660
Май	5100	5610
Июнь	5520	6070
Июль	5720	6290
Август	5100	5610
Сентябрь	4440	4880
Октябрь	3620	3980
Ноябрь	3150	3460
Декабрь	2960	3260

Суточный надой молока в течение года изменяется в широких пределах. Максимальный суточный надой в коровнике на 300 молочных коров в июле 6 290 кг, в январе – 3040 кг. Среднесуточный надой в июле 5720 кг. Годовой надой составляет 1309,8 т.

Количество энергии, которую нужно отвести от 1 тонны молока

$$w = (34 – 4) \cdot 1000 / 864 = 37 \text{ кВт·ч/ т.}$$

Количество энергии, которую нужно снять с максимального суточного удоя

$$W = 37 \cdot 6,29 = 232,73 \text{ кВт·ч.}$$

Теплота плавления 1 т льда 336 кДж/т (290,3 кВт·ч/т).

Требуемая холодоемкость аккумулятора холода для охлаждения максимального суточного удоя

$$Q_{АХ} = 37 \cdot 6,29 = 233 \text{ кВт·ч.}$$

Количество льда, которое необходимо запасать для охлаждения максимального суточного надоя

$$V = 233 / 290 = 0,803 \text{ т.}$$

Если холодильный коэффициент (отношение тепловой мощности холодильной машины к ее электрической мощности) равен 4, то расход электроэнергии на охлаждение 1 т молока составит

$$W_э = 37 / 4 = 9,25 \text{ кВт·ч/т.}$$

Ближайшая каталожная мощность электродвигателя 10 кВт.

Годовой расход электроэнергии, подсчитанный по количеству теплоты, снимаемой с молока

$$W_{год} = 10 \cdot 1310 = 13100 \text{ кВт·ч.}$$

Требуемая тепловая мощность холодильной машины из условия работы по 6 часов в сутки без учета изменения суточного надой

$$P_т = 231 / 6 = 38,5 \text{ кВт.}$$

Если холодильный коэффициент равен 4, электрическая мощность холодильной установки

$$P = 38,5 / 4 = 9,63 \text{ кВт.}$$

Суточный расход электроэнергии

$$W_{сут} = 10 \cdot 6 = 60 \text{ кВт·ч.}$$

Годовой расход электроэнергии

$$W_{год} = 60 \cdot 365 = 21\,900 \text{ кВт·ч.}$$

Энергоемкость охлаждения молока без учета снижения надоя

$$w = 21\,900 / 1310 = 16,7 \text{ кВт·ч/т.}$$

Энергоемкость молока при наименьшем надое в декабре

$$W_{дек} = 10 \cdot 6 / 2,96 = 20,27 \text{ кВт·ч/т.}$$

Среднегодовая энергоемкость охлаждения молока, охлаждаемого без учета изменения суточного надоя стада, 16,7 кВт·ч/т, а охлаждаемого с учетом изменения надоя – 9,25 кВт·ч/т. Следовательно, для снижения энергоемкости технологический процесс охлаждения молока должен строиться с учетом изменения суточных надоев.

Радикальным способом снижения энергоемкости является применение аккумулятора холода (АХ). Необходимое количество холода запасается в виде льда и расходуется в зависимости от количества надоенного молока. Система управления АХ должна иметь в своем составе устройство для регулирования выработки времени и необходимого количества холодной воды.

В табл. 2 приведены значения времени зарядки АХ $T_з$, необходимого для накопления требуемого количества холода. Это время рассчитано по формуле

$$T_з = M_{сут.\ макс} \cdot w / P_т,$$

где $M_{сут.\ макс}$ – максимальный суточный надой в рассматриваемый месяц года; w – количество энергии в 1 т охлаждаемого молока; $P_т$ – тепловая мощность холодильной машины.

$$T_з = 6,29 \cdot 37 / 38,5 = 6,04 \text{ ч.}$$

Расход электроэнергии на полную зарядку аккумулятора холода

$$W_{АХ} = 231 / 4 = 57,75 \text{ кВт·ч.}$$

Если время зарядки аккумулятор 6 часов, то требуемая электрическая мощность холодильной машины

$$P_Э = 57,75 / 6 = 9,63 \text{ кВт.}$$

Включение и выключение холодильной машины осуществляется микропроцессором, в который записана программа, разработанная с использованием табл. 1. В табл. 2 приведена программа зарядки аккумулятора холода при изменении суточного надоя стада по месяцам года.

Таблица 2

Программа зарядки аккумулятора холода по месяцам года

Месяц	Максимальный надой, кг/сут.	Теплосодержание, кВт·ч/сут.	Длительность зарядки АХ, ч
Январь	3040	113	2,93
Февраль	3460	128	3,32
Март	3980	147	3,82
Апрель	4660	172	4,46
Май	5610	208	5,40
Июнь	6070	226	5,87
Июль	6290	229	6,03
Август	5610	208	5,40
Сентябрь	4880	181	4,69
Октябрь	3980	147	3,82
Ноябрь	3460	138	3,58
Декабрь	3260	121	3,14

Первый и четвертый столбцы таблицы представляют собой программу работы холодильной машины на зарядку АХ. Зарядку АХ целесообразно производить в ночное время в те часы, когда действует льготный тариф на электроэнергию.

В расчетах не учтены потери холода при хранении льда в промежутках между дойками. Теплоизоляция АХ должна обеспечивать минимальные потери энергии.

Без учета потерь энергии энергоемкость охлаждения молока можно снизить до уровня 9–10 кВт·ч/т. Если в ночное время суток температура воздуха ниже нуля, можно добиться дальнейшего сбережения энергии. Для этого нужно предусмотреть автоматическое устройство для зарядки АХ при отрицательной температуре окружающего воздуха. По сигналу датчика температуры холодильная машина должна отключаться и накопление холода должно происходить за счет использования естественного холода. Если число холодных дней в году, когда будет можно заряжать АХ холодом окружающей среды, составит 150, расход электроэнергии можно сократить до уровня 5 кВт·ч/ т.

УДК 636.14.002.5:62-71

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И МЕТОД РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕПЛОХОЛОДИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

Канд. техн. наук Б.П. Коршунов, канд. техн. наук Ф.Г. Марьяхин, д-р техн. наук А.И. Учеваткин, канд. техн. наук А.Б. Коршунов (ГНУ ВИЭСХ)

Представлены математическая модель и метод расчета параметров энергосберегающей теплохолодильной системы для животноводческих ферм с использованием природных и искусственных источников тепла и холода. Проведенные расчеты показали, что применение теплохолодильной системы на фермах экономит энергию, уменьшает капитальные и эксплуатационные затраты.

Ключевые слова: *энергосбережение; теплохолодильная система; животноводческие фермы; природные и искусственные источники тепла и холода.*

The mathematical model and method calculation of parameters of energy saving heat-cooling system for cattle-breeding farms with use of natural and artificial sources of heat and cold are presented. The calculations showed that the application of heat-cooling system on farms saves energy, reduces a capital and operational expenditure.

Keywords: *energy saving; heat-cooling system; cattle-breeding farms natural and artificial sources of heat and cold.*

Природные источники тепла и холода являются важными резервами сокращения затрат энергии на животноводческих фермах и комплексах. Создание энергосберегающих теплохолодильных систем для животноводческих ферм, использующих эти источники, требует разработки и совершенствования специализированного оборудования:

– комбинированных аккумуляторов низкопотенциальной энергии тепла и холода, экологически безопасных теплоносителей с низкой температурой замерзания;

– комбинированных теплообменников, в том числе наружной установки, вентиляторов, электрооборудования, систем автоматизации и др.

Разработка теплохолодильных систем круглогодового действия на основе этого оборудования позволяет при минимальных затратах энергии вырабатывать холод в виде льда и ледяной воды для охлаждения молока и других продуктов, а также использовать нагретую воду различных температурных уровней для поения скота, подмыва вымени, промывки оборудования и других технологических нужд.

Применение подобных систем позволяет повысить их энергоэффективность, снизить капитальные и эксплуатационные затраты на энергоемкие операции охлаждения молока, стабилизировать нагрузку на электрические сети, увеличить надежность электрифицированного оборудования.

Таким образом, применение сбалансированных теплохолодильных систем, вырабатывающих одновременно холод и тепло в необходимых для данного сельхозобъекта пропорциях и количествах и использующих при этом природные источники низкопотенциальной энергии, включая естественный холод наружного воздуха, грунтовой воды и энергию, выделяемую при обработке сельхозпродукции, в сочетании с электроэнергией, является наиболее экономически выгодным способом повышения энергоэффективности животноводческих ферм.

Для обоснования сбалансированного обеспечения тепло- и холодоснабжения животноводческих ферм в ГНУ ВИЭСХ разработаны математические модели и метод расчета параметров двух типов теплохолодильных систем:

- с использованием естественного холода грунтовой воды и двухсекционных теплообменников для предварительного охлаждения молока;

- с применением комбинированных теплохолодильных машин, используемых для сбалансированного тепло- и холодоснабжения на фермах как при помощи искусственных, так и природных источников тепла и холода.

Предложенный метод расчета энергосберегающих теплохолодильных систем основан на сравнительном анализе энергетического баланса этих систем при различных вариантах их выполнения и использования на животноводческих фермах в центральном регионе страны. Рассмат-

ривались основные варианты энергосберегающих систем охлаждения молока с аккумуляцией тепла и холода: при утилизации низкопотенциальной тепловой энергии охлаждаемого продукта (молока); при нагреве воды и воздуха для технологических нужд; при использовании природного холода комбинированными аккумуляторами-теплообменниками «воздух-вода» внутренней и наружной установки. Эти системы могут привести к сокращению затрат на электроэнергию за счет уменьшения ее расхода при использовании внешних естественных экологически чистых источников холода и тепла. Снижение затрат и экономия электроэнергии могут дополнительно осуществляться за счет льготного ночного тарифа на электроэнергию и более эффективного ее использования.

Применение природного холода ведет к экономии электроэнергии за счет отключения компрессора холодильной машины. Уравнения энергетического баланса составлялись для теплохолодильных систем с нагревом воды для технологических нужд; для обогрева производственных помещений; с использованием природного холода и сравнения энергоэффективности этих вариантов с энергоэффективностью основного (базового) варианта на основе применения парокомпрессионных холодильных машин. Сравнение производилось по критерию величины удельных затрат на электроэнергию.

Дополнительная экономия электроэнергии может быть получена за счет применения комбинированных аккумуляторов естественного и искусственного холода и использования пониженной температуры наружного воздуха ночного времени суток для понижения температуры конденсации парокомпрессионных холодильных установок ночью. Для центральных районов страны такое понижение может составлять 10ºС и более.

Было установлено, что при понижении температуры конденсации на 1 ºС уменьшение потребления электроэнергии компрессором может составлять до 2 % при увеличении его холодопроизводительности на такую же величину. Таким образом, общая экономия электроэнергии в отдельные периоды может достигать 50 % и более.

В теплохолодильной системе при охлаждении молока, нагреве воды и использовании ее в технологических целях происходят процессы тепло- и массообмена, включающие отведение холода от испарителя холодильной машины, теплоты конденсации рабочего хладагента от конденсатора и подведение тепла потребителю.

При этом необходима дополнительная энергия, что должно быть учтено при составлении энергетического баланса. Энергетический баланс составлялся для различных вариантов энергосберегающих охлаждающих систем.

1. С нагревом воды для технологических нужд:

$$\sum[W_1;W_2;W_3;W_4]=\sum[W_5';W_8';W_9';W_{10}';W_{11}'];$$

2. С нагревом воздуха для обогрева производственных помещений:

$$\sum[W_1;W_2;W_3;W_4]=\sum[W_6';W_8';W_9';W_{10}';W_{11}'];$$

3. С использованием природного холода

$$\sum[W_1;W_2;W_3;W_4]=\sum[W_7';W_8';W_9';W_{10}';W_{11}']; \quad (1)$$

4. Охлаждение парокомпрессионной машиной (базовый вариант)

$$\sum[W_1;W_2;W_3;W_4]=\sum[W_5';W_7';W_9';W_{10}';W_{11}'];$$

где $W_1;W_2;W_3;W_4;W_5';W_6';W_7';W_8';W_9';W_{10}';W_{11}'$ – тепловая энергия соответственно от охлаждаемого продукта (молока) и от артезианской воды; в виде электроэнергии на компрессор, конденсатор и насосы; распределяемая на технологические нужды через воду и воздух; удаляемая через конденсатор; теряемая аккумулятором холода, компрессором, вентилятором конденсатора и насосами, кВт·ч.

$$W_1 = G(T_1 - T_2)\cdot C_{ржс}\cdot \rho_{ж}\tau / K_1; \quad (2)$$

где G – объемный расход охлаждаемой жидкости, м^3/ч; T_1, T_2 – температура жидкости до и после охлаждения, ºС, $C_{ржс}=4{,}19$ – удельная теплоемкость охлаждающей жидкости, кДж/кг ºС; $\rho_{ж}$ – плотность охлаждаемой жидкости, кг/м^3; τ – длительность цикла охлаждения, ч; K – переводной коэффициент.

$$W_2 = Q_1 / \varepsilon, \quad (3)$$

$$Q_1 = G(T_2 - T_1)\cdot C_{ржс}\cdot \rho_{ж}, \quad (4)$$

где Q_1 – холодопроизводительность холодильной машины, кВт; ε – холодильный коэффициент.

$$W_{11}' = \sum_{i=1}^{n} W_i \,, \qquad (5)$$

где W_i – энергия, поступающая в i насосную установку; n – количество насосных установок

$$\begin{aligned} W_5' &= K_5 \cdot \sum [W_1; W_2; W_3; W_4]; \\ W_6' &= K_6 \cdot \sum [W_1; W_2; W_3; W_4]; \\ W_7' &= K_7 \cdot \sum [W_1; W_2; W_3; W_4], \end{aligned} \qquad (6)$$

где K_5; K_6; K_7 – приведенные коэффициенты.

Масса накапливаемого льда для расчета W_8'

$$M_л = \sum_{j=1}^{m} Q_j \cdot (1 + K_n) \cdot \tau \cdot a / \xi \,, \qquad (7)$$

где $M_л$ – требуемая масса льда, кг; $Q_л$ – удельная тепловая нагрузка, кВт; τ – длительность цикла охлаждения, ч; $K_n = 0{,}1$ – коэффициент потерь; $\xi = 333$ – теплота плавления льда, кДж/кг; a – переводной коэффициент, кДж/кВт·ч.

Холодильный коэффициент, используемый для оценки энергетической эффективности холодильной машины, заменяется коэффициентом преобразования, который используется для оценки энергоэффективности теплохолодильной установки.

Этот коэффициент вычисляется по формуле:

$$\mathrm{M}_{TH} = \frac{Q_T}{N_{ком}}, \qquad (8)$$

где M_{TH} – коэффициент преобразования теплохолодильной установки (коэффициент энергоэффективности); Q_T – теплопроизводительность теплонасосной установки, кВт; $N_{ком}$ – потребляемая компрессором теплохолодильной установки электрическая мощность, кВт.

Для теплохолодильной установки в целом исчисление энергетических показателей преобразования электрической энергии в холод или тепло производится по формулам:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_{xy} &= \frac{Q_T}{\sum [N_{ком}; N_k]}; \\ \mu_{ту} &= \frac{Q_T}{\sum [N_{ком}; N_{ис}]} \end{aligned}\right\}, \qquad (9)$$

где N_k; $N_{ис}$ – потребляемая электрическая мощность на отведение соответственно тепла конденсатора и холода испарителя, кВт.

Мощность холодильного агрегата определялась по формуле:

$$P = \frac{M_л \cdot \xi}{T \cdot 3600}, \qquad (10)$$

где P – мощность холодильного агрегата, кВт; $M_л$ – масса льда, кг; T – время работы холодильного агрегата, ч.

На рис. 1 изображена принципиальная схема комбинированной теплохолодильной системы второго типа с использованием природных и искусственных источников холода. Элементы этой системы, разработанные ГНУ ВИЭСХ совместно с ОАО «МСКХО», прошли предварительные испытания на ферме «Гольево» Красногорского района Московской области.

В схеме предусмотрено использование низкопотенциальной тепловой энергии охлаждаемого продукта и грунтовой воды при ее охлаждении и нагреве на технологические нужды. Возможен нагрев воздуха для отопления производственного помещения в холодное время года при использовании конденсатора воздушного охлаждения.

Горячие пары фреона из компрессора 13 попадают в конденсатор 14 с водяным охлаждением, куда подается грунтовая вода с температурой 8–10ºС от наружных источников водоснабжения. Нагретая до температуры 30 – 40ºС вода поступает в теплоизолированный резервуар 19, откуда теплая вода попадает на технологические нужды. Если нужна вода с более низкой температурой (поение скота, подмыв вымени), то через смеситель подается холодная вода.

Если требуется вода с более высокой температурой (на промывку оборудования), то из теплоизолированного резервуара 19 вода подается в электрический догреватель 20, а оттуда к технологическому объекту – потребителю.

Из конденсатора 14 охлажденный хладагент в виде жидкости поступает в ресивер 15, а оттуда в фильтр-осушитель 16, где очищается от примесей и влаги. Затем хладоноситель проходит через теплообменник 12 в котором установлен змеевик, выполненный из меди. В противоположном направлении вокруг змеевика с низкими температурой и давлением идет газообразный фреон из испарителя 10. В теплообменнике пары фреона, идущие в компрессор, подогреваются за счет жидкого фреона с более высокой температурой. Выйдя из теплообменника хладоносителя 12, пар поступает в терморегулирующий вентиль (ТРВ) 18. Здесь он расширяется, резко снижается его давление и температура. Чем ниже давление, тем ниже температура, при которой фреон начинает кипеть. В ТРВ регулируются параметры потока фреона, поступающего

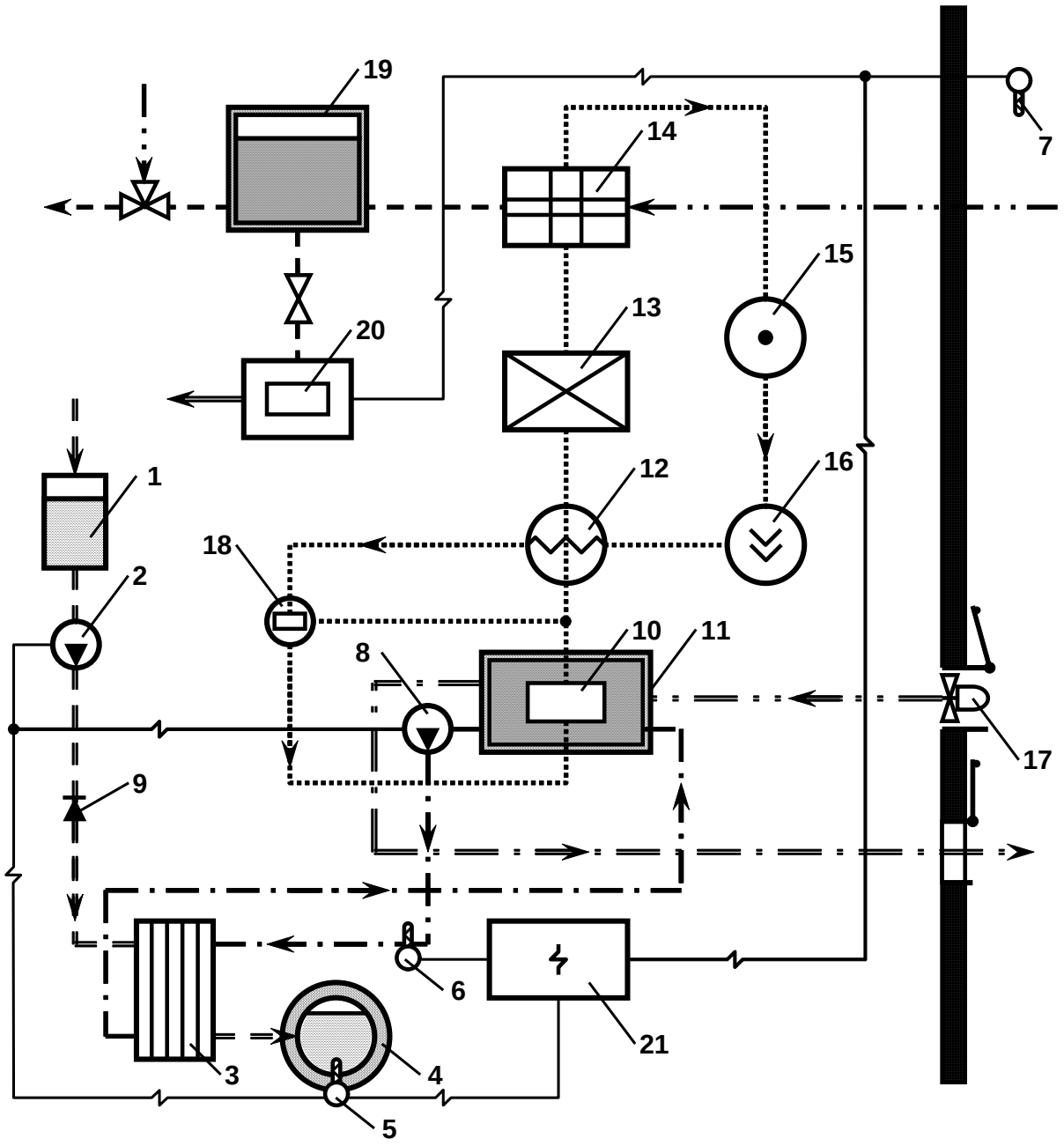

Рис. 1. Принципиальная схема комбинированной теплохолодильной системы с использованием природных и искусственных источников холода:

наружный воздух
хладагент
грунтовая вода
теплая вода
горячая вода
теплый воздух
молоко
хладоноситель

1 – молокоприемник; 2 – молочный насос; 3 – теплообменник для молока; 4 – резервуар-термос; 5 – датчик температуры молока; 6 – датчик температуры хладоносителя; 7 – датчик температуры наружного воздуха; 8 – насос хладоносителя; 9 – обратный клапан; 10 – испаритель; 11 – теплоизолированный резервуар; 12 – теплообменник; 13 – компрессор; 14 – конденсатор; 15 – ресивер; 16 – фильтр-осушитель; 17 – вентилятор; 18 – терморегулирующий вентиль; 19 – теплоизолированный резервуар; 20 – электрический нагреватель; 21 – блок управления

в испаритель, а следовательно, его давление и температура кипения. В испарителе фреон превращается в газ, затем его пары вновь засасываются в компрессор 13 и цикл повторяется.

Во время цикла охлаждения холодная вода из аккумулятора холода 11, от испарителя 10 насосом хладоносителя 8 подается в теплообменник для молока 3, в молочную секцию которого поступает молоко из молокоприемника 1 через молочный насос 2 и обратный клапан 9. Охлажденное молоко накапливается в теплоизолированном резервуаре-термосе 4. Температура молока, хладоносителя и наружного воздуха с датчиков 5, 6, 7 поступает в блок управления 21, оттуда осуществляется контроль и управление технологическим процессом.

В холодное время года молоко может охлаждаться холодным наружным воздухом. Холодный воздух нагнетается непосредственно вентилятором 17 в аккумулятор холода 11 с комбинированным испарителем 10, где через оребренные теплопроводящие стенки охлаждается хладоноситель (вода) и намораживается лед. Холодная вода насосом хладоносителя 8 подается в секцию охлаждения теплообменника для молока 3.

Проведенные расчеты показали, что применение теплохолодильной системы на фермах экономит энергию, уменьшает капитальные и эксплуатационные затраты, повышает надежность системы. При использовании 1 тонны поступающей на ферму воды 300 кг молока может быть охлаждено до температуры 13 – 5 ºС уже на предварительном этапе. В холодное время для охлаждения 1 тонны молока потребуется не более 3 кВт·ч, а при охлаждении традиционными, применяемыми на фермах системами удельные затраты энергии на 1 т молока составляют до 30 кВт·ч.

УДК 631.563

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВАКУУМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Канд. техн. наук А.Б. Коршунов
(ГНУ ВИЭСХ)

Дан анализ и перспективы применения вакуумных технологий для первичной обработки и хранения сельскохозяйственной продукции. Показано, что использование вакуумных технологий позволяет снизить энергозатраты и увеличить сроки хранения.

Ключевые слова: *вакуумные технологии; первичная обработка и хранение сельскохозяйственной продукции; энергосбережение.*

The analysis and prospects of application of vacuum technologies for preprocessing and storage of agricultural products are given. It is shown that the use of vacuum technology allows you to reduce energy costs, and extend the period of storage.

Keywords: *vacuum technologies; preprocessing and storage of agricultural products; energy saving.*

В настоящее время вакуумные технологии находят все более широкое распространение в различных отраслях народного хозяйства.

В частности, компания «Олекс Холдинг» (г. Москва) занимается разработкой вакуумно-испарительного оборудования для: консервирования семян овощных культур и зерна в охлажденном состоянии; вакуумного охлаждения, сушки и хранения; сублимационной сушки и предпосевной обработки семян овощных культур и зерна. В Московском Государственном университете прикладной биотехнологии разработан вакуумный охладитель творога. В Орловском Государственном техническом университете проводятся исследования процесса вакуумно-испарительного охлаждения полуфабрикатов после кулинарной обработки, хлебобулочных изделий и другой продукции. Фирмами Revent (Швеция) и Werner & Pfleiderer (Германия) разработаны и выпускаются системы вакуумного охлаждения хлеба и выпечки. В Московском Государственном университете инженерной экологии (МГУИЭ) проводятся исследования по разработке холодильных машин с использованием вакуума. В технологическом институте им. Н.Н. Поликарпова разработана установка для выпаривания жидкого сельскохозяйственного сырья в вакууме и получения плодово-ягодных концентратов.

Вакуумные технологии и оборудование применимы также в следующих видах производств:

- сушка растительных, животных и рыбных продуктов;
- сушка молока и молочной продукции при «комнатных» температурах;
- безотходное производство спирта и пива;
- кормовое производство, переработка отходов сельскохозяйственного пищевого и промышленного производства;
- переработка осадков сточных вод и отстойных илов в почвогрунты и органо-минеральные удобрения с обеспечением замкнутого водооборота;
- сушка пиломатериалов и экстрагирование из древесины, коры, листьев и хвои различных ценных материалов для фармакологии, косметологии и пищевой промышленности.

Работы в этих направлениях ведутся, в частности, в ЗАО «Твин Трейдинг Компани».

Начиная с 50-х годов прошлого века вакуумное охлаждение успешно применяется при охлаждении цветов и некоторых плодов и овощей. Являясь относительно простым, вакуумное охлаждение при этом минимально затратно. Сущность его заключается в следующем. Над охлаждаемыми плодами или овощами создают разрежение, при котором из тканей интенсивно испаряется часть влаги (1–2 %), на что расходуется значительное количество их внутреннего тепла, и поэтому они быстро охлаждаются. Практически вакуумное охлаждение осуществляется в специальных металлических камерах, где с помощью многоступенчатых пароэжекторных машин создается вакуум. Охлаждаемые продукты, уложенные в картонные коробки-контейнеры, устанавливают на тележки и вкатывают в камеры. Затем камеры герметически закрывают и начинают процесс охлаждения. Длится он 15–20 мин.

Такой способ применяют и для охлаждения плодов и овощей непосредственно в вагонах. Для этого пользуются большими вакуумными каме-

рами, вмещающими железнодорожные вагоны. Процесс охлаждения происходит тоже очень быстро. При достаточно глубоком вакууме вагон овощей охлаждается за 25 – 30 мин.

Другим достоинством вакуумного охлаждения является возможность использования практически любого типа упаковки охлаждаемого продукта, при условии, что она имеет отверстия для выпускания воздуха и паров воды.

Кроме того, вакуумная технология может применяться для охлаждения воды [5], производства водного льда, водоледяных растворов и суспензий. Работы в этом направлении ведутся на кафедре «Холодильной и криогенной техники» в МГУИЭ [2, 3, 7]. Такие хладоносители могут, в частности, использоваться: при переработке рыбы и морепродуктов – для их мягкого охлаждения с момента добычи до поступления в продажу; в сельском хозяйстве – для охлаждения молока, фруктов и овощей; в хлебопекарной промышленности – для охлаждения теста; на мясоперерабатывающих предприятиях – для предотвращения нагрева фарша в процессе куттерования; в сфере кондиционирования и др.

Одной из наиболее перспективных областей применения вакуумных технологий является первичная обработка и хранение молока и молочной продукции с целью сохранения качества, увеличения сроков хранения и исключения возможных потерь.

В ГНУ ВИЭСХ совместно с МГУИЭ разработана вакуумно-испари-тельная установка, предназначенная для охлаждения молока на фермах, насчитывающих до 100 голов дойного стада коров [6].

Установка состоит из испарителя и насосно-конденсаторного агрегата. Испаритель представляет собой специальный бак емкостью 300 л с герметично закрывающейся крышкой, который соединяется с насосно-конденсаторным агрегатом гибким пластиковым шлангом. В состав агрегата входят конденсатор и два вакуумных насоса, один из них является основным, а другой вспомогательным (форвакуумным). Наличие форвакуумного насоса позволяет понизить давление в системе и облегчить таким образом этап пуска основного насоса, что позволяет избежать лишних затрат энергии и дополнительного нагрева механизма насоса. Кроме того, вспомогательным насосом удобно пользоваться при обслуживании всей установки в целом. Сюда можно отнести: упрощенную проверку системы на герметичность, заправку испарителя рабочим веществом или необходимым для очистки и дезинфекции раствором, удаление из механизмов насосов и полости конденсатора остаточных водяных паров во время технического обслуживания. На вспомогательном насосе лежит задача откачки воздуха и неконденсируемых газов из испарителя. Основной насос обеспечивает откачку паров рабочего вещества при его кипении в испарителе и их сжатие до давления конденсации. Геометрическая скорость откачки основного насоса составляет около 150 л/с ($P_{уст}$ = = 1,5 кВт), а вспомогательного – 3 л/с ($P_{уст}$ = = 0,3 кВт) [4]. Конденсатор служит для увеличения эффективности работы установки в целом и конденсации водяных паров.

Одним из недостатков данной установки для вакуумного охлаждения молока является ограниченная возможность ее применения на молочных фермах и молочных заводах с большими объемами обрабатываемого молока. Это связано с необходимостью создания теплоизолированных герметизированных вакуумных емкостей большой вместимости, что представляет собой сложную техническую задачу, они очень дороги в производстве и эксплуатации. Кроме того, эксплуатация таких емкостей под вакуумом опасна с точки зрения техники безопасности. Особенно это относится к емкостям повышенной вместимости. Вместимость таких емкостей на объектах сельского хозяйства и пищевой промышленности составляет от 2,5 до 6 м^3. Отмеченные недостатки не дают возможности обеспечить широкое внедрение указанных установок на молочных фермах и молочных заводах.

В ГНУ ВИЭСХ разработана установка для бесфреонового охлаждения молока в потоке. Новизна установки подтверждена патентом РФ № 2150194 [1].

Установка (рис. 1) включает теплоизолированную герметизированную емкость 1, вакуумный агрегат с насосами 2, 3 (соответственно высокого и низкого вакуума) и расположенный между ними конденсатор 4, электроконтактный вакуумметр 5, электромагнитный вентиль 6. Теплоизолированная герметизированная емкость 1 выполнена в виде горизонтально расположенного цилиндрического сосуда, торцы которого соединены между собой через внутреннюю полость теплообменными трубками 7, а на торцах герметично установлены крышки 8 с углублениями, соединяющими концевой срез одной теплообменной трубки 7 с начальным срезом другой с образованием сквозного канала. Причем начальная часть первой теплообменной трубки 7 и концевая часть последней теплообменной трубки 7 соединены с подводящей и отводящей ветвями 9, 10 молокопровода,

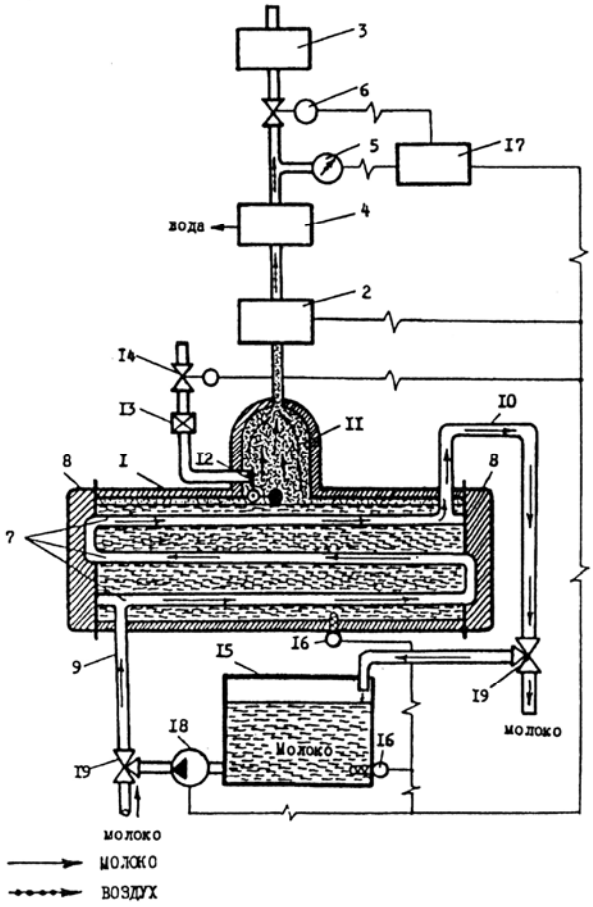

Рис. 1. Технологическая схема вакуумно-испарительной установки для охлаждения молока в потоке

а на верхней цилиндрической поверхности теплоизолированной герметизированной емкости 1 установлена образующая с ней общий объем вакуумная камера 11, соединенная в верхней части с вакуумным агрегатом, а также соединенная с источником водоснабжения через клапан 12, терморегулирующий вентиль 13 и электромагнитный вентиль 14, причем в нижней части теплоизолированной и герметизированной емкости 1 и в резервуаре 15 для молока установлен датчик 16 температуры, электрически через блок управления 17 соединенный с вакуумным агрегатом, а на молокопроводе установлен молочный насос 18, подсоединяемый через кран 19.

Установка для бесфреонового охлаждения молока в потоке работает следующим образом.

В теплоизолированную герметизированную емкость 1 заливается хладагент в виде воды или жидкости с температурой замерзания ниже 0°С, например водный раствор поваренной соли – рассол. Включается насос 3 низкого вакуума, затем, по сигналу электроконтактного вакуумметра 5, включается насос 2 высокого вакуума. После вакуумирования полости, образуемой теплоизолированной герметизированной емкостью 1 и вакуумной камерой 11, хладагент начинает кипеть и интенсивно испаряться, поглощая тепло и охлаждая систему. Пары хладагента откачиваются насосом 2 высокого вакуума и конденсируются в виде воды в конденсаторе 4, при этом насос 3 низкого вакуума периодически включается блоком управления 17, откачивая воздух, попадающий через неплотности и зазоры герметизированной оболочки вакуумированного объема.

При понижении уровня жидкого хладагента в вакуумированном объеме вследствие его испарения открывается клапан 12 (например, поплавкового типа) или рассол под действием разности давлений в источнике водоснабжения и вакуумной камере 11 через терморегулирующий вентиль 13 и электромагнитный вентиль 14 поступает в вакуумированный объем. Клапан 12 поплавкового типа объединяет клапанное устройство и датчик уровня. Вода дросселируется через терморегулирующий вентиль 13. Образовавшиеся в процессе дросселирования пары откачиваются насосом 2 высокого вакуума и подаются в конденсатор 4. Терморегулирующий вентиль 13 отрегулирован таким образом, чтобы уравнивать интенсивность образования паров воды и производительность откачного вакуумного агрегата. При достижении требуемой температуры хладагента (2 – 3 °С) по сигналу датчика 19 температуры через блок 17 управления включается молочный насос 18. Молоко из нижней части резервуара 15 или другой части технологической линии начинает поступать через подводящую ветвь 9 молокопровода в теплообменные трубки 7, проходя через них, охлаждается и через отводящую ветвь 10 молокопровода и кран 19 подается в резервуар 15 или другое звено технологической линии. Охлаждение производится до тех пор, пока по сигналу датчика 16 температуры, установленного в резервуаре 15, процесс охлаждения не останавливается. При этом вакуумный агрегат отключается. Если в процессе хранения температура молока повышается, то охлаждение по сигналу датчика 16 температуры и блока 17 управления может быть возобновлено.

Молочный канал установки легко промывается как циркуляционно, так и вручную. При этом крышки 8 могут быть сняты, и внутренняя поверхность теплообменных трубок 7 может чиститься ершами вручную. В теплоизолиро-

ванную герметизированную емкость 1 может быть залита жидкость с низкой температурой замерзания (например, рассол), для того чтобы распространить температуру охлаждения хладоносителя на область отрицательных температур и увеличить интенсивность охлаждения молока. При испарении воды в процессе охлаждения концентрация хладагента (рассола) увеличивается, но при поступлении воды во время открытия поплавкового клапана 12 концентрация восстанавливается.

Молочный канал установки включает подводящую ветвь 9 молокопровода, систему теплообменных труб 7, отводящую ветвь 10 молокопровода. Молоко или другая жидкость по этому молочному каналу могут перемещаться кроме воздействия насоса 18 и под действием вакуума в виде молоковоздушной смеси, как это происходит в молокопроводах доильных установок.

В результате использования установки и за счет применения новых типов вакуумных испарителей и герметизированных емкостей поточного типа с горизонтальными теплоизолированными трубами сфера действия вакуумных охлаждающих систем значительно расширяется и распространяется на новые поточные экологически безопасные технологии. При этом уменьшаются затраты энергии на охлаждение хладагента за счет непосредственного воздействия на него, исключая теплопередающие стенки.

Как показали исследования, проведенные в Краснодарском филиале Московского Государственного университета и в других организациях, охлаждение молока при помощи вакуума способствует сохранению высокого качества продукции при длительных сроках хранения. Так, например, при длительном хранении (5 суток) молока в вакуумном охладителе при температуре +6 °С и вакууме 10 кПа кислотность по Тернеру увеличилась всего на 5 единиц – с 13 до 18, при этом во всех пробах наблюдалась всхожесть биологических посевов, т. е. молоко во всех пробах оставалось «живым». При вакуумной обработке сохраняются все исходные ценные биологически активные компоненты (фолиевая и парааминобензойная кислоты, калий, натрий, кальций, белки, жиры и другие вещества), не происходит свертывания белка, одновременно уничтожаются вредные микроорганизмы).

Как показал проведенный анализ, к числу наиболее перспективных областей применения вакуумных технологий в АПК следует отнести следующие: охлаждение, хранение и сушка молока, молочной и другой сельскохозяйственной продукции; подготовка к хранению зерна; хранение фруктов и овощей; производство кормов и др. Использование вакуумных технологий позволит провести технологическое перевооружение АПК, снизить энергозатраты, существенно снизить металлоемкость оборудования, дегазировать и дезодорировать продукт, что способствует сохранению его органолептических показателей и увеличению срока хранения.

Литература

1. Патент РФ №2150194. Вакуумная установка для охлаждения молока / Марьяхин Ф.Г., Учеваткин А.И., Коршунов А.Б. и др. // БИ. 2000. № 16.
2. *Маринюк Б.Т., Гапонов М.М., Крючков Д.В.* Исследование вакуумно-испарительной холодильной машины // Труды МГУИЭ. 1998. Т. 2. С. 320.
3. *Маринюк Б.Т., Заварухин Д.В.* Вакуумно-испарительное охлаждение: особенности и перспективы // Холодильная техника. 2001. № 1. С. 8.
4. *Фролов Е.С.* и др. Механические вакуумные насосы. М.: Машиностроение, 1984. – 288 с.
5. Патент РФ №2181817. Вакуумное устройство для получения охлажденной очищенной пресной воды / Коршунов А.Б., Стребков Д.С., Марьяхин Ф.Г., Учеваткин А.И., Тихомиров А.В. // БИ. 2002. № 12.
6. *Коршунов А.Б.* Электрифицированная бесфреоновая система охлаждения молока на фермах. Автореф. дис. … канд. техн. наук. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2002.
7. *Маринюк Б.Т.* Вакуумно-испарительные холодильные установки, теплообменники и газофикаторы низких температур. М.: Энергоатомиздат, 2003. – 208 с.

УДК 631.363

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЗАЦИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМБИКОРМОВ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Д-р техн. наук Е.И. Резник, асп. Л.З. Бестаев
(ГНУ ВИЭСХ)

Дан анализ и обоснование структурных схем приготовления комбикормов местного производства с наименьшими трудовыми, материальными и транспортными затратами, необходимыми для фермерских хозяйств на малых кормовых площадях.

Ключевые слова: *комбикорма; фермерские хозяйства; кормоприготовительные системы; частичный, сокращенный и полный циклы производства кормовых смесей.*

The analysis and study of the structural patterns of the local mixed fodder production with less labor, material and transportation costs required for small farms in the feed area.

Keywords: *the mixed fodder; the small farms; the systems of the preparation mixed fodder; partial, abbreviated and full cycles mixed fodder production.*

В соответствии со «Стратегией машинно-технологического обеспечения производства продукции животноводства до 2020 года» предполагается, что примерно 50% кормового зерна будет использоваться комбикормовой промышленностью, а остальная часть – для производства комбикормов непосредственно в фермерских хозяйствах [1–6].

Первое направление позволяет реализовать современные технологии, применять специализированные машины и тем самым максимально использовать достижения научно-технического прогресса для эффективного производства комбикормов высокого качества, второе – устранить большие затраты на перевозку сырья и готовой продукции, за счет использования промышленных добавок и высокоэффективной техники производить качественные и с низкими издержками комбикорма. В условиях многоукладного характера производства с многообразием форм собственности и хозяйствования в сельскохозяйственной системе производства комбикормов перспективными являются три типа предприятий: межхозяйственные заводы, хозяйственные (межфермерские) предприятия и фермерские агрегаты и установки.

Межхозяйственные заводы (первый уровень), используя готовый премикс, вырабатывают стартерный и другие сложные полнорационные комбикорма для потребителей в прилегающей зоне и белково-витаминно-минеральные добавки (БВМД) для менее крупных комбикормовых объектов хозяйственного (межхозяйственного) и фермерского назначения, находящихся за пределами этой зоны.

Хозяйственные (межфермерские) цеха и заводы (второй уровень) работают на привозных БВМД и премиксе (полная схема). Фермерские малогабаритные агрегаты и установки (третий уровень) приготавливают комбикорма по полной схеме или схеме смешивания.

В агропромышленном комплексе нашей страны в последнее время определилась устойчивая тенденция на приближение производства комбикормов непосредственно к потребителям комбикормовой продукции и местным сырьевым ресурсам. Это обусловлено, главным образом, значительными темпами роста стоимости комбикормовой продукции, предлагаемой комбикормовыми заводами сельскохозяйственным товаропроизводителям. Приготовление комбикормов непосредственно в хозяйствах позволяет значительно снизить затраты на транспортные операции, шире использовать дешевые местные сырьевые ресурсы и др. Все это дает возможность существенно сократить себестоимость производимых комбикормов.

Сельскохозяйственным товаропроизводителям в условиях периодических засух приходится вести хозяйственную деятельность в условиях ограниченных финансовых ресурсов. Современные формы организации производства обусловили разработку и выпуск малогабаритного комбикормового оборудования, которое можно размещать в приспособленных помещениях с минимальными затратами на пусконаладочные работы.

Состояние вопроса. В США и странах Западной Европы для обработки кормов на малых фермах широко применяют кормоприготовительные агрегаты – стационарные и

особенно передвижные кормоцеха на колесах. 18 фирм США выпускают 36 моделей кормосмесительных установок, изготавливавшихся в прицепном (90%) и самоходном (10%) вариантах (на базе грузового автомобиля). Теперь ежегодно их производят там свыше 30 тыс. В Англии передвижными установками для приготовления кормосмесей пользуются около 6500 фермеров. В Германии почти 20 фирм выпускают 63 типа полу- или полностью автоматических кормоприготовительных агрегатов производительностью 1000–2000 кг/час, различные модели передвижных кормодробилок-смесителей.

В названных странах наблюдается тенденция приготавливать высокобелковые корма и кормосмеси на установках непосредственно в фермерских хозяйствах из местного фуражного зерна и белково-витаминно-минеральных добавок промышленного изготовления. Затраты на кормление в этом случае снижаются примерно наполовину. Машины, как стационарные, так и подвижные, выполняют требуемый комплекс работ: размол зерна, смешивание полученной массы с добавками или с измельченными высокобелковыми грубыми кормами. Затраты мощности для работы таких установок составляют 40–60 кВт. На мобильных установках для измельчения грубых кормов в основном используют молотковые дробилки.

Технологические схемы зарубежных агрегатов для производства комбикормовых смесей на фермах очень разнообразны. Из них можно выделить три наиболее распространенные основные принципиальные схемы (табл. 1). Таким образом, при определении оптимального варианта кормоприготовительной системы необходимо классифицировать кормоцеха на колесах по конструктивным особенностям и технологии производства.

Таблица 1

Структура кормоприготовительных систем

№ п/п	Конструктивная схема	Цикл	Технология приготовления кормов
1.	Дробилка-измельчитель фуражного зерна на одноосном шасси.	Частичный	1. Загрузка фуражного зерна. 2. Измельчение и смешивание в потоке зерна.
2.	Бункерная дробилка-измельчитель-смеситель-раздатчик на одноосном шасси.	Сокращенный	1. Измельчение грубых кормов и зерна. 2. Загрузка других компонентов рациона. 3. Смешивание, измельчение и выгрузка готовой смеси
3.	Бункер-смеситель-раздатчик+дробилка+плющилка+бункер концкормов на двухосном шасси или на КАМАЗе.	Полный	1. Дробление и выгрузка грубых кормов, початков. 2. Плющение зерна. 3. Накопление и подача концкормов и микродобавок. 4. Смешивание и раздача готовой смеси. 5. Гранулирование и брикетирование кормосмеси.

1. Частичный цикл производства

Назначение – Дробильно-смесительная техника применяется для измельчения фуражного зерна собственного производства в виде простого помола совместным дроблением компонентов (рис. 1)

Согласно структурной схеме размольно-смесительный блок включает в себя: карданную передачу, дробилку, раму, одноосное шасси, загрузочную воронку для зерна, циклон, шлюзовой распределитель, редуктор, трубопровод.

Технологический процесс. Все зерновые (пшеница, ячмень, овес, горох и т.п.) и обогатительные (жмых, шрот) компоненты в определенной фермером пропорции или соотношении подаются в загрузочную воронку дробилки, поступают далее на молотки ротора дробилки и

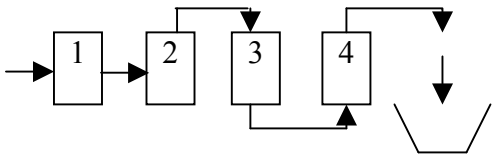

Рис. 1. Структурная схема размольно-смесительного блока (частичный цикл) приготовления концентрированных кормов: 1 – прием и механическая подача зернофуража спирально-винтовым транспортером в загрузочный патрубок; 2 – измельчение и смешивание в потоке зернофуража многофункциональной дробилкой; 3 – выгрузка готовой кормосмеси в накопители; 4 – раздача готовой кормосмеси животных

во взаимодействии с отверстиями решета измельчается, смешиваются в процессе дробления

с однородностью не менее 85%. Полученная кормосмесь лопастями вентилятора подается в циклон-разгрузитель и далее затаривается в мешки; при наличии БВД кормосмесь подается в шнековый смеситель.

Производительность: для суточного потребления до 250 кг (Q – не менее 500–700 кг/ч); для суточного потребления до 500 кг (Q – не менее 1000–1500 кг/ч); потребная мощность привода от вала отбора мощности (ВОМ) трактора до 55 кВт. Энергетические показатели и показатели качества работы дробилки на фуражном зерне приведены в табл. 2; обслуживающий персонал – 2 чел.; габаритные размеры: длина – до 3000 мм, ширина – до 2500 мм, высота – до 3000 мм; масса размольно-смесительного блока – соответственно типоразмеру 600 кг и 1000 кг.

Основные показатели работы агрегата приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Показатели работы дробилки агрегата

Культура и ее влажность, %	Диаметр решета, мм							
	4				6			
	Производительность, т/ч	Модуль помола, мм	Помол	Плотность, кг/м^3	Производительность, т/ч	Модуль помола, мм	Помол	Плотность, кг/м^3
Овес (14,8)	1,32	1,39	Средний	443	1,49	1,66	Средний	493
Пшеница (12,6)	1,89	1,02	Мелкий	630	2,40	1,20	Средний	643
Ячмень (14,3)	1,86	1,08	Мелкий	665	2,40	1,32	Средний	595
Рожь (13,8)	1,56	1,07	Мелкий	565	1,98	1,48	Средний	545

Таблица 3

Энергетические показатели при измельчении зерновых компонентов в агрегате

Показатель	Диаметр решета, мм								
	4				6				
	Овес	Ячмень	Пшеница	Рожь	Овес	Ячмень	Пшеница	Кормосмесь	Холостой ход
Напряжение линии, В	362,0	338,0	346,0	343,0	368,6	350,0	364,0	348,0	352,0
Сила тока, А	49,0	48,8	43,0	47,0	46,7	41,3	46,3	48,4	16,3
Потребная мощность, кВт	26,0	28,4	28,8	26,8	28,4	24,2	26,6	28,0	7,8
Производительность, т/ч	1,3	1,8	1,8	1,5	1,8	2,3	2,4	1,8	-
Удельная энергоемкость, кВт·ч/т	19,7	15,3	14,7	17,3	15,8	10,3	11,1	14,8	-

2. Сокращенный цикл производства комбикормов

Назначение – Прицепная установка для кормовых смесей применяется для измельчения фуражного зерна и листостебельной массы, смешивания с имеющимися на ферме кормовыми добавками (БВД) и выдачи их животным.

Устройство – карданная передача-редуктор, универсальная двухвентиляторная дробилка фуражного зерна и листостебельной массы (рис. 2), плющилка, вертикальный или горизонтальный смешивающий бункер зерна, сборный смесительный шнек-рама, одно- или двухосное шасси, выгрузной шнек для загрузки кормушек, бункер для БВМД.

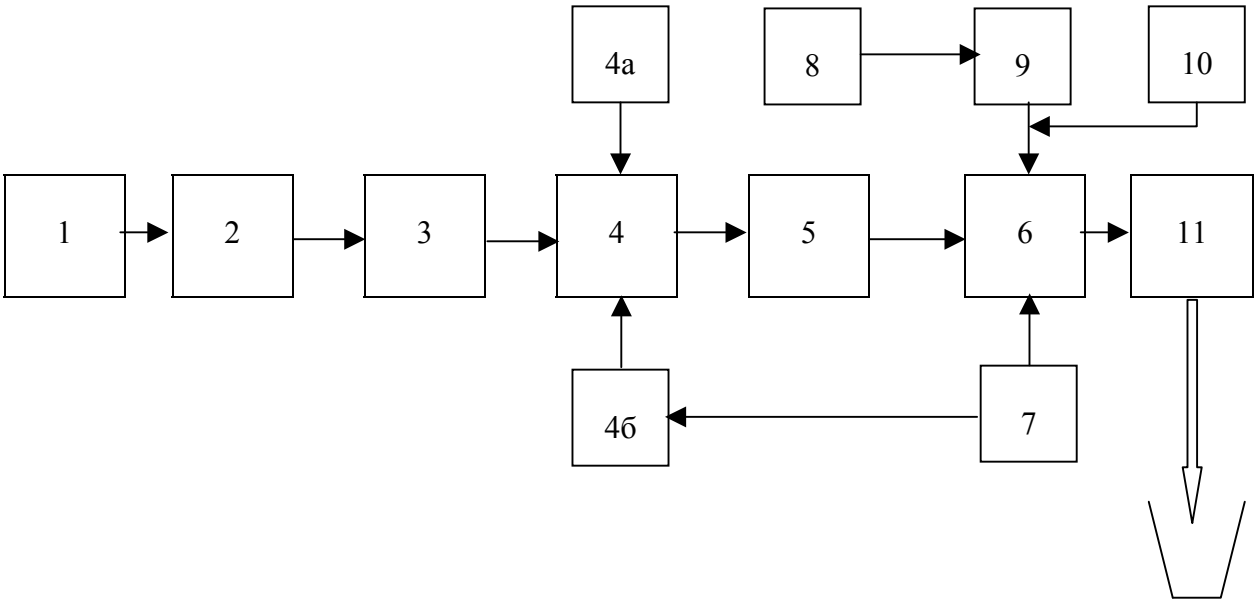

Рис. 2. Структурная схема сокращенного цикла производства комбикормов мобильной установки:
1 – возделывание и уборка высокобелковых культур (зернофуража) прямым комбайнированием перпендикулярно многополосным посевам;
2 – доставка зернофуража с поля в бункер-питатель;
3 – загрузка зернофуража в дробилку-измельчитель зерна и листостебельной массы;
4 – переработка измельчаемой массы зернофуража;
4а – плющение зернофуража вальцами плющилки;
4б – измельчение зернофуража многофункциональной молотковой дробилкой;
5 – системы подачи сплющенной или измельченной массы зернофуража на шнековый конвейер загрузки горизонтального бункера-смесителя или пневмоподача корма в вертикальный бункер смеситель;
6 – загрузка подготовленной продукции (зернофуража) и БМВД в бункер-смеситель, смешивание компонентов в потоке;
7 – подача добавок БМВД в бункер-смеситель или в дробилку;
8 – подача листостебельной массы (тюков сена и т.п.) в дробилку;
9 – измельчение листостебельной массы дробилкой;
10 – подача в смеситель жидких питательных растворов;
11 – выгрузка готовой кормосмеси (комбикорма) в кормушки или накопительные емкости

Технологический процесс. Установка работает на различных режимах, исходя из местных условий фермы:

- при загрузке фуражного зерна обеспечивает его измельчение и затаривание в вертикальном или горизонтальном бункере, дополнительное смешивание с БВД;

- при загрузке измельченного фуражного зерна в бункер-смеситель и БВД в воронку, а листостебельной массы в дробилку обеспечивает доизмельчение стеблей, выгрузку и смешивание всех компонентов в бункере-смесителе с последующей раздачей в кормушки;

- при загрузке измельченного зерна в бункер-смеситель, БВД в воронку, а початков кукурузы по наклонному подающему шнеку в дробилку – обеспечивает их измельчение и подачу в бункер-смеситель, а также смешивание со всеми компонентами с последующей выгрузкой в кормушки или емкости-накопители;

- те же операции повторяются при замене дробилки фуражного зерна на плющилку ячменя, зерна кукурузы и т. п.

Техническая характеристика. Производительность для суточного потребления комбикорма – до 2 т/ч в зависимости от мощности привода и тонкости помола.

Потребная мощность привода агрегата от ВОМ трактора 50–90 кВт (n=540 об./мин). Ширина молотковой дробилки – 500 мм; количество молотков – 36; площадь дробилки – 0,4 м^2; объем бункера: вертикального – до 4 м^3; горизонтального – до 5–3 м^3; длина шнека питания початков – 2,4 м; диаметр шнека питания – 300 мм; угол поворота разгрузочного шнека – без ограничения; габаритные размеры бункера БВД – 530×600 мм.

Время смешивания компонентов: вертикального шнека – 8–15 мин; горизонтального – 3–5 мин.

Габаритные размеры установки: длина – 4,5 м; высота – 2,7 м; ширина – 2,4 м (без шнека питателя); масса установки – не более 2 м.

Достоинство – мобильность, компактность, универсальность, обеспечивает быстрое приготовление кормосмесей при максимальном использовании местных кормов, отсутствие потерь, независимость от конъюнктурных условий рынка комбикормов, их закупки, доставки и себестоимости производства [7–13].

При сокращенном цикле производства кормовых смесей предусматривается прием и дробление местных объемистых кормов, смешивание и дозирование с привозными белково-витаминно-минеральными добавками и засыпка готовых полнорационных смесей в кормушки или в хранилища. К устройствам с сокращенным циклом производства относят дробилки, устанавливаемые на раме циклоном и фильтром и, кроме того, снабженные бункером-смесителем периодического действия.

Прицепные мобильные комбикормовые агрегаты компактны и монтируются в основном

Таблица 4

Краткая техническая характеристика прицепных мобильных комбикормовых агрегатов

Характеристика	Фирма-производитель (страна) / марка агрегата						
	Riela (Германия) / GMA 3500	**Art's Way (США) / 5105**	**Art's Way (США) / 5165**	**Gehl (США) / MX-170**	**Gehl (США) / MX-170**	**Buschhoff (Германия) / Tourmix 02-SD**	**Tropper (Австрия) /MMX 5015QH**
Шасси	Одноосное					Полуприцеп	
Привод	Вал отбора мощности (ВОМ) трактора					Автономный дизельный двигатель	
Мощность привода, кВт	90	30-75	60-190	70	70	260	260
Оборудование для измельчения:	Молотковая дробилка						
количество молотков, шт.	72	36	48	72	60	72	80
производительность, т/ч	10-12	6-10	10-15	10	10-12	18-20	15-20
Оборудование для смешивания:	Бункер-смеситель						
вместимость, $м^3$	3,5	2,2	3,5			5,1-6,5	5
продолжительность смешивания, мин	5-8		5-10		6-10	6-8	6-9
Продолжительность выгрузки, мин	5-8	6-10	8-10	6-10	6-8	8-12	10-12
Масса агрегата, кг	4400	1600	1950	3400	1670	Нет данных	

на одноосно прицепном шасси [агрегата Arts Way 5160] (США), Daweke MX 2000 и Riela GMA 500 (Германия)] и иногда на полуприцепе [агрегаты Buschhoff Tourmix 02-SD (Германия), Tropper MMX 5015QH (Австрия)].

Прицепные мобильные комбикормовые агрегаты, которые устанавливаются на одноосном прицепном шасси, приводятся в действие от ВОМ трактора. В большинстве моделей загрузка сырья и выгрузка готового комбикорма выполняются механическими транспортерами [агрегаты Arts Way 5105, Gehl MX-170 (США)], но в некоторых агрегатах для этих целей применяется комбинированный пневмотранспорт (агрегаты Riela GMA 3500). Использование пневмопроводов повышает затраты электроэнергии, но дает преимущество при эксплуатации агрегата (загрузка сырья и выгрузка комбикорма происходит без применения технических средств и ручного труда). Благодаря компактности такой агрегат также может устанавливаться в небольшом складском помещении непосредственно около буртов [14–18].

Техническая характеристика некоторых прицепных мобильных комбикормовых агрегатов приведена в табл. 4.

Все вышеуказанные прицепные размольно-смесительные агрегаты-раздатчики пригодны для ферм, где ежегодно готовят 800–2000 т полнорационных кормовых смесей.

3. Полный цикл производства комбикормов

Полный цикл производства таких кормосмесей включает прием и измельчение местных сырьевых компонентов, дозирование, смешивание с БВМД и горячей мелассой, сушку, гранулирование и выдачу корма в сухом или полужидком виде. Такие кормоцеха монтируют на шасси автомобиля. Меласса в них подогревается от двигателя мощностью 120–150 л. с. В смесительном бункере смешивание многих компонентов рациона осуществляется вертикальными шнеками и горизонтальными лопатками. Меласса, находящаяся в резервуаре, специальным дозатором подается в смеситель.

Специальные фирмы по эксплуатации кормоприготовительных цехов на автомобильных шасси обслуживают фермы по контрактам. Среднее число порций смесей, приходящихся на один выезд установки на ферму, – 3–8, интервал между выездами – до 14 дней. Английские экономисты считают, что в перспективе кормоцеха на колесах будут производить не менее 20% кормовых смесей, потребляемых в животноводстве страны. Автомобильные кормоприготовительные агрегаты эффективны для ферм, где в год приготавливается 2000–18000 т полнорационных кормосмесей в любом виде. В будущем количество подобных агрегатов значительно возрастет, а конструкция их будет более совершенной.

Наиболее автоматизированным агрегатом является кормоприготовительная установка с электронным управлением фирмы «Конгскилд» (Англия). По заданной программе на установке автоматически приготавливаются кормосмеси из шести ингредиентов. Причем концентраты, меласса и т. д. добавляются в желаемой последовательности и комбинации.

Рассматривая данные о распространении передвижных кормоцехов, возникает вопрос, всегда ли обосновано строительство стационарных кормоцехов. Американские экономисты читают целесообразным строить стационарные смесительные цеха на фермах и комплексах (площадках), где одновременно откармливают свыше 3 тыс. голов крупного рогатого скота. В Германии стоимость кормоприготовительных цехов на одноосных прицепах, передвигаемых тракторами мощностью 40–80 л. с., составляет 12–20 тыс. долл. Кормоцеха, созданные на базе автомобилей большой грузоподъемности (5–7 т) и имеющие собственный двигатель мощностью 55–105 л. с., стоят 30–48 тыс. долл. Немецкие экономисты считают выгодным эксплуатировать передвижные цеха при средней скорости движения агрегата по дорогам 40 км/час или расстоянии до ближайшей фермы, не превышающем 70 км. Измельчение 1 ц зерна должно обходиться в 2,9 долл., затраты времени должны составлять на измельчение 12 ц зерна 24 мин, приготовление и выгрузку кормосмеси – 20–30 мин, монтаж и демонтаж транспортеров – 10 мин, приезд и отъезд агрегата – 30 мин. В этом случае стоимость приготовления 15 ц кормосмесей составит 20 долл. (в калькуляцию стоимости включают почасовую оплату обслуживающего персонала – 7 долл.). Следовательно, при таких условиях наиболее целесообразен агрегат (на автомобильном шасси) стоимостью 33 тыс. долл. Важнейшей предпосылкой для экономически обоснованного использования передвижного кормоцеха является высокая его загрузка. Экономичной считают годовую загрузку, составляющую не менее 966–1500 средних циклов смешивания.

Анализ приведенного обзора позволяет сделать вывод, что внедрение механизированных и автоматизированных кормоприготовительных систем зависит от многих факторов. Такие системы должны удовлетворять многим требованиям. Передвижные кормоприготовительные агрегаты должны: быть компактны и универсальны, обеспечивать быстрое приготовление смесей при максимальном использовании местных кормов, исключить потери питательных веществ при загрузке кормов, смешивании и доставке их скоту, быть просты по уходу и обслуживаемы небольшим количеством людей.

При выборе и использовании одной из трех конструктивных схем (см. табл. 1) с установленной оптимальной технологией приготовления кормов принимают во внимание следующие данные: состав и количество животных на ферме, ассортимент и объемы местного сырья, возможность завоза недостающих компонентов (БВМД), стоимость приготовления 1 ц кормосмеси в зависимости от использования всех механизмов и емкостей кормоприготовительной машины (процент загрузки).

Преимущества мобильных агрегатов: меньшая себестоимость производимого комбикорма и кормовых смесей; минимальное количество обслуживающего персонала (один оператор); отсутствие затрат на хранение и переработку сырья; эффективное использование

собственного и приобретенного сырья в БВМК; производство кормосмесей непосредственно в местах хранения сырья или откорма животных, а также оказание услуг по производству комбикормов в других хозяйствах; выработка комбикорма с использованием различных видов зерновых и зернобобовых культур для разных групп животных с вводом жидких компонентов; большая производительность; высокая однородность измельчения и смешивания компонентов; электронная система взвешивания, обеспечивающая необходимую точность; простота организации технологического процесса [1–6].

Литература

1. *Календрузь И.В., Васильев О.И.* Мобильные комбикормовые агрегаты (УкрНИИПИТ им. Л.В. Погорелого) // Комбикорма. 2010. №8. С.48-51.
2. Машины и оборудование для производства комбикормов. Тенденции развития сельскохозяйственной техники (По материалам 7-й международной выставки « Золотая осень-2006»): Научно-аналитич. обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. - 164 с.
3. Проспект ООО «Полымя» (Республика Беларусь). Высокоэффективные технологии обмолота зерна и производства комбикорма, основанные на применении современного оборудования фирм: BUSCHHOFF, GMELIN, DAWEKE (Германия) и ARTS-WAY (США). 2011.
4. Антикризисное предложение: снижаем затраты на производство комбикормов // Эффективное животноводство. 2011. № 7. С. 18-19.
5. Проспект ООО «Мобильные комбикормовые заводы» (Республика Беларусь). Европейский опыт снижения себестоимости комбикормов. 2011. – 2 с.
6. *Резник Е.И., Карташов С.Г.* Кормоцеха на колесах // Сельское хозяйство за рубежом. 1974. №4. С. 39-45.
7. Патент США №3707769 (кл. 99-460). 1973.
8. Патент США №3708129 (кл. 241-189). 1973.
9. Патент США №3712549 (кл. 241-19). 1973.
10. Патент США №3734417 (кл. 241-168). 1973.
11. Патент США № 3735932 (кл. 241-60). 1973.
12. Патент США № 3717307 (кл. 241-24). 1973.
13. Power Farming. 1973. 51, 2.54.
14. Проспект фирмы Costruzione Meccaniche Cosmec (Италия).
15. Проспект фирмы Promill. «Groupe Broyage imelauge Type BMA».
16. Проспект фирмы Promill. «Groupe Broyage imelauge Type 5457».
17. Проспект фирмы New Holland. «Grinder Mixer, 352-354» (Голландия).
18. Проспект « Guttridge Griudamix feed mills far an farm Milling» (Англия).

УДК 631.363

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГОМОГЕНИЗИРОВАННЫХ ДИСПЕРСНЫХ СМЕСЕЙ ИЗ ЛЮПИНА, ПШЕНИЦЫ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ

Асп. Г.З. Бестаев, канд. техн. наук С.Г. Карташов
(ГНУ ВИЭСХ)

Рассмотрен роторно-пульсационный аппарат (РПА) для приготовления высокодисперсных смесей из зерна люпина, пшеницы и воды.

Ключевые слова: *роторно-пульсационный аппарат; гомогенизированная дисперсная смесь; люпин.*

It is considered rotor pulsation device for preparation of high-disperse mixes from grain of a lupine, wheat and water.

Keywords*: rotary pulsation device; homogenizations dispersion mixture; lupin.*

Повышение эффективности производства и качества готовой продукции при экономном и рациональном использовании зерновых компонентов в приготовлении высококачественных комбикормов является важнейшим и приоритетным направлением развития сельского хозяйства.

Для малых семейных ферм это связано с разработкой и внедрением ресурсосберегающих, экономически чистых технологий и оборудования, позволяющих значительно увеличить производство готовой продукции из местных сырьевых ресурсов и повысить ее качество.

Одним из основных путей экономного расходования зерна в производстве высокопитательных кормов для молодняка животных является выработка дисперсных смесей с высокой степенью однородности. Равномерность распределения частиц в смеси люпина, пшеницы и воды в формируемом потоке во многом определяется степенью диспергирования зерновой массы при ее измельчении.

Во всех машинах и аппаратах при получении заменителей цельного молока (ЗЦМ) происходит изменение структуры потока, сопровождающееся изменением реологических параметров. Оценку степени диспергирования и взаимосвязь внутренних напряжений со скоростями деформации можно получить на основании реологической характеристики, являющейся комплексным критерием состояния обрабатываемого продукта (семена люпина, зерна пшеницы и воды) в процессе приготовления питательных добавок для молодняка животных. Следовательно, получение диспергированного потока и значение его реологических параметров перед выдачей приготовленной добавки является необходимым условием производства продукции высокого качества.

Одним из аппаратов, позволяющих обеспечить диспергированный поток получаемой смеси из зерна люпина, пшеницы и воды, может служить роторно-пульсационный аппарат (РПА). Процесс диспергирования в РПА заключается в воздействии на зерновые компоненты ряда гидромеханических факторов, причем их влияние будет определяться необходимостью конструктивных элементов ротора и статора в зависимости от требуемого технологического результата и физико-механических свойств зерновых компонентов.

До настоящего времени практически отсутствуют исследования особенностей аппаратов, работающих с реологически сложными продуктами, к которым относится зерновая смесь.

Поэтому повышение эффективности процесса диспергирования реологически сложных зерновых продуктов и расчет конструктивных параметров РПА является актуальной задачей, особенно в сельскохозяйственном производстве высокопитательных кормов для молодняка КРС.

В настоящее время, в связи с использованием высокобелковых кормов при скармливании животным, коровье молоко стало более жирным, а пищеварительный тракт молодого животного не приспособлен к быстрому перевариванию при избытке протеина и жиросодержащих соединений, в результате чего у молодняка происходит дисфункция кишечника. Кроме того, натуральное молоко не стабильно по составу и качеству, его свойства меняются в зависимости от физиологического состояния животных и уровня их корм-

ления. Заменители сухого молока стабильны по своему составу, они не портятся летом и легко разводятся жидкостью. В настоящее время использование ЗЦМ одно из основных условий перехода на интенсивное молочное скотоводство наряду с круглогодичной системой отелов. Каждая тонна сухого заменителя позволяет хозяйству высвободить для реализации до 10 т коровьего молока.

Согласно информации института молочной промышленности (ВНИИМИ), в России товарность молока (доля его реализации в валовом сборе) не превышает 60,0%. А, например, в Голландии этот показатель достигает 98,0%, в США – 97,5%. Так, стоимость одного литра разведенного заменителя цельного молока от 3,5 до 5 руб. Крупные молочные заводы принимают сырое молоко по 9–10 руб. [1].

На выращивание одного теленка в среднем требуется 350 л натурального молока. Если же молоко продать, а теленка поить заменителем молока, то экономия достигает 1000 руб. с одной головы за технологический цикл.

В последние годы в Российской Федерации значительно увеличилось использование ЗЦМ, выпускаемого зарубежными фирмами. Предлагаемые заменители цельного молока отличаются высоким качеством и более совершенным составом. Безусловным лидером на Российском рынке является динамично развивающая компания «Мустанг Ингредиент», поставляющая заменитель цельного молока в 70 регионов страны.

Изучением проблемы кормовой ценности основных белковых компонентов бобовых культур занимались Ф.С. Гибадулина, Ш.К. Шариков, М.В. Алексеева, Р.С. Рязанова и др.

В технологии приготовления кормов самым распространенным и важным процессом является измельчение, обусловленное требованиями физиологии животных. Дело в том, что питательные вещества хорошо усваиваются молодыми животными только в растворенном виде, а скорость обработки частиц корма желудочным соком прямо пропорциональна площади их поверхности. В результате измельчения корма образуется множество частиц с высокоразвитой поверхностью, что способствует ускорению процессов пищеварения и повышение усвояемости питательных веществ.

Измельчение зерновых компонентов для приготовления ЗЦМ является наиболее энергоемкой и трудоемкой операцией. Изучению процесса измельчения в молотковых дробилках и других технических средствах посвящено большое количество работ как отечественных ученых, так и зарубежных [2].

Существенный вклад в теорию измельчения внесли Н.Ф. Баранов, В.И. Сыроватка, С.В. Мельников, И.Я. Федоренко, В.А. Сысуев, П.А. Савиных, А.А. Сундеев, В.М. Опрышко, Е.И. Резник, С.Г. Карташов, В.А. Денисов и др. Однако, несмотря на постоянное совершенствование конструкции молотковых дробилок, они имеют ряд недостатков. Так при тонком измельчении зерновых компонентов такие дробилки дают до 30% пылевидной фракции, а при грубом – до 20% недоизмельченной фракции. Переизмельчение к тому же ведет к дополнительным затратам энергии, требуется до 15 кВт·ч на 1 тонну измельченного продукта. В последнее время измельчение проводят в дисмембраторах, дезинтеграторах и других машинах подобного типа.

В отличие от молотковыми дробилок, где измельчение происходит за счет удара рабочим органом по зерну, в центробежно-роторных аппаратах (РПА) измельчение происходит за счет процесса среза семян и зерновых, что существенно снижает удельную энергоемкость процесса и повышает качество такого измельчения. Соответственно цель работы: повышение производительности и снижение энергоемкости процесса.

Теоретические исследования выполнялись с использованием положений и законов классической математики, физики и механики

Из литературных источников было выявлено, что для диспергирования зерновой массы наиболее эффективным является механический фактор, воздействующий на поток зерновой массы [3].

Мощность, затрачиваемая на его создание, описывается первым слагаемым в уравнении (1). Кроме того, при диспергировании в роторно-пульсационном аппарате присутствуют ударное, кавитационное, пульсационное воздействия и воздействие жидкостного трения, затраты мощности на создание которых соответствуют второму, третьему, четвертому и пятому слагаемому этого уравнения. В сумме они представляют собой мощность, затрачиваемую на диспергирование. Для РПА, созданного на базе центробежного насоса, отдельно выделена мощность насосного эффекта. В сумме с мощностью диспергирования определяется полезная мощность роторно-пульсационного аппарата:

$$N_{\Sigma} = B_S(l_p \cdot z_{pp} \cdot z_{pc} \cdot n) + \left(\frac{\Delta p^2}{2p \cdot c_з^2} + \frac{V_0 \cdot \rho \cdot \upsilon_1^2}{2} \right) \times$$

$$\times \frac{\upsilon_1 - \upsilon_2}{2\,r} + \left(\frac{\Delta p_A^2}{2p \cdot c_з^2} + \frac{V_0 \cdot p \cdot \upsilon_{cp}^2}{2} \right) \cdot Z_p \cdot n +$$

$$+ \frac{4\pi \cdot p_K \cdot a_{OK}^3 \cdot k_n \cdot m_к \cdot \upsilon_{cp}}{3(m_c + m_p + \delta)} + (b_p \cdot Z_p \cdot l_\delta \cdot \delta) \times$$

$$\times \tau \cdot \gamma + p \cdot \dot{g} \cdot H \cdot Q, \qquad (1)$$

где N_{Σ} – полезная мощность роторно-пульсационного аппарата, Вт; B_s – работа размола при совмещении зубьев ротора и статора, Дж · м; l_P – высота прорезей ротора и статора, м; z_{pp}, z_{pc} – число зубьев ротора и статора, шт.; n – частота вращения ротора, $с^{-1}$; Δp – разность давлений между нормальным и возникшим в результате гидравлического удара, Па; V_0 – объем в радиальном зазоре между кольцами ротора и статора, $м^3$; p – плотность зерновой массы, $кг/м^3$; $c_з$ – скорость движения зерновой массы в жидкости, м/с; υ_1, υ_2 – скорость зерна до столкновения и после, м/с; Δp_A – давление в рабочей камере, Па; *r* – радиус ротора, м; $p_к$ – давление на поверхности воздушно-зернового потока, обусловленное захлопыванием пузырьков при кавитации, МПа; $a_{ОК}$ – начальный размер пузырька при кавитации, м; $к_n$ – количество пузырьков в единице объема, шт.; m_c – толщина кольца статора, м; m_p – толщина кольца ротора, м; $m_к$ – число циклов пульсации пузырька за время прохождения им кавитационной области; $\upsilon_{ср}$ – средняя скорость в зазоре между кольцами, м/с; τ – касательное напряжение в зазоре между кольцами, Па; γ – градиент скорости в зазоре, $с^{-1}$; 1_δ – длина выступов ротора и статора в радиальном зазоре, м; δ – ширина зазора между ротором и статором в радиальном зазоре, м; g – ускорение свободного падения, $м/с^2$.

Напор H и объемный расход Q роторно-пульсационного аппарата, созданного на базе центробежного насоса, определяются из следующих формул:

$$Q = \varphi \cdot D^3 \cdot \left(\frac{b_p}{D} \right)^{\beta_Q} \cdot \left(\frac{b_c}{D} \right)^{\lambda_Q} \cdot Z_p^{\varsigma_Q} \cdot Z_c^{\xi_Q}, \quad (2)$$

$$H = \psi \cdot \frac{D^2 \cdot n^2}{g} \cdot \left(\frac{b_p}{D} \right)^{\beta_H} \cdot \left(\frac{b_c}{D} \right)^{\lambda_H} \cdot Z_p^{\varsigma_H} \cdot Z_c^{\xi_H}, \quad (3)$$

где b_p, b_c – ширина прорезей ротора и статора, м; z_P, z_c – количество прорезей ротора и статора, шт.; D – диаметр ротора, м; φ, ψ – коэффициенты, зависящие от технологических свойств зерновой массы, которые определяются опытным путем; β_Q, λ_Q, ξ_Q, ζ_Q, β_H, λ_H, ζ_H, ξ_H – коэффициенты, зависящие от конструктивных параметров элементов ротора и статора, находятся экспериментально.

Условием для диспергирования зерновой массы и разрушения массового потока зерна является неравенство (4):

$$N_D > \frac{3 \cdot \sigma^2 \cdot Q(j-1)k}{2 \cdot E_n \cdot \eta_{РПА}}, \qquad (4)$$

где N_D – мощность РПА на диспергирование, Вт; σ – напряжение, необходимое для разрушения массового потока зерна, Па; j – степень измельчения; $E_п$ – модуль упругости зерновок в потоке, Па/м; $\eta_{РПА}$ – коэффициент полезного действия РПА; k – коэффициент учета потребной мощности на резание зерновой массы.

Уравнения (1), (2), (3) устанавливают связь полезной мощности с конструктивными параметрами РПА, предназначенного для диспергирования и транспортировки зерновой массы. Условие (4) определяет технологические характеристики зерновой массы.

Таким образом, полученные теоретические зависимости позволяют рассчитать мощность, которую необходимо затратить для диспергирования зерновой массы, являющейся реологически сложной системой, с учетом комплекса гидромеханических факторов, воздействующих на зерновую массу в потоке при различных конструктивных параметрах РПА.

Изготовлена установка для приготовления высокодисперсной гомогенизированной смеси УПГС (рис. 1).

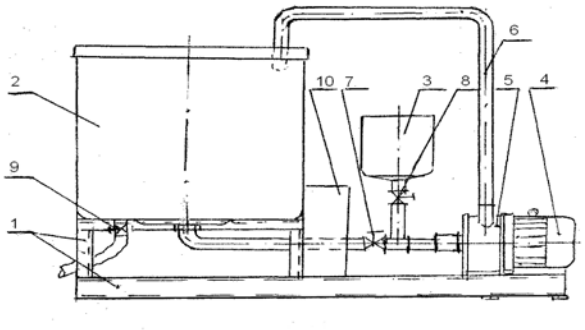

Рис. 1. Установка приготовления высокодисперсной гомогенизированной смеси УПГС-1:
1 - рама; 2 - бункер для холодной воды; 3 -бункер для смеси из семян люпина и пшеницы; 4 – электродвигатель; 5 - роторно-пульсационный аппарат (РПА); 6 - трубопровод для холодной воды; 7 - кран для подачи холодной воды из бункера 2 в РПА и в трубопровод 6; 8 - кран для подачи смеси из зерна люпина и пшеницы в трубопровод 6 из бункера 3; 9 - кран для выдачи готового продукта; 10 - пульт управления процессом

В бункер 2 заливается холодная вода в необходимом объеме (табл. 1) для приготовления заданной порции смеси из семян люпина и пшеницы. В бункер 3 засыпают соответствующую порцию шелушенных семян люпина, сои и пшеницы, необходимую по кормовому рецепту для заданного вида животных (см. табл. 1). Открывается кран 6, включается реле времени на заданный режим работы (см. табл. 1), далее включается электродвигатель 4 РПА и осуществляется движение жидкости по замкнутому циклу трубопровода 6. Открывается кран 3 для подачи фуражного зерна заданной порции в трубопровод 6 для всасывания в роторно-пульсационный аппарат. В течение заданного времени режима (см. табл. 1) происходит переработка фуражного зерна на РПА и обеспечивается гарантийный нагрев перерабатываемого продукта от 35 до 45°С; затем открывается кран 9 и порция гомогенизированной смеси через патрубок выливается в приготовленную емкость (ведро) для выпойки телят. Всего проводится пять опытов с трехкратным повторением для каждой заданной порции; РПА работает в течение заданного времени (см. табл. 1).

Таблица 1

Опыты по испытаниям

№ п/п	Люпин, кг	Объем холодной воды, л	Время опытов, мин.			Температура, смеси, ^{0}С
1.	0,25	2,5	5	10	15	35
2.	0,25	2,5	5	10	15	35
3.	0,25	2,5	5	10	15	35
4.	0,5	5	10	15	20	40
5.	0,5	5	10	15	20	40
6.	0,5	5	10	15	20	40
7.	1,0	10	15	20	25	43
8.	1,0	10	15	20	25	43
9.	1,0	10	15	20	25	43
10.	1,5	15	20	25	30	45
11.	1,5	15	20	25	30	45
12.	1,5	15	20	25	30	45
13.	2,0	20	20	25	30	45
14.	2,0	20	20	25	30	45
15.	2,0	20	20	25	30	45
16.	2,0	30	30			45
17.	2,0	40	40			45
18.	2,0	50	50			45
19.	2,0	60	60			45

Таблица 2

Рекомендуемая схема выпойки телят

№ п/п	Возраст	Продукт питания, л	Суточная норма корма ЗЦМ (люпин, вода) на одну голову, кг
1.	1 день	1 л × 5 раз Молоко	-
2.	2-9 день	1,5 л × 4 раза Молоко	-
3.	10-15 день	1,8 л ×4раза Молоко и ЗЦМ*	1 : 8
4.	15-19 день	2,3 л × 3 раза смесь и 1% ЗЦМ	1 : 8
5.	3-я декада	3 л × 2 раза смесь и 1% ЗЦМ	1 : 8
6.	4-я декада	3 л × 2 раза смесь и 1% ЗЦМ	1 : 9
7.	5-я декада	3 л × 2 раза смесь и 1% ЗЦМ	1 : 10
8.	6-я декада	3 л × 2 раза смесь и 1% ЗЦМ	1: 10
9.	7-я декада	3 л × 2 раза смесь и 1% ЗЦМ	1: 10
10.	8-я декада	3 л × 2 раза смесь и 1% ЗЦМ	1: 10
11.	9-я декада	3 л × 2 раза смесь и 1% ЗЦМ	1: 10

Выводы

1. Техническая и научная новизна конструкции рабочих органов подтверждена полученными патентами на полезную модель.

2. Предварительные лабораторные испытания РПА показали стабильную работу модели на приготовлении высокодисперсных смесей из семян люпина и зерна ячменя.

3. Однородность продукта составляет 98–99%, стабильную устойчивость.

Литература

1. Фирма «ДЖИЗЛ» (Италия): пояснительная записка на комбикормовый завод. Баньоло ин Пьяно Реджо-Эмилия, 1997.
2. *Гибадулина Ф.С., Шариков Ш.К., Алексеева М.В., Рязанова Р.С.* Сравнительная питательность различных растительных заменителей молока и СОМа. М.: Изд-во «Кормопроизводство и животноводство», 2000. С. 170-175.
3. *Мидуков Н.П.* и др. Повышение эффективности процесса диспергирования волокнистой суспензии в РПА // Известия вузов. Лесной журнал. 2008. №4. С. 116-119.

УДК 628.9:621.383

МЕТОДИКА АНАЛИЗА СПЕКТРА ИССЛЕДУЕМОГО ИСТОЧНИКА СВЕТА ПОСРЕДСТВОМ ТАРИРОВАННОГО ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ И КОМПЛЕКТА СВЕТОФИЛЬТРОВ

Академик Россельхозакадемии Д.С. Стребков, канд. техн. наук Б.А. Никитин, д-р техн. наук В.В. Харченко, д-р физ.-мат. наук В.М. Евдокимов, канд. техн. наук Ю.Д. Арбузов, канд. техн. наук В.А. Гусаров, асп. П.В. Тихонов (ГНУ ВИЭСХ)

Предложен алгоритм оценки спектральных характеристик энергосберегающих искусственных источников света и степень их соответствия спектральному составу стандартного солнечного излучения.

Ключевые слова: *оценка; спектр; искусственный свет; светофильтр.*

The algorithm of an estimation of spectral characteristics of artificial energy efficient light sources and degree of their conformity to spectral structure of standard sunlight is presented.

Keywords: *estimation; spectrum; artificial light; welder's lens.*

Искусственные источники света отличаются от стандартного солнечного излучения *AM 1,5* как по мощности светового потока, так и по спектральному составу. Эти различия отражаются на технологическом процессе предприятий, в том числе и сельскохозяйственных, а также на световом комфорте либо дискомфорте сотрудников. Это обстоятельство является также актуальной проблемой при измерении характеристик солнечных элементов в процессе их изготовления и эксплуатации.

В данной работе поставленная задача анализа спектра исследуемых источников света решается путем сопоставления спектрограмм токовых фотоотклико кремниевого солнечного элемента. Одна из спектрограмм базовая, полученная по результатам тарировки элемента при стандартном солнечном излучении *AM 1,5*. Вторая спектрограмма основана на результатах экспериментальных измерений токов короткого замыкания того же солнечного элемента (СЭ), но в условиях освещенности от исследуемого источника света при использовании комплекта светофильтров. Основные длины волн пропускания подобранных светофильтров должны быть равномерно распределены в диапазоне длин волн поглощения полупроводника. Спектральный состав и мощности спектральных световых потоков стандартного солнечного излучения директивно утверждены МЭК и отражены в работах [1] и [2].

Спектрограмма фотоотклико тарированного кремниевого фотоэлемента в условиях стандартного солнечного излучения (СИ) *AM 1,5*, как правило, представляет собой спектральную зависимость удельной плотности тока короткого замыкания фотоэлектрического преобразователя (ФЭП).

Решение поставленной задачи основано на сопоставлении спектрограмм фотоотклико кремниевого фотопреобразователя, предварительно тарированного в условиях стандартного солнечного излучения, а затем экспериментально измеренного в условиях исследуемого источника посредством использования нескольких (более 10-ти) светофильтров. Полосы пропускания этих фильтров должны быть шириной около 20 нм и равномерно распределены (с шагом 50 нм) в диапазоне длин волн поглощения полупроводникового материала ФЭП.

Спектрограмма фотоотклико тарированного в условиях стандартного уровня освещенности *AM 1,5*, как правило, представляет собой спектральную зависимость удельной плотности тока короткого замыкания $i'_{0\lambda i}$ ФЭП в диапазоне длин волн от 0,3 до 1,2 мкм. Размерность удельной плотности тока короткого замыкания мкА/см^{2}нм.

Сумма произведенной удельной плотности тока на площадь S_0 и на соответствующую ширину $\Delta\lambda_{0i}$ полосы спектра для данной длины волны соответствует полному току короткого замыкания ФЭП при стандартном уровне освещенности *AM 1,5*:

$$I_{0K3} = \sum i'_{0\lambda i} \cdot S_0 \cdot \Delta\lambda_{0i}. \qquad (1)$$

Фотоотклико в виде удельных плотностей $i'_{\lambda i}$ токов короткого замыкания того же фото-

преобразователя от исследуемого источника света должны быть той же указанной выше размерности и рассчитываться на основе экспериментальных измерений посредством использования соответствующих светофильтров согласно выражению:

$$i'_{\lambda i} = \frac{\Delta I_{\lambda i}}{\Delta\lambda_i \cdot T_i \cdot S_k}, \qquad (2)$$

где $\Delta I_{\lambda i}$ – ток короткого замыкания ФЭП, освещаемого от исследуемого источника света через i-й светофильтр с полосой пропускания λ_i; $\Delta\lambda_i$ – ширина полосы пропускания i-го светофильтра (паспортный параметр); T_i – коэффициент пропускания i-го светофильтра (паспортный параметр); S_k – площадь освещаемого участка ФЭП, определяемого соотношением размеров ФЭП и светофильтров.

Сумма произведений полученных значений удельных плотностей токов $i'_{\lambda i}$ на площадь всего ФЭП S_0 и на соответствующую ширину полосы спектра будет соответствовать полному току короткого замыкания ФЭП при освещенности от исследуемого источника света без светофильтров.

$$I_{ИКЗ} = \sum i'_{\lambda i} \cdot S_0 \cdot \Delta\lambda_i. \qquad (3)$$

Поскольку значения токов короткого замыкания ФЭП от $I_{ИКЗ}$ и $I_{0КЗ}$ практически всегда различны, то для сопоставления спектрограмм результаты расчетов токовых фотооткликов преобразователя от исследуемого источника света следует пронормировать относительно освещенности *АМ 1,5*. Коэффициент нормировки $K_{норм}$ найдется как:

$$K_{норм} = I_{ИКЗ} \Big/ I_{0КЗ}. \qquad (4)$$

Данный коэффициент $K_{норм}$ следует рассматривать как интегральный (по фототоку) коэффициент соответствия исследуемого источника света стандартному СИ *АМ 1,5*.

Нормированные значения спектральных удельных плотностей токов короткого замыкания ФЭП для исследуемого источника света определятся выражением:

$$i'_{\lambda i.норм} = i'_{\lambda i} \Big/ K_н. \qquad (5)$$

Соответственно изменится и нормированное значение полного тока короткого замыкания ФЭП для исследуемого источника света, которое теперь по величине должно равняться току короткого замыкания преобразователя при стандартном уровне освещенности *АМ 1,5*.

Отношение нормированного значения удельной плотности тока короткого замыкания ФЭП к соответствующей величине его тарировки при *АМ 1,5* следует рассматривать как дифференциальный коэффициент соответствия исследуемого источника света стандартному СИ на данной длине волны. Система таких коэффициентов по всему диапазону длин волн спектра составит представление о дифференциальном соответствии исследуемого спектра.

На рис. 1 схематично представлены сопоставляемые спектрограммы токовых фотооткликов одного и того же фотопреобразователя от двух сравниваемых источников света, один из которых представляет собой стандартное наземное СИ *АМ 1,5*, а другой исследуемый.

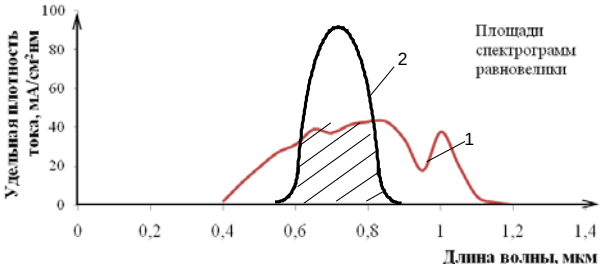

Рис. 1. Схематическое изображение сопоставляемых спектрограмм токовых откликов фотопреобразователя при освещенности стандартным СИ *АМ 1,5* (кривая 1) и при освещенности от исследуемого источника света (кривая 2) нормализованной, измеренной на том же ФЭП в условиях освещенности. Площадь области, общей для обеих спектрограмм, заштрихована

В качестве алгоритма оценки степени соответствия исследуемого источника света стандартному СИ *АМ 1,5* считают безразмерный коэффициент, численно равный отношению общей (заштрихованной) площади обеих спектрограмм к полной площади спектрограммы стандартного СИ. Площади, охватываемые обеими спектрограммами, равновелики.

На основе изложенной методики количественной оценки спектральной степени соответствия исследуемого источника света стандартному СИ *АМ 1,5* проведены экспериментальные исследования различных типов искусственных источников света. Результаты исследований представлены на рис. 2.

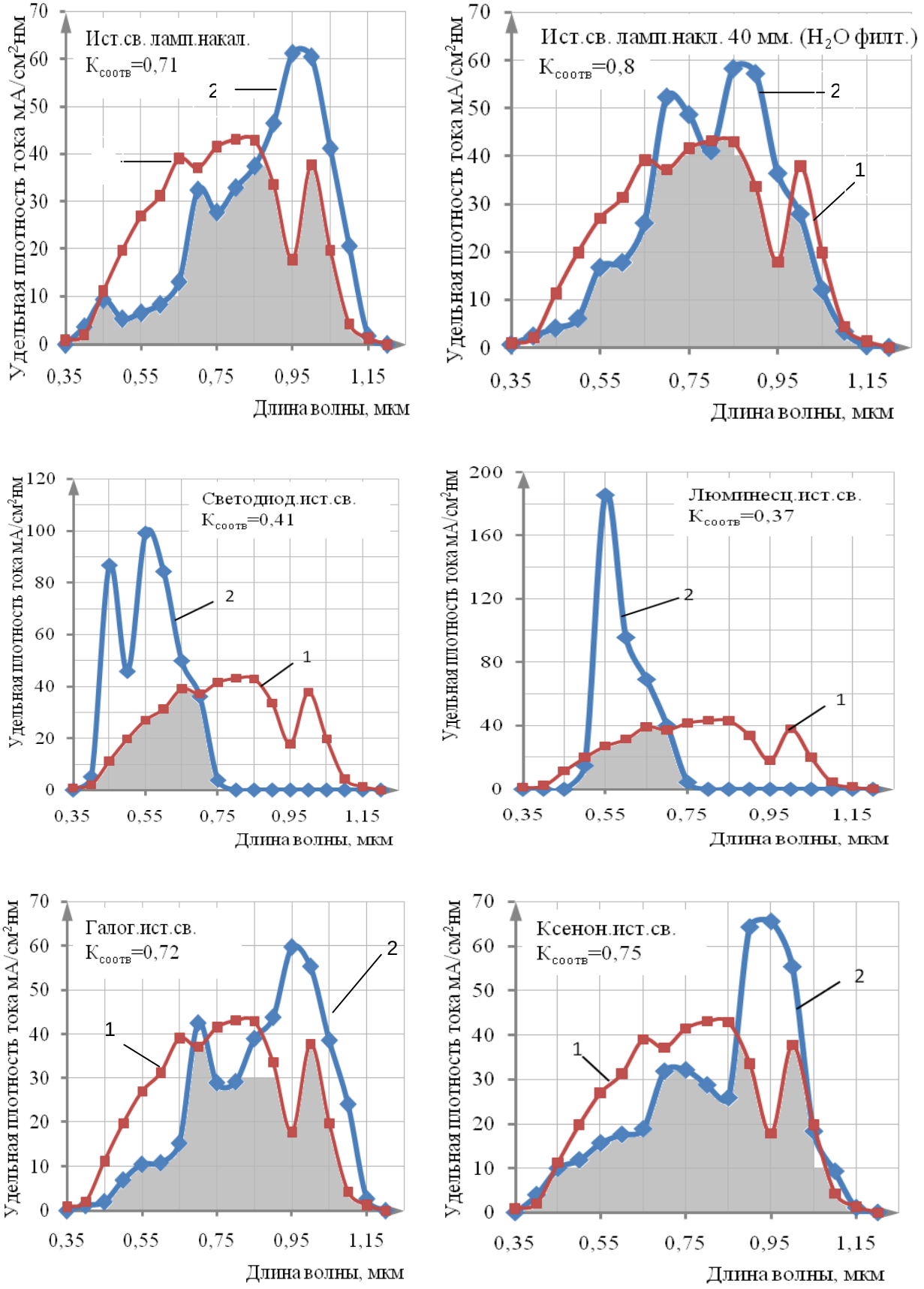

Рис. 2. Фотоотклики ФЭП (Si) от различных типов источников света (кривая 2) на фоне фотооткликов от стандартного СИ *АМ 1,5* (кривая 1)

Анализ приведенных данных показывает, что наиболее близкими по спектру к стандартному СИ являются вольфрамовые лампы накаливания, галогенные лампы накаливания, у которых обобщенный спектральный коэффициент степени соответствия составляет величину около 0,7, при этом такие источники света характеризуются наличием фотоотклико кремниевого фотопреобразователя во всем диапазоне длин волн от 0,3 до 1,15 мкм.

В одном ряду с этими источниками света стоят ксеноновые газоразрядные светильники с коэффициентом соответствия чуть выше 0,7.

В отличие от вышеуказанных источников света светодиодные и люминесцентные источники света характеризуются относительно низким (около 0,4) коэффициентом степени спектрального соответствия СИ, при этом фотоотклики наблюдаются в узком диапазоне спектра.

Литература

1. *Bird R.E., Hulstrom R.L., Lewis L.J.* Terrestrial Solar Spectral, data Sets // Solar Energy. 1983. vol. 30, № 6. P. 563-573.
2. *Никитин Б.А., Гусаров В.А.* Анализ стандартного спектра наземного солнечного излучения интенсивностью 1000 Вт/м2 и оценка на его основе ожидаемых характеристик кремниевых фотоэлектрических преобразователей // Автономная энергетика: технический прогресс и экономика. М.: НПП «Квант», 2008-2009. № 24-25. С. 50-60.

УДК 631.1

ФРАКТАЛЬНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КЛАСТЕРНЫЕ ПЛАТФОРМЫ – БАЗОВАЯ ОСНОВА МОДЕРНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Академик РАЕН, д-р техн. наук Д.И. Поверин
(ГНУ ВИЭСХ)

Описаны методы и технологии системной реструктуризации сельскохозяйственной отрасли Российской Федерации на основе техники построения «Фрактальных инновационных биотехнологических кластерных платформ», представляющих собой совмещённые комплексы для промышленного производства органической пищевой продукции по месту её максимального потребления, т. е. в городах. Практическая реализация данного подхода позволит Российской Федерации в сжатые сроки решить проблему пищевой безопасности, повысит качество и эффективность здравоохранения, а также решит комплекс экологических, энергетических, градостроительных, демографических, финансовых и иных проблем.

Ключевые слова: *продовольствие; продовольственная проблема; пищевая безопасность; фрактальная биотехнологическая кластерная платформа; унифицированный биомодуль.*

На фоне структурной перестройки мировой экономики, разворачивающейся на основе новых технологий, в технологической структуре российской экономики наблюдается регресс, сужается потенциал роста современного и нового технологических укладов, экономика теряет способность к самостоятельному воспроизводству. При этом государство продолжает пассивную экономическую политику, не используя общепринятые в мире инструменты стимулирования НТП и не создавая механизмы генерирования долгосрочных инвестиций в освоение новых технологий.

Академик РАН С.Ю. ГЛАЗЬЕВ

Мировая продовольственная проблема в наиболее общем виде заключается в «кажущейся» неспособности человечества до настоящего времени полностью обеспечить себя жизненно важными продуктами питания в соответствии с физиологическими нормами, несмотря на то, что природные ресурсы планеты в сочетании с современным экономическим и научно-техническим потенциалом мирового сообщества позволяют это сделать.

Данная проблема выступает на практике как сложившаяся картина абсолютной нехватки продовольствия в большинстве мировых регионов, а также его существенной несбалансированности по основным пищевым компонентам. По данным ВОЗ численность недоедающего и голодающего населения на планете превышает 850.0 млн. человек [1], т. е. абсолютную нехватку продовольствия испытывает каждый седьмой житель нашей планеты. Более 5.0 млн. детей умирают ежегодно от последствий голодания. Проблема некачественного и небезопасного питания охватывает на сегодняшний день около 98 % населения земного шара.

Несмотря на сложившуюся критическую ситуацию, мировые компании, участвующие в производстве продуктов питания, при теневой поддержке спецслужб тратят колоссальные средства для замалчивания и искажения данной информации и на организацию бескомпромиссной борьбы с научными предложениями по быстрому и эффективному решению проблемы качественного и безопасного питания населения. Кроме этого, данная проблема эффективно используется «западными спецслужбами» для скрытого военно-политического давления на многие государства и, прежде всего, на Россию и страны СНГ, усложняя ситуацию с пищевой безопасностью. Таким образом, можно утверждать, что обеспечение полноценного питания населения – это одна из фундаментальных задач, стоящих перед современной цивилизацией вообще и руководством России в частности. Однако темпы и характер развития сельскохозяйственного производства в силу ряда объективных и субъективных причин не могут удовлетворять растущие потребности населения в качественных и безопасных продуктах питания и, в конечном итоге, поддерживать хорошее

здоровье населения и пищевую безопасность большинства мировых государств, в том числе и России. Ситуация многим видится крайне опасной и требует скорейшего решения.

Во Всероссийском институте электрификации сельского хозяйства РАСХН (директор Академик Стребков Д.С.), разработан комплексный подход к системной модернизации сельскохозяйственной отрасли на основе базовых закономерностей шестого уклада экономики, нетрадиционных методов мышления и научных подходов, способных повлиять на сложившуюся ситуацию в условиях многочисленных внутрироссийских дефицитов (инвестиционно-финансового, сырьевого, кадрового, технологического, аппаратного и т. д.). Новые принципы модернизации отрасли основаны на технике построения так называемых «Фрактальных инновационных биотехнологических кластерных платформ» – ФИБКП [1 – 5], миссией которых является:

- Перенос промышленного производства большинства видов органической пищевой продукции непосредственно к месту проживания большинства населения, т. е. в города, что полностью меняет логистику доставки продукции потребителю, а также исключает необходимость её длительного хранения;
- Реструктуризация сельскохозяйственной отрасли на основе новых технологических подходов к производству пищевой продукции, основанных на принципах так называемого «вертикального земледелия», что позволяет в сжатые сроки насыщать рынки дешёвой, качественной и безопасной пищевой продукцией;
- Полное исключение из процесса производства продуктов питания ГМО, химических веществ и ингредиентов, а также техники гидро- и аэропоники, не обеспечивающих качества, безопасности, пищевой и биологической ценности продуктов питания;
- Эффективное использование природных сырьевых ресурсов, в первую очередь воды, достигаемое за счёт синергизма и бионических принципов построения производственных комплексов;
- Экологическая чистота и безотходность производственных процессов, а также их полная индифферентность к форс-мажорным природным аномалиям в форме: засух, стихийных бедствий, нашествия насекомых и грызунов и т.д.;
- Низкая энергоёмкость и высокая рентабельность производственных комплексов, при высокой конкурентной способности выпускаемой пищевой продукции, позволяющая России доминировать на международном рынке продуктов питания и сельскохозяйственного сырья;
- Освобождение громадных территорий, нерационально занятых под сельскохозяйственное производство растительной и животной пищевой продукции;
- Освобождение большого количества трудоспособного населения, неэффективно используемого в сельском хозяйстве для развития промышленности, что крайне важно для России с её демографическими проблемами;
- Изменение роли таких отраслей, как: сельскохозяйственное машиностроение; производство химических средств защиты растений; мелиорация и ирригация земель; производство химических удобрений; складских хозяйств и ряда других;
- Оздоровление граждан России за счёт эффективного преодоления негативных последствий интегрального экологического стресса и нормализации системы жизнеобеспечения за счёт введения в повседневную структуру питания функциональных продуктов;
- Трансфер-техники ФИБКП в экономическое освоение Арктической зоны, Сибири, Дальнего Востока и шельфовой зоны территории Российской Федерации.

Основные принципы и структура построения ФИБКП разработаны в Межотраслевой НИЛ «Фрактальные инновационные биотехнологические кластерные платформы», созданной на базе ГНУ ВИЭСХ РАСХН и РЭУ им. Г.В. Плеханова (руководитель лаборатории д.т.н., проф. Д.И. Поверин). В настоящее время решается вопрос создания первого опытно-промышленного комплекса ФИБКП на базе Тушинского машиностроительного завода (Москва). Работа ведётся при действенной помощи руководства ЕврАзЭС с целью последующего трансфера данной технологии в страны-участники этого Международного Союза.

Структурно ФИБКП состоит из двух производственно-технологических подсистем:

1-я подсистема - «Сырьевой производственно-технологический комплекс» (СПТК) - предназначена для промышленного производства ***органической*** растительной и животной пищевой продукции *«Категории - А»* (мясо, молоко, птица, рыба, зерновые и бобовые культуры, фрукты, овощи, корнеплоды, зелень и др.);

2-я подсистема - «Перерабатывающий производственно-технологический комплекс» (ППТК) - предназначен для промышленного

производства ***органических продуктов питания*** *«Категории - Б»* (колбаса, сыр, масло, сметана, хлебобулочные и кондитерские изделия и др.), *«Категории - С»* – БАДы и *«Категории - Д»* – напитки.

«СПТК». Структурно комплекс включает в себя несколько многоэтажных зданий, снабжённых автоматической системой создания специальных физиологических условий внутри рабочих блоков – УБиМ («Универсальных биологических модулей»), в том числе: режима инсоляции, влажности, температуры, газового состава, высокочастотных колебаний среды, ветровых нагрузок и т. д. (см. рис. 1, 2).

Рис. 1. Планировка ФИБКП

Наряду с указанными физиологическими параметрами в растительных СПТК используются: специальный посевной материал и специальные «бинарные почвы» с «микоризным эффектом». Все вышеперечисленные факторы и ряд других позволяют повышать рентабельность производства растительного сырья в десятки раз. За основу разработки СПТК взяты конструкции многоэтажных «Автопаркингов», позволяющие размещать внутри ФИБКП большое количество УБиМ.

УБиМы с выращиваемыми растениями устанавливаются в СПТК непосредственно на этажах. Сбор урожая осуществляется ежедневно, с последующей переработкой по трём вариантам: 1 – дальнейшая переработка на ППТК; 2 – специальная биотехнологическая закладка на хранение цельных продуктов; 3 – закладка на хранение сублимированных продуктов. Ежедневно на СПТК осуществляется переработка и утилизация отходов производства.

Животные в СПТК получают необходимый уход и содержатся максимально приближенно к их естественным природным условиям. Кормление животных осуществляется кормами, произведёнными непосредственно в СПТК и не содержащими химических и синтетических добавок, гормонов и генетически-измененных организмов. При выращивании скота, птицы или рыбы исключается применение антибиотиков и гормонов роста, а также использование методик с применением радиации и генной инженерии.

Рис. 2. УБиМ-СПТК

Рис. 3. Общий вид УБиМ-ППТК - «блок вакуум-выпарной двухконтурный»

ППТК. Базовым структурным элементом ППТК является так называемый *«Унифицированный биомодуль» – «УБиМ»* (рис. 3) – штатный комплект технологического оборудования, предназначенный для выполнения какой-либо биотехнологической операции (или группы операций), смонтированный внутри металлической рамно-каркасной призмы, сертифицированный на стадии «стапельного» изготовления в соответствии с требованиями российского законодательства, снабженный автоматической системой локального (ЛСУ) или общепроизводственного управления (АСУТП), а также экспресс-стыковки с производственными инженерными системами и другими «УБиМ» в составе ППТК.

Использование УБиМ позволяет решить следующие задачи: обеспечить оптимальный производственно-технологический масштаб ППТК; внедрить оптимальную логистическую цепочку производства сырья и продукции; существенно снизить себестоимость выпуска продукции; сократить сроки строительства ППТК, обеспечить качество и безопасность товара; обеспечить надежную и безаварийную работу ППТК, а также простоту его ремонта; обеспечить (при возникновении потребности) быстрый перевод производственных мощностей ППК на выпуск другого вида конкурентной продукции; упростить управление ТП.

Главным коммерческим преимуществом «УБиМ» по отношению к другим видам пред-

лагаемого на рынке технологического оборудования является: комплектная поставка работоспособных крупных блоков, ускоренный и упрощенный шефмонтаж, а также заблаговременное согласование большей части «разрешительной» и иной документации.

В комплект поставки входят: ТУ и ТИ на используемые биотехнологии; сертификаты и техническая документация на комплекс оборудования с его основными технологическими блоками; нормативно-техническая документация на готовящуюся к выпуску продукцию и документация производственно-управленческого характера в объеме «СОП» – стандартных операционных процессов; основное и вспомогательное технологическое оборудование; система обеспечения предприятия согласованными по всем параметрам инженерно-техническими ресурсами (теплом, электроэнергией, горячей и холодной водой, канализацией и очисткой производственных и бытовых стоков и т.д.); система КИПиА, состоящая из локальных систем управления; система автоматизированного информационного управления предприятием в целом.

Предложенный технический подход к модернизации пищевой и сельскохозяйственных отраслей предоставляет возможность последующего тиражирования ФИБКП по регионам России и странам ЕврАзЭС. Особое значение данный подход имеет для освоения Дальнего Востока, Сибири и Арктических регионов России, так как экономит время, средства и трудовые ресурсы. Не менее важное значение данный подход имеет для подразделений МЧС, МВД, МО, ИТУ, ОКР и Минспорттуризма РФ, так как позволяет в сжатые сроки обеспечить указанные ведомства необходимым ассортиментом «Специальных армейских пайков», «Продуктов спортивного питания», «Продуктов детского питания», «Продуктов для зон стихийных бедствий», «Функциональных лечебно-оздоровительных продуктов» и т.д.

Мировые компании, работающие на рынке сельскохозяйственной и пищевой продукции, понимая бесперспективность и опасность применяемых ими технологий и методов производства продуктов питания, в течение последних 10-и лет пытаются реализовать новый подход в форме так называемого «Вертикального земледелия». Однако до сих пор большинство проектов такого рода не вышли из сферы «Архитектурных изысканий и мечтаний». Многие проекты побеждают на международных конкурсах, но эти разработки крайне далеки от практической реализации, даже несмотря на то, что строительство определённых прототипов в Швеции, Канаде, Южной Корее уже началось ...

Российский вариант ФИБКП – это первый в мире проект, в котором детально проработаны технологические и аппаратные схемы построения промышленных комплексов по производству органических продуктов питания с заданными функциональными свойствами. При разработке конструкции ФИБКП оптимизированы все стадии технологического процесса и максимально задействованы стандартные (выпускаемые промышленностью) технологические линии и оборудование. Это существенно удешевляет конструкцию и ускоряет сроки реализации проекта.

Литература

1. *Поверин Д.И., Новиков В.Б.* Новое направление в развитии отечественной пищевой индустрии в сфере специального и спортивного питания на основе построения инновационных биотехнологических кластерных платформ» // Труды Научно-практического совещания «Технология, физиология и психология спортивного и экстремального питания». ИБКП. М.: Изд-во МГУПП,2 010.
2. *Поверин Д.И.* Современные подходы к организации промышленного производства продуктов спортивного питания на основе технологии построения «Инновационных биотехнологических кластерных платформ» и «Унифицированных биомодулей» // Труды Московского международного Форума - «Современные методики медицинской подготовки, реабилитации и восстановления спортсменов (Москва, ВВЦ, 7 – 8 февраля 2011 г.).
3. *Поверин Д.И., Елисеева Л.Г.* Инновационные биотехнологические кластерные платформы - «ИБКП», созданные на базе унифицированных биомодулей - «УБиМ», как основа эффективного и системного развития и модернизации отечественной пищевой отрасли // Ж-л «Товаровед продовольственных товаров», 2011. № 3.
4. *Поверин Д.И., Елисеева Л.Г.* Методы построения инновационных биотехнологических кластерных платформ в пищевой промышленности // Товаровед продовольственных товаров, 2012, № 1.
5. *Поверин Д.И.* Опыт создания инновационных биотехнологических кластерных платформ в пищевой промышленности Китая // Товаровед продовольственных товаров, 2012, № 2.

Новые идеи и дискуссии

УДК 539.12.01

ИНДИКАТОР КАТАСТРОФ

Д-р физ.-мат. наук А.И. Захаров
(ЦНИИчермет им. И.П. Бардина, ГНУ ВИЭСХ)

Описан прибор космологического назначения, который позволяет определить появление притяжения и предсказать природные катастрофы на Земле. Впервые задача решается способом определения силы рассеяния частиц эфира телами пирамидальной формы.

Ключевые слова: *структура эфира; вес пирамиды; солнечная система; гравитация; солнечные пятна.*

This article describes the unit of the cosmological purpose, which allows you to define the appearance of gravity and causes of natural disasters on Earth. First problem is solved by method of determining the strength of the scattering of particles of the ether bodies of pyramidal shape.

Keywords: *the structure of the ester; weight pyramid; solar system; gravitation; sun spots.*

Введение

Индикатор катастроф имеет простую форму конструкции. Изготовление индикатора не потребует много времени и особых материалов. Для изготовления используется только бумага, нить и небольшой отрезок проволоки. Каждый может иметь прибор, поведение которого показывает разрушительные явления природы. Значит, это может исключить фактор неожиданности катастрофы.

Опишем, как устройство выявляет явление чрезвычайных процессов в природе. В основу конструкции определителя катастроф положено явление, открытое автором в работе [1].

Известно, что Вселенную во всех направлениях пронизывают частицы эфира, что приводит к анизотропии массы несимметричных тел. Экспериментально обнаружено, что рассеяние частиц эфира гранями пирамиды в направлении оси симметрии обусловливает увеличение гравитационной массы на вершине пирамиды по сравнению с основанием. При взвешивании масса пирамиды, повернутая вершиной вниз, всегда больше в четвертом знаке после запятой, чем масса пирамиды, измеренная при ориентации пирамиды основанием вниз.

Этот экспериментальный факт использован для решения задачи создания способа и устройства для измерения неоднородности эфира.

Научный результат достигается тем, что в способе измерения неоднородности эфира при движении Земли в космическом пространстве со скоростью более 200 км/с путем регистрации воздействия эфира на тела неоднородной формы несколько тел пирамидальной формы размещают на круговом проволочном каркасе, а вершины пирамид ориентируют против часовой стрелки; подвешивают каркас в центре круга на двойной нити и регистрируют направление и скорость вращающихся пирамидальных тел при изменении неоднородности эфира.

Способ и устройство для измерения неоднородности эфира иллюстрируется на рис. 1 и 2.

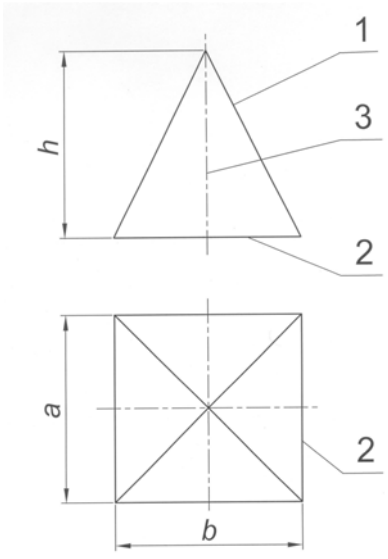

Рис. 1. Конструкция четырехгранной пирамиды

На рис. 1 четырехгранная пирамида 1 имеет размеры основания 2 a×b и высоту 3 *h*.

Пирамида изготавливается из любого материала.

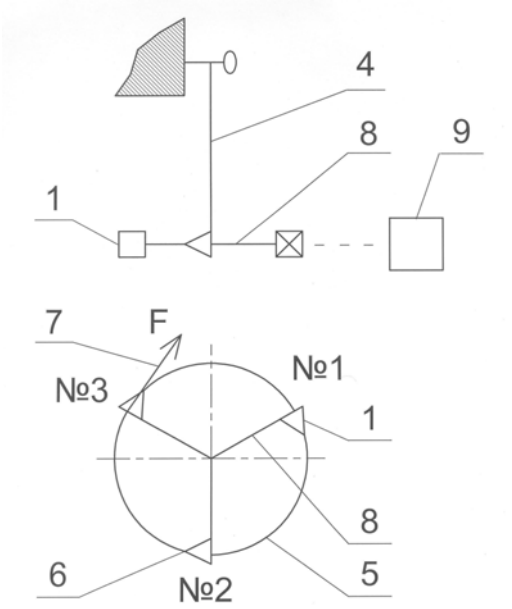

Рис. 2. Схема устройства из трех пирамид

На рис. 2 на нити подвеса 4 длиной *l* по центру подвешено проволочное колесо-каркас 5, на котором закреплены три пирамиды 1, вершины 6 которых со стороны нити подвеса ориентированы по часовой стрелке, а ось симметрии 7 направлена по касательной вдоль кругового каркаса 5. Круговой каркас 5 соединен с нитью подвеса 4 с помощью трех спиц 8, установленных в местах крепления на круговом каркасе 5 пирамид 1.

Пример реализации работы индикатора катастроф – устройства для измерения неоднородности эфира.

Три пирамиды 1, изготовленные из бумаги, имели размеры боковых граней $l = 50\times50\times50$ мм, массу около 1000 мг, были установлены по кругу диаметром $R = 20$ см на проволочном каркасе 5. Центр устройства крепился на капроновой нити 4 длиной $l = 2$ м. Для подвески устройства использовалась двойная капроновая нить, благодаря чему устранялось раскручивание ее.

Для взвешивания использовали аналитические весы ВЛР-20, позволяющие определить массу с точностью до 0,0001 г.

Пирамида № 1 на вершине превышала массу относительно массы на основании на 0,00005 г, пирамида № 2 – на 0,00025 г, пирамида № 3 – на 0,00015 г.

Устройство работает следующим образом. За счет неоднородности формы пирамид и разницы в массе возникает сила F, действующая на каждую пирамиду 1 и направленная вдоль ее оси в сторону вершины каждой пирамиды 1. Начинается вращение кругового каркаса в сторону вершин пирамиды. Вращение продолжается до тех пор, пока сопротивление закрученной нити не уравновесится силой вращения пирамид. Этот момент во вращении изменяется, так как равновесное состояние во времени из-за изменения неоднородности эфира и гравитационного поля не остается постоянным, следовательно, пирамиды вращаются то в одну, то в другую сторону. Прибор 9 регистрирует скорость и направление перемещения пирамид 1.

Длительные показания прибора свидетельствуют о неоднородности строения эфира межзвездного пространства при движении Земли в межзвездном пространстве во Вселенной вместе с Солнцем со скоростью более 200 км/с. Следовательно, можно считать, что циклы в годах 11, 22 и т. д. на Солнце также связаны с неоднородностью эфира в пространстве, которое проходит Солнце вместе с планетами в этот период, т. е. уменьшение давления на поверхности Солнца. Однородность структуры эфира сохраняется только в первом приближении. Вместе с тем при движении в космическом пространстве скорость и направление вращения колеса 5 неравномерно и не в одном направлении: в сторону вершины вращения связано с повышением плотности и в направлении основания пирамиды – с понижением плотности; следовательно, в первом случае вес пирамиды увеличивается, во втором – уменьшается.

Рассмотрим эту картину в целом для планеты Земля: в первом случае увеличивается вес на центр, создается давление на жидкий остов; во втором случае – уменьшается давление. Как в первом, так и во втором случае эти воздействия будут вызывать землетрясение отдельных участков планеты – в местах, где есть критическая неоднородность.

Показания прибора

Активность устройства отметила активность землетрясений.

В конце первой декады марта 2011 года индикатор неоднородности эфира отметил особую активность, причем короткие вращения в течение примерно одной секунды в направлении основания пирамид продолжались дольше, чем в сторону вершин пирамид, следовательно, происходило уменьшение давления эфира на оболочку планеты. Эти наблюдения совпадают с отмеченными землетрясениями и цунами в Японии; землетрясениями в Новой Зеландии; на Камчатском полуострове активизировалось сра-

зу три вулкана; в Азербайджане произошло извержение грязевых вулканов [2].

Вращение, которое совпало с активностью атмосферы.

Индикатор неоднородности эфира в течение 20 минут с 9.40 до 10.00 часов (по Московскому времени) 29 апреля 2011 г. вращался в сторону основания пирамид, это соответствует уменьшению веса. В этот момент времени на территории США наблюдались многочисленные бури в виде торнадо. Можно сделать вывод, что торнадо связано с понижением плотности эфира, т. е. с частичным понижением веса воздушных слоев атмосферы.

Заключение

Описанный в работе способ регистрации природных явлений представляет собой открытие возможностей человека изучать природу космического пространства. Впервые земные явления получают космическую природу возникновения. В открытом способе «предсказания катастроф» не только выявлены причины катастроф, но и, что более важно, пути изучения строения эфира физических просторов Вселенной. Еще остается неясным, почему материя тела при движении в космическом пространстве имеет непостоянную плотность.

В чем заключается структура эфира и как она влияет на плотность материальных тел? В этой связи возникает еще целый ряд вопросов, ответы на которые может найти наука изучения гравитационных явлений.

Литература

1. *Захаров А.И.* Исследование гравитационной массы тел неоднородной формы и природа тяготения // Вестник ВИЭСХ. Выпуск 1(4)/2009. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2009. С. 182-196.
2. Аргументы недели. №10 (251). 17.03.2011. С. 32.

Памятные даты

УДК 631.371:621.3(091)(092)

ПАМЯТИ ВАЛЕРИАНА СЕМЕНОВИЧА КРАСНОВА (К 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Канд. техн. наук Н.Ф. Молоснов
(ГНУ ВИЭСХ)

В 2011 году исполнилось 110 лет со дня рождения видного ученого в области электрификации сельского хозяйства и электромеханизации животноводства, члена-корреспондента Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина (ВАСХНИЛ) Валериана Семеновича Краснова, лауреата Государственной премии СССР (1949 г.) и премии Совета Министров СССР в области науки и техники (1978 г.).

В.С. Краснов родился в г. Кашира Тульской губернии (ныне Московской области) 20 января 1901 г. в семье почтового работника. Окончил реальное училище в г. Кашире. Трудовую деятельность начал в 1919 г. в Каширском уездном отделе народного образования. В 1920 – 1921 гг. и 1925 г. работал электромонтером на строительстве первых по плану ГОЭЛРО электростанций – Каширской и Волховской. В 1921 г. поступил и в 1927 г. окончил электротехнический факультет Московского высшего технического училища (ныне МГТУ им. Н.Э. Баумана).

Будучи студентом МВТУ, разработал в 1925 г. проект Чернореченской ГЭС и начал изучать вопросы электрификации сельского хозяйства. С этого времени он участвует в работах Общества по электрификации сельского хозяйства «Электросельстроя». С 1927 г. деятельность В.С. Краснова неразрывно связана с сельской электрификацией. В «Электросельстрое» он работает инженером, главным инженером Самарского и Иваново-Вознесенского бюро, принимает участие в строительстве нескольких десятков сельских электростанций (дизельных, гидравлических и локомобильных), подстанций, линий электропередач. На IX Всесоюзном электротехническом съезде он выступил с докладом «Об электротехнических правилах и нормах для сельского хозяйства».

В.С. Краснов провел большую работу по электрификации первых зерносовхозов. В 1929–1930 гг. под его руководством в 20 зерносовхозах Средне-Волжского края были построены дизельные электростанции, электрифицированные ремонтные мастерские, подсобные предприятия и жилые поселки.

В.С. Краснов (1901–1998)

В эти годы, особенно после организации в 1924 г. акционерного общества «Электросельстрой», стала быстро развиваться и электрификация сельского хозяйства, но главным образом по линии применения электрического освещения, перевода на электропривод импортных молотилок и по электрификации местной сельскохозяйственной промышленности: льнозаводов, маслобойных предприятий, кустарных промыслов и т.д.

И только после 1929–1931 гг. в сельском хозяйстве начала развиваться электромеханизация животноводства (в первую очередь молочных ферм).

В 1929 г. «Электросельстрой» организовал под руководством В.С. Краснова на территории Тимирязевской сельскохозяйственной академии (ТСХА) первую выставку оборудования по электрификации сельского хозяйства, где экспонировались главным образом импортные машины: автоматические безбашенные электроводокачки, электрокормозапарники, электроводо-

подогреватели, доильные машины, сепараторы, маслоизготовители, машины с электроприводом для подготовки кормов и машинки для электростригки овец.

В 1930–1931 гг. «Электросельстрой» организовал первый в стране опытный электрифицированный совхоз им. Фрунзе около г. Иваново-Вознесенска.

В этом совхозе были переведены на электродойку 3300 коров (с помощью импортных машин «Альфа-Лаваль»), для уборки навоза применялись подвесные дороги и электрокары, для раздачи кормов – подвесные дороги; были построены также электрифицированный кормоцех и электрифицированная молочная, молоко и телята облучались ультрафиолетовыми лучами, был организован электроветеринарный кабинет. Для освоения земель под прифермский севооборот было применено электрокорчевание пней; семена кормовых культур облучались ультрафиолетовыми лучами. Широко применялась электродная электрозапарка кормов: соломы, осоки, а при недостатке кормов – и древесных веток.

Опытная работа в совхозе им. Фрунзе позволила В.С. Краснову дать технико-экономическую оценку различным способам электромеханизации молочных ферм и разработать проектные нормативы, которые были доложены на Первой Всесоюзной конференции по электрификации сельского хозяйства в январе 1931 г. и вошли в руководящий материал Госплана СССР (Сборник Госплана СССР по электрификации сельского хозяйства, СОЦЭКГИЗ, том IV, 1932).

Важнейшее значение для развития электромеханизации молочных ферм имела организация научно-исследовательских работ в этой области знаний. Основоположником работ в этом направлении был акад. В.П. Горячкин – основатель всемирно известной советской научной школы по земледельческой механике.

На организованной им машиноиспытательной станции при ТСХА, а затем в созданном по его инициативе ВИСХОМе были начаты исследования машин для животноводства: соломорезок, силосорезок, молотковых дробилок, картофелемоек, молочных сепараторов, тепловых аппаратов для обработки молока, маслоизготовителей. Эти научные работы затем вошли в сборники В.П. Горячкина «Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин».

Была создана теория работы соломорезок и силосорезок. Ближайший ученик В.П. Горячкина акад. В.А. Желиговский продолжал эту работу и создал свою известную теорию резания лезвием (Труды МИМЭСХ. 1946. Вып. IX).

В развитии научных исследований по электромеханизации молочных ферм решающее значение имело создание в 1930 г. Всесоюзного научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ). Поскольку механизация молочных ферм наиболее успешно может развиваться только на базе электрификации, ВИЭСХ и его Запорожский филиал на острове Хортица практически возглавили все научно-исследовательские и опытные работы по механизации животноводства, в дальнейшем под руководством В.С. Краснова.

Создание крупных ферм, рост электрификации сельского хозяйства потребовали и расширения производства машин и установок для животноводства.

Результаты этих работ позволили сделать первые научные обобщения, дали возможность В.С. Краснову создать учебный курс по электрификации животноводства для сельскохозяйственных вузов. В МИМЭСХе этот курс читали на протяжении 1932–1947 гг. Многие ученики В.С. Краснова до сих пор пользуются его материалами в своей инженерной и педагогической деятельности.

С 1932 г. В.С. Краснов работает в ВИЭСХе: старшим научным сотрудником, руководителем лаборатории электромеханизации животноводства, с 1942 г. (в ВИМе и ВИЭСХе) – заместителем директора по научной части.

В послевоенные годы под руководством и при непосредственном участии В.С. Краснова исследованы и сконструированы доильные машины, измельчители кормов, гидравлические тараны, водонапорные башни, автоматические безбашенные водокачки, машинки для стрижки овец; разработаны предложения по созданию электростригальных агрегатов (многие из которых находятся в массовом производстве до настоящего времени), изучены способы механизации подготовки, транспортирования и раздачи кормов, уборки навоза; разработаны технические условия на изготовление соответствующих машин. Научные исследования по вентиляции животноводческих помещений, ультрафиолетовому облучению животных, водоснабжению доведены до практического применения.

В период 8–10-й пятилеток В.С. Краснов изучал новую технологию содержания животных с учетом комплексной механизации, электрификации и автоматизации производственных процессов на фермах. Работа завершилась созданием индустриальной технологии производства продуктов животноводства, предложения-

ми по совершенствованию системы машин для животноводческих ферм. Эти работы, выполненные лично им и его учениками, внесли значительный вклад в развитие механизации животноводства, в определенной мере способствовали тому, что производительность труда в этой отрасли сельского хозяйства возросла за период с 1965 г. на 66%.

Свыше 140 работ и изобретений В.С. Краснова опубликовано в научных сборниках и журналах. В 1939 г. вышла его книга по механизации трудоемких процессов в животноводстве. С 1966 по 1980 гг. были изданы 43 работы по комплексной механизации и электрификации, новой технологии, электроосвещению, применению люминесцентных ламп, электротехнологии, автоматизации и проблемам управления. Под редакцией В.С. Краснова вышло шесть изданий учебника по механизации трудоемких работ на животноводческих фермах и пять изданий «Справочной книги по механизации животноводства». Часть библиографии В.С. Краснова отражена в пристатейном списке литературы.

Будучи 15 лет заместителем директора по научной части в ВИМе, В.С. Краснов активно участвовал в работах по механизации сельского хозяйства.

С 1947 по 1968 гг. Краснов по совместительству заведовал кафедрой механизации сельскохозяйственного производства Московской ветеринарной академии.

В начале Великой Отечественной войны Валериан Семенович был призван в ряды Советской Армии, работал в Управлении оборонных работ НКО СССР. За образцовую работу и проявленную инициативу на строительстве оборонительных рубежей был награжден Почетной грамотой.

Большую работу В.С. Краснов вел по подготовке научных кадров: 40 его аспирантов и соискателей защитили кандидатские диссертации. В 1949 г. за работы по созданию электромашинных установок для доения коров В.С. Краснов был удостоен звания Лауреата Государственной премии; в 1978 г. за работы по механизации водоснабжении – звания Лауреат премии Совета Министров СССР. В настоящее время механизированным доением коров и водоснабжением охвачено практически 100% всего поголовья в стране.

Специалист высокой квалификации, тонкий знаток механизации и электрификации сельскохозяйственного производства, научный работник широкого профиля, талантливый инженер В.С. Краснов в 1956 г. был избран членом-корреспондентом Всесоюзной Ордена Ленина Академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина.

В.С. Краснов вел большую общественную работу, часто выступал с лекциями и докладами, являлся членом Техсовета Министерства сельского хозяйства СССР и Госкомсельхозтехники СССР, председателем секции механизации Московского правления НТО сельского хозяйства.

В.С. Краснов награжден орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета», десятью медалями, Дипломом Почета, медалями ВСХВ и ВДНХ СССР.

Признанный специалист, строгий и справедливый руководитель, чуткий и отзывчивый друг и товарищ В.С. Краснов пользовался заслуженной любовью и уважением сотрудников ВИЭСХа.

Литература

1. *Краснов В.С.* Комплексная электромеханизация ферм крупного рогатого скота // Научные труды по электрификации сельского хозяйства: Научные основы электрификации сельского хозяйства / под ред. П.Н. Листова. М.: ВИЭСХ, 1967. Т. XX. С.56-76.
2. *Краснов В.С.. Бахиров Н.Ф.* Оптическое излучение, электромагнитное поле и ультразвук в технологических процессах сельского хозяйства // Там же. С.430-444.
3. *Стребков Д.С., Молоснов Н.Ф.* Роль ВИЭСХ в становлении и развитии электрификации сельского хозяйства (к 70-летию института) // Энергетика и электромеханизация сельского хозяйства. Научные труды. Том 87. М.: ВИЭСХ, 2000. – С. 3-33.
4. *Цой Ю.А.* Развитие комплексной электромеханизации молочных ферм // Там же. С.16-178.
5. *Прищеп Л.Г., Краснов В.С.* Аграрная политика КПСС и научно-технический прогресс в животноводстве и птицеводстве // Перспективные системы электрифицированных машин для сельского хозяйства. Научные труды. М.: ВИЭСХ, 1977. Т. 44. С. 3-12.
6. *Краснов В.С., Цой Ю.А.* Перспективные технологии содержания и технические средства механизации процессов на молочных фермах промышленного типа // Там же. С. 39-46.
7. *Краснов В.С., Резник Е.И.* Совершенствование процессов измельчения грубых кормов // Вестник сельскохозяйственной науки. 1980. №6.
8. *Краснов В.С., Дубинский Н.А., Дормидонтов А.Н., Королев В.Ф.* и др. Организация беспривязного содержания крупного рогатого скота: Труды ВИЭСХ. М.: ВИЭСХ, 1963. – 151 с.
9. *Краснов В.С.* Комплексная электромеханизация труда на животноводческих фермах. М.: Знание, 1959.
10. Механизация трудоемких работ на животноводческих фермах / под ред. В.С. Краснова. – Изд. 4-е,

испр. и доп. М.: Сельхозгиз, 1959. – 448 с.
11. Механизация трудоемких работ на животноводческих фермах / под ред. В.С. Краснова. Перевод с 3-го испр. русск. изд. Киев: Госсельхозиздат УССР, 1959. (На украин. яз.).
12. *Краснов В.С.* Что можно сделать машинами на фермах. М.: Изд.-во МСХ РСФСР, 1960.
13. *Краснов В.С.* Беспривязное содержание крупного рогатого скота. Обобщение опыта колхозов и совхозов. М.: Знание, 1960. – 40 с.
14. Энциклопедический словарь-справочник по животноводству / под ред. В.С. Краснова. М.: Сельхозгиз, 1960.
15. *Краснов В.С., Оленев В.П., Беляевский Ю.Н.* Правильно использовать «Елочку». М.: Сельхозиздат, 1962. – 40 с.
16. Механизация работ в животноводстве (альбом) / под ред. В.С. Краснова. М.: Сельхозиздат, 1962.
17. *Краснов В.С.* Экономическая эффективность механизации животноводческих ферм. М.: Московский рабочий, 1957.
18. *Краснов В.С., Урвачев П.Н., Фатеев В.М., Демин А.В.* и др. Механизация трудоемких работ на животноводческих фермах. М.: Сельхозгиз, 1957. – 480 с.
19. *Похваленский В.П.* Справочная книга по механизации животноводства / под ред. В.С. Краснова. М.: Сельхозгиз, 1958. – 385 с.
20. *Бремер Г.И., Демин А.В., Зяблов В.А., Королев В.Ф., Краснов В.С.* и др. Справочная книга по механизации животноводства. М.: Сельхозгиз, 1957. – 679 с.
21. *Листов П.Н., Краснов В.С.* Направление научных работ по механизации и электрификации животноводства. М.: Изд-во МСХ СССР, 1958. – 12 с.
22. *Краснов В., Пузанчиков Н., Степанова Е.* Повышение производительности труда при механизации животноводства. М.: Московский рабочий, 1951. – 37 с.
23. *Краснов В.С.* Узловой метод ремонта тракторов – прогрессивный метод. М.: Знание, 1952. – 24 с.
24. *Краснов В.С.* Комплексная механизация трудоемких работ на животноводческих фермах. М.: Знание, 1953. – 48 с.
25. *Краснов В.С.* Механизация трудоемких процессов на животноводческих фермах. М.: Молодая гвардия, 1953. – 78 с.
26. *Бремер Г.И., Галдин М.В., Кашеков Л.Я., Королев В.Ф., Краснов В.С.* и др. Справочник по механизации животноводства. – 2-е изд., перер. и доп. М.: Сельхозгиз, 1953. – 528 с.
27. Механизация трудоемких работ на животноводческих фермах: Учебник / под ред. В.С. Краснова. М.: Сельхозгиз, 1954. – 487 с.
28. *Краснов В.С., Казанцев А.П.* Богатыри полей / Научн. ред. В.С. Краснов. М.: Молодая гвардия, 1955.
29. *Краснов В.С., Паюков Д.Н.* Наш опыт механизации трудоемких работ на животноводческих фермах колхозов. М.: Знание,1955. – 32 с.
30. *Краснов В.С., Кутлембетов А.А.* Техника для промышленных ферм. М.: Знание, 1974. – 64 с.
31. *Листопад Г.Е., Будзко И.А., Сыроватка В.И., Кучер П.А.* К 85-летию члена-корреспондента ВАСХНИЛ Валериана Семеновича Краснова // Вестник сельскохозяйственной науки. 1986. №1. С. 143.
32. Валериан Семенович Краснов (1901-1989). – С. 32.
33. *Краснов В.С., Сыроватка В.И.* Развитие электромеханизации и автоматизации животноводства // 50 лет Всесоюзной ордена Ленина академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина / под ред. Президента ВАСХНИЛ П.П. Вавилова. М.: ВАСХНИЛ, 1979. С. 408-423.
34. *Краснов В.С., Макаров А.П., Смирнов В.И., Цекулина А.А., Лаврентьев А.И., Королев В.Ф., Боков В.В., Горнавесов Г.В.* и др. Справочник по механизации в животноводческих хозяйствах. М.: Сельхозгиз, 1941. – 307 с.
35. *Краснов В.С., Лаврентьев А.И., Боков В.В., Фадеев В.А., Смирнов В.И.* и др. Механизация трудоемких процессов в животноводстве. М.: Сельхозгиз, 1940. – 191с.
36. *Боков В.В., Будзко И.А., Жданов В.С., Захарин А.Г., Краснов В.С., Шустов В.А.* и др. Справочник электромонтера и электрификатора в сельском хозяйстве. М.-Л.: Сельхозгиз, 1934. – 308 с.
37. *Листопад Г.Е., Будзко И.А., Сыроватка В.И., Кучер П.А.* К 85-летию члена-корреспондента ВАСХНИЛ Валериана Семеновича Краснова // Вестник сельскохозяйственной науки. 1986. №1. С. 143.
38. *Лачуга Ю.Ф., Сыроватка В.И., Горбачев И.В.* Валериан Семенович Краснов (1901-1989) // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. №11. С. 32.
39. *Королев В.Ф., Мартюгин Д.Д., Соколов Д.С., Злотин А.Я., Ларин В.П.* Механическое доение коров / под ред. В.С. Краснова. М.: Сельхозгиз, 1950. – 152 с.
40. *Краснов В.С., Митрянин П.Н.* Механизация животноводческих ферм: Учебн. пособие. М.: Сельхозгиз, 1950. – 172 с.
41. *Злотин А.Я.* Обработка и первичная переработка в колхозах и совхозах / под ред. В.С. Краснова. М.: Сельхозгиз, 1950. – 64 с.
42. *Бернатович Н.Г.* Сеноуборочные машины / под ред. В.С. Краснова. М.: Сельхозгиз, 1949.
43. *Краснов В.С.* Механизация труда в общественном животноводстве. Стеногр. публ. лекции. – Всесоюзн. общ-во по распростр. политич. и научн. знаний, 1949. – 32 с.
44. Справочник по механизации животноводческих хозяйств / под ред. В.С. Краснова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Сельхозгиз, 1949.

45. *Королев В.Ф., Соколов Д.С., Злотин А.Я., Мартюгин Д.Д., Ларин В.П.* Механическое доение коров / под общ. ред. В.С. Краснова. М.: ВИМЭ, 1948.
46. *Краснов В.С., Альперович Ю.И.* Автоматы в поле. М.: Советская Россия, 1962. – 119 с.
47. *Краснов В.С.* Комплексная механизация трудоемких работ на животноводческих фермах. М.: Знание, 1953. – 48 с.
48. *Краснов В.С.* Комплексная механизация животноводства и перспективы электроснабжения сельского хозяйства по зонам Новосибирской области. М.: Изд-во МСХ СССР, 1958. – 36 с.
49. *Краснов В.С., Кашеков Л.Я.* и др. Механизация производственных процессов на животноводческих фермах: Учеб. пособие для сельских проф.-тех. училищ. - 5-е испр. и доп. изд. М.: Сельхозиздат, 1963. – 479 с.
50. *Никонов А.А.* Спираль многовековой драмы: Аграрная наука и политика России (VIII-XX вв.). М.: Энциклопедия российских деревень, 1995. С. 254-258.
51. *Сыроватка В.И., Краснов В.С., Цой Ю.А., Клычев Е.М.* и др. Рекомендации по реконструкции молочных ферм с привязным содержанием коров. Государственный агропромышленный комитет СССР. М.: Агропромиздат, 1986. – 32 с.
52. *Краснов В.С.* Опытная работа по механизации и электрификации сельского хозяйства в совхозе им. Фрунзе // Электрификация сельского хозяйства. 1932. №2.
53. *Краснов В.С., Морозов Н.М., Беляевский Ю.Н.* Тенденции технического развития комплексной механизации ферм крупного рогатого скота // Основные направления развития электрификации сельского хозяйства на период 1970-1980 гг. М.: ВИЭСХ, 1962.

Информация

Заседание Президиума Россельхозакадемии по вопросу «Научное и техническое обеспечение нанотехнологий в агроинженерной сфере» (13 сентября 2012 г., г. Москва)

13 сентября 2012 г. состоялось Заседание Президиума Россельхозакадемии по вопросу «Научное и техническое обеспечение нанотехнологий в агроинженерной сфере».

С основным докладом выступил директор ГНУ ГОСНИТИ академик РАСХН В.И. Черноиванов. С содокладом выступил директор ГНУ ВИЭСХ академик РАСХН Д.С. Стребков.

Заслушав и обсудив доклады участников заседания, Президиум Россельхозакадемии отметил, что в разработке нанотехнологий в агроинженерной сфере имеются определенные положительные результаты. Созданы и внедрены технологии ремонта узлов и агрегатов с восстановлением изношенных деталей с использованием нанотехнологии, позволяющие снизить стоимость агрегатов в два и более раз; разработаны и внедрены в производство нанопрепараты для узлов и агрегатов, снижающие расход смазочных масел, уменьшающих выбросы вредных веществ в атмосферу, уменьшающие общие затраты на техническое обслуживание; разработаны наносолнечные элементы из кремния третьего поколения с рекордным КПД, превышающим мировой уровень; разработаны и реализуются на рынке солнечные фотоэлектрические модули, со сроком службы 40-50 лет; разработаны уникальные бесхлорные технологии получения солнечного кремния; новейшие нанокомпозиционные материалы использованы для создания несущих конструкций животноводческих помещений и др. Эффективно работает созданный при ГНУ ГОСНИТИ Наноцентр, который стал центром коллективного пользования для научных организаций и вузов агроинженерного профиля.

Работы в этой области проводят научно-исследовательские институты Отделения механизации, электрификации и автоматизации Россельхозакадемии (ГНУ ВИМ, ГНУ ВИЭСХ, ГНУ ВНИИТиН, ГНУ ВНИИМЖ) совместно с институтами РАН (ИМАШ, Институт физики твердого тела), вузами Минсельхоза России (МГАУ им. В.П. Горячкина, Саратовский ГАУ, Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и др.); коммерческими организациями (Концерн «Наноиндустрия, ЗАО «Нанотехнологические системы», ООО «Профипроект», ООО «Вириал» и др.

Вместе с тем для повышения уровня проводимых научных исследований по созданию и применению нанотехнологий и наноматериалов в сельском хозяйстве требуется: активизировать совместную работу Россельхозакадемии с институтами РАН, аграрными вузами и организациями других ведомств, с использованием средств технологических платформ, «Роснано», РФФИ.

Президиум Россельхозакадемии ПОСТАНОВИЛ:

1. Одобрить научно-исследовательские работы, проводимые НИУ Отделения механизации, электрификации и автоматизации по научному обеспечению исследований нанотехнологий и координации работ по этому направлению.

2. Считать приоритетными исследования по следующим направлениям:

- развитие и использование нанотехнологий в сельскохозяйственном производстве, а также солнечной и биоэнергетике, в электро- и инфокоммуникационных технологиях АПК;

- разработка технологий восстановления и упрочнения поверхностей деталей сельскохозяйственных машин с использованием наноструктурированных материалов, обеспечивающих многократное увеличение их срока службы;

- исследование физико-механических свойств покрытий, материалов, сплавов, полученных с использованием нанотехнологий.

3. Рекомендовать научно-исследовательским учреждениям Отделения механизации, электрификации и автоматизации усилить совместную работу с институтами РАН, другими ведомствами по созданию и продвижению на рынок нанотехнологий и наноматериалов с включением их в программу финансирования соответствующих фондов.

4. Организовать на базе курсов ГНУ ГОСНИТИ учебу по новейшим исследованиям в области нанотехнологий для сельскохозяйственного производства (Черноиванов В.И.).

5. ГНУ ВИЭСХ организовать повышение квалификации работников АПК в области внедрения нанотехнологий в энергетике и информатизации процессов сельхозпроизводства (Стребков Д.С.).

6. Активизировать работу Совета по нанотехнологиям и наноматериалам в агроинженерной сфере, сформировать рабочую группу из ведущих специалистов НИУ Россельхозакадемии, институтов РАН, Минобрнауки, вузов Минсельхоза России и других заинтересованных организаций для активизации исследований в области нанотехнологий и их внедрения в АПК (Стребков Д.С., Черноиванов В.И.).

7. Финансово-экономическому управлению (Князева Р.И.) рассмотреть вопрос выделения средств для создания лазерно-технологического центра при ГНУ ГОСНИТИ по упрочнению деталей с использованием нанопорошков и создания в ГНУ ВИЭСХ технологического центра по развитию исследований в области нанотехнологий и возобновляемой энергетике.

8. Отделениям Россельхозакадемии подготовить предложения по вопросам исследования и внедрения нанотехнологий в сельскохозяйственное производство и внести их на обсуждение Президиума Академии.

9. Контроль за исполнением настоящего постановления возложить на вице-президента Россельхозакадемии Лачугу Ю.Ф.

Информация

14-я Российская агропромышленная выставка «Золотая осень – 2012». (9 – 14 октября 2012 г., г. Москва ВВЦ)

С 9 по 14 октября 2012 года во Всероссийском Выставочном Центре (ВВЦ) прошла 14-я Российская агропромышленная выставка «Золотая осень – 2012». ГНУ ВИЭСХ принял активное участие в работе выставки.

Выставку открыл Министр сельского хозяйства РФ Н.В. Федоров. Глава Минсельхоза России поздравил всех участников и гостей выставки с главным аграрным праздником России и отметил важность и востребованность труда отечественных аграриев: «*На этой выставке мы видим результаты нелегкой работы аграриев со всей страны. Хочется пожелать, чтобы слова великого поэта «И с каждой осенью я расцветаю вновь» стали неким девизом крестьянского движения России, основой, энергетической подпиткой добра, осуществления планов и мечтаний по развитию АПК во имя процветания Российской Федерации*».

Экспозиция института располагалась в павильоне № 75 на двух стендах общей площадью 18 м^2. Были впервые продемонстрированы такие последние разработки института, как: устройство для вторичной очистки обрушенных семян зернобобовых культур в фермерских хозяйствах; установка для нагрева и охлаждения приточного вентиляционного воздуха на базе канального вентилятора; гамма энергосберегающих светильников для освещения сельскохозяйственных помещений и технологических нужд; вибрационный насос для автономных систем водоснабжения; система для дистанционного контроля потоков молока на животноводческих фермах с использованием электромагнитных устройств; вихревой топливосберегающий эжекторный «насадок» на выхлопные трубы ДВС и дизелей; установка для СВЧ-обработки зерновых культур; ультразвуковой сварочный пистолет; диспергатор пьезокерамический; ванна ультразвуковая; СВЧ-установка по растворению присадок в базовом масле;

Сотрудники института Ю.А. Кожевников и Д.А. Будников возле стенда ГНУ ВИЭСХ

установка для обработки ягод и овощей электромагнитным полем; теплофотоэлектрический модуль с составным параболоторическим концентратором; автоматизированная система управления навозоудалением; автоматизированные линии доения, транспортировки и обработки молока.

Деловая программа выставки в этом году была насыщена важными и актуальными мероприятиями для специалистов АПК.

Так 9 октября 2012 г. в павильоне № 75 состоялась научно-практическая конференция «Биоэнергетика в диверсификации аграрного сектора и устойчивом развитии сельских территорий». Конференция была организована Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, Российским энергетическим агентством Министерства энергетики Российской Федерации, Россельхозакадемией и Всероссийским выставочным центром.

В работе конференции приняли участие представители органов исполнительной власти Российской Федерации, участвующие в формировании биоэнергетической политики, международные эксперты и представители бизнеса, реализующие проекты в области биоэнергетики в России.

Директор ГНУ ВИЭСХ, академик Россельхозакадемии Д.С. Стребков был включен в Президиум конференции и выступил с докладом «Перспективы направления биоэнергетики», в котором обозначил роль биоэнергетики в мировой энергетике, показал эффективность использования биомассы как источника энергии и представил на рассмотрение разработки и направления деятельности института в области биоэнергетики.

В рамках дискуссии был отмечен растущий интерес сельскохозяйственных предприятий агропромышленного комплекса к использованию в хозяйственной деятельности местных биоэнергетических ресурсов.

10 октября 2012 г. в павильоне № 75 состоялась Научно-практическая конференция «Техническое и технологической перевооружение АПК – важнейшее направление Государственной программы развития сельского хозяйства на 2013-2020 годы» с участием заместителя Министра сельского хозяйства РФ А.В. Петрикова. В конференции приняли участие руководители и специалисты Минсельхоза России, ведущие ученые Россельхозакадемии, НИИ и вузов.

В ходе конференции были подняты проблемы технической и технологической модернизации сельского хозяйства и выдвинуты предложения по обеспечению выполнения Госпрограммы развития сельского хозяйства на 2013-2020 годы и развития инженерно-технической системы сельскохозяйственного производства.

Д.С. Стребков выступил на этой конференции с докладом «Инновационные технологии развития АПК в ТЭК», в котором были представлены инновационные проекты, разработанные в ГНУ ВИЭСХ.

Заслушав и обсудив доклады и выступления, участники конференции приняли решения о необходимости подготовки и внесения предложений о развитии инженерно-технической системы АПК, организации отбора новых и наиболее эффективных инновационных разработок для распространения и освоения сельхозтоваропроизводителями.

Предметом особой значимости для ГНУ ВИЭСХ всегда являлись награды, полученные в конкурсах выставки «Золотая осень». В этом году Конкурсная комиссия отметила следующие разработки:

СВЧ-установка
по растворению присадок в базовом масле
(награждена Серебряной медалью и Дипломом)

Установка для СВЧ-обработки зерновых культур
(награждена Бронзовой медалью и Дипломом)

Автоматизированная система
управления навозоудалением
(награждена Бронзовой медалью и Дипломом)

Гамма энергосберегающих светильников
для освещения сельскохозяйственных помещений
и облучения растений и животных
(награждена Бронзовой медалью и Дипломом);

Вибрационный насос для автономных систем
водоснабжения (награжден Дипломом);

Система для дистанционного контроля
потоков молока на животноводческих фермах
с использованием электромагнитных устройств
(награждена Дипломом);

Полученные медали и дипломы являются доказательством профессионализма ученых ГНУ ВИЭСХ и высокого качества их работы.

Агропромышленная выставка «Золотая осень», несомненно, остается самой масштабной и популярной в России выставкой достижений сельского хозяйства страны.

Содержание выпусков №№ 1(6), 2(7), 3(8) за 2012 год

Вестник ВИЭСХ № 1(6)

Стребков Д.С. К 95-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН Н.С. Лидоренко……2
Арбузов Ю.Д., Евдокимов В.М. Фоточувствительность интегральной полупроводниковой структуры с «вертикальными» p-n переходами……5
Майоров В.А.. Исследование линейчатых модулей солнечных батарей с линзами Френкеля……...13
Стребков Д.С., Персиц И.С., Данилов В.Г., Полисан А.А. Исследование свойств радиационно-модифицированной клеящей пленки для фотоэлектрических модулей……17
Стребков Д.С., Некрасов А.И., Трубников В.З., Руденко В.Л. Перспективы использования атмосферного электричества……..21
Стребков Д.С., Юферев Л.Ю., Рощин О.А., Михалев А.А. Резонансные системы светодиодного освещения……...26
Трушевский С.Н. Анализ низкотемпературных источников теплоты Средней полосы России для тепловых насосов……...31
Чижиков А.Г., Голубкович А.В. Расчет теплообмена при быстром пиролизе растительных материалов…39
Стребков Д.С., Егоров Ю.М., Росс М.Ю., Щекочихин Ю.М. Основные направления биотехнологического развития возобновляемой энергетики для производства альтернативных видов топлив из растительного сырья……...43
Стребков Д.С., Фильков М.Н., Росс М.Ю., Щекочихин Ю.М. Перспективы применения низкотемпературной плазмы дугового разряда для переработки отходов сельского хозяйства……..51
Стребков Д.С., Егоров Ю.М., Росс М.Ю., Щекочихин Ю.М., Чирков В.Г. Создание устройств сложения мощностей генераторов на магнетронах для применения в технологиях АПК……..54
Никитин Б.А., Гусаров В.А. Алгоритмы решения многостепенных задач в области фотоэлектричества и ветроэнергетики……62
Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А., Ефимов А.В. Обоснование критериев контроля сопротивления изоляции электродвигателей……67
Мамхегов А.М. Экспериментальное определение температуры токоведущих элементов коммутационного аппарата……75
Камайданов Е.Н. Использование биоэнергетического потенциала бесподстилочного навоза и отходов растениеводства для устойчивого функционирования малых и средних животноводческих ферм……...78

Вестник ВИЭСХ № 2(7)

8-я Международная научно-техническая конференция «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве» (16-17 мая 2012 г., ГНУ ВИЭСХ)…2
Горбачев И.В. К 140-летию со дня рождения основоположника электрификации России, председателя Комиссии ГОЭЛРО Г.М. Кржижановского……8
Безруких П.П. Задачи научных и инженерных общественных организаций по развитию возобновляемой энергетики в России……12
Федоренко В.Ф. Научно-информационное обеспечение ресурсосбережения в АПК……..19
Стребков Д.С., Кузнецов И.М., Макеев М.В. Системное развитие информатизации в сельском хозяйстве…….24
Загинайлов В.И. Проблемы энергосбережения при производстве, передаче и использовании энергии….35
Алхазова Е.О., Свентицкий И.И., Антуфьев И.А. Снижение энергоемкости сельскохозяйственной продукции и ВВП России……39
Топорков В.Н. Высоковольтные импульсы в борьбе с болотными сорняками……49
Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. Энергозатраты на процесс сушки зерна……52
Трубников В.З. Преобразователи частоты для резонансных электрических систем……..55
Мусин А.М. Проект автоматизированной технологии откорма свиней……61
Шмелёв С.А., Буклагин Д.С. Анализ технического уровня расходомеров дизельного топлива……64
Мамхегов А.М., Некрасов А.И., Трифонов В.З., Мамхегов М.А. Исследование электрической прочности внешней изоляции дугогасительного устройства…66
Стребков Д.С., Никитин Б.А., Гусаров В.А. Оценка эффективности работы солнечного элемента при малых и повышенных уровнях освещенности……..69
Выездное заседание Бюро Отделения механизации, электрификации и автоматизации Россельхозакадемии……74
Информация о подписке на журнал на 2013 г.……76

Вестник ВИЭСХ № 3(8)

(По материалам 8-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве», 16-17 мая 2012 г., Москва, ГНУ ВИЭСХ)

Академику-секретарю ОМЭА РАСХН Горбачеву И.В. 65 лет…..…….2
Стребков Д.С. Перспективы развития возобновляемой энергетики……...3
Цой Ю.А. Состояние и перспективы развития технологий мехатроники и роботизированных процессов в технологической модернизации молочных ферм…….9
Крауп В.Р. Электророботизация производства – основной путь модернизации АПК до 2020 года……12
Тихомиров А.В., Уханова В.Ю., Николаева Е.Н. Показатели оценки эффективности систем энергообеспечения сельских объектов……18
Маркелова Е.К. Разработка нормативной базы расхода электрической энергии по объектам сельскохозяйственного производства……..21
Растимешин С.А., Долгов И.Ю., Тихомиров Д.А., Фильков М.Н. Основные направления развития систем теплоэнергоснабжения сельскохозяйственного производства……25
Ковалев А.А., Харченко В.В. Показатели работы тепловых насосов компрессионного и абсорбционного типа в системе теплоснабжения биогазовой установки……..30
Карташов С.Г., Клычев Е.М., Резник Е.И., Лебедев Д.П. Энергоэффективный термореактор для обработки фуражного зерна и комбикормов……..34
Антуфьев И.А. Энергосберегающая фабрика-теплица для интенсивного растениеводства……36
Прокофьев Д.С., Семенов Д.А. Перспективы использования светодиодных светильников в тепличных электротехнологиях……40
Лямцов А.К., Малышев В.В., Гришин К.М. Выбор параметров светильников со светодиодными лампами для освещения птицы при клеточном содержании……..43
Тихомиров Д.А. Программа расчета потребной мощности отопительной установки и годового расхода тепловой энергии на животноводческих объектах……47
Васильев А.Н., Будников Д.А. Совершенствование способов и оборудования для сушки зерна……...51
Некрасов А.И., Борисов Ю.С., Некрасов А.А., Марчевский С.В. Перспективные разработки по эксплуатации электродвигателей……55
Осипенко В.Т. Методический подход к обеспечению электробезопасности электротехнических установок в сельском хозяйстве……..57
Кириенко Ю.И., Башилов А.М. Выбор и обоснование технологических схем поточных линий и параметров блока дефектации клубней картофеля……...60
Гусаров В.А., Кулагин Я.В. Применение газотурбинных энергогенераторов в сельском хозяйстве……...63
Першин А.Ф., Богданов К.В., Смирнов А.А. Обработка озоновоздушными смесями зернистых материалов…66
Дубровин А.В. Устранение методической погрешности объемного дозирования смесей при поении и кормлении в животноводстве.....……69
Дудин С.Н., Тихомиров Д.А. Устройства аккумуляционного типа для нагрева воздуха……73
Коршунов Б.П., Учеваткин А.И., Марьяхин Ф.Г., Коршунов А.Б., Власов А.В. Система дистанционного контроля потоков молока на фермах с использованием электромагнитных средств измерения.....……...75

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!
Правила оформления статей

Редакция принимает к публикации рукописи статей в 2-х экземплярах, отпечатанные через 1,5 интервала на компьютере. Рукопись должна быть подписана всеми авторами. Вместе с бумажными копиями обязателен диск с текстом, набранным в Word 97/2000/2003/2007 шрифтом 14 пт, или файл по электронной почте vestnikviesh@gmail.com.

Объем статьи до 12 стр., включая таблицы (не более 5), рисунки (не более 5), библиографию (до 15 названий).

Приведенные в статье формулы должны иметь пояснения и расшифровку всех входящих в них величин с указанием единиц измерения в СИ. Таблицы должны иметь порядковый номер и название.

Все графические материалы должны быть выполнены четко (фотографии jpg или tif с разрешением не меньше 300 dpi), вставлены в текст статьи, пронумерованы, подписаны и иметь ссылку в тексте.

Использованная литература приводится в порядке очередности упоминания, в тексте – цифровые ссылки в квадратных скобках. Список литературы помещается в конце статьи и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008.

Статья должна содержать следующие обязательные элементы:

1. Название и ФИО авторов статьи на русском и английском языках.
2. Аннотацию (3–5 предложений) на русском и английском языках.
3. Ключевые слова (3–6 слов/словосочетаний) на русском и английском языках.
4. Индекс статьи по Универсальной десятичной классификации (УДК).
5. Сведения обо всех авторах (в конце статьи) – фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, полное название научного или учебного учреждения и его структурного подразделения, контактный телефон и адрес электронной почты автора.

Рукописи авторам не возвращаются. Автору выдается бесплатно один экземпляр журнала с его публикацией. С аспирантов плата за публикацию не взимается.