



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. Краусп,
А.К. Лямцов,
А.И. Некрасов,
С.А. Растимешин,
Л.Д. Сагинов,
Р.С. Суянчалиев,
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 12.08.2013 г.
Формат 60×84/8. Объем 10 печ.л.
Тираж 100 экз. Печать цифровая.
Заказ № 51.

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

<i>Кормановский Л.П., Текучев И.К.</i> Проблемы реализации роботизированных технологий на фермах России.....	3
<i>Фильков М.Н., Ананьева Т.А.</i> Выбор эффективных систем отопления для животноводческих ферм.....	7
<i>Свентицкий И.И., Касумов Н.Э., Мудрик В.А.</i> Эксергетическая, энергоинформационная теоретизация аграрно- экологических знаний.....	10
<i>Кравчук М.А.</i> Сельскохозяйственные технологии, сохраняющие природу и здоровье человека.....	20
<i>Эбина Г.Л.</i> Оптимальные схемы централизованного электроснабжения.....	26
<i>Халин Е.В.</i> Интеллектуальная графика в системах обеспечения безопасности производства.....	32
<i>Кирьянова В.Н., Аниканова Т.Ю.</i> Планирование численности и профессионально-кадрового состава управ- ленческих работников как этап оптимизации сельскохозяйственных орга- низаций.....	38
<i>Стребков Д.С., Сиптиц С.О., Кузнецов И.М., Макеев М.В.</i> Первоочередные задачи системного развития информационной инфраструктуры в сельскохозяйственном производстве регионов.....	45
<i>Юферев Л.Ю.</i> Повышение эффективности резонансных систем освещения и облучения.....	55
<i>Изиляев И.Р., Стребков Д.С.</i> Разработка электрического высокочастотного трансформатора.....	59
<i>Борисов В.К.</i> Технология подготовки поверхности кремниевых матричных солнечных элементов.....	63
<i>Ерёмина Т.В., Шурыгин Д.С.</i> Повышение вибрационной безопасности средств малой механизации, применяемых в сельском хозяйстве.....	66
<i>Кусков А.И.</i> Силовая газовая турбина, увеличивающая крутящий момент ДВС.....	69
<i>Борисов Ю.С., Марчевский С.В., Ефимов А.В.</i> Характеристика поставок электродвигателей в России.....	75

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

Contents

<i>Kormanovsky L.P., Tekuchev I.K.</i> Problems of realization of the robotized technologies on farms of Russia.....	3
<i>Filkov M.N., Ananieva T.A.</i> The selection of an efficient heating systems for livestock farms.....	7
<i>Sventitskiy I.I., Kasumov N.E., Mudrik V.A.</i> Exergy energy and information theorizations agro-ecological knowledge.....	10
<i>Kravchuk M.A.</i> Agricultural technologies, preserving nature and human health.....	20
<i>Ebina G.L.</i> Optimal schemes of centralized power.....	26
<i>Khalin E.V.</i> Intellectual graphics in systems of safety of production.....	32
<i>Kirianova V.N., Anikanova T.Yu.</i> Planning and training of personnel management employees as a stage of optimization of agricultural organizations.....	38
<i>Strebkov D.S., Siptits S.O., Kuznetsov I.M., Makeev M.V.</i> Priority tasks of system development information infrastructure in agricultural production regions.....	45
<i>Yuferev L.Yu.</i> Increase of efficiency of resonant systems of lighting and exposure.....	55
<i>Iziliaev I.R., Strebkov D.S.</i> Development of electric high-frequency transformer.....	59
<i>Borisov V.K.</i> The preparation technology of the silicon matrix solar cells surface.....	63
<i>Eryomina T.V., Shurygin D.S.</i> Increase of vibration safety of means of the small-scale mechanization applied in agriculture.....	66
<i>A.I. Kuskov</i> Power gas turbine, increasing the torque of the engine of internal combustion.....	69
<i>Borisov Yu.S., Marchevsky S.V., Efimov A.V.</i> The characteristics of supply of electrical motors in Russia.....	75

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ФЕРМАХ РОССИИ

Академик Россельхозакадемии А.П. Кормановский (ГНУ ВИЭСХ),
д-р техн. наук И.К. Текучев (ГНУ ВНИИМЖ)

Дан анализ достоинств и недостатков, опыт освоения и эксплуатации доильных роботов. Приведены технико-экономические показатели однобоксовых и многобоксовых роботизированных систем.

Ключевые слова: доильные роботы; опыт освоения; технико-экономические показатели роботизированных систем.

Российские производители молока переходят от дискуссий об эффективности и недостатках роботизированных технологий доения, кормления и зооветеринарного обслуживания коров к их практическому применению на фермах разных размеров. При этом важно при принятии решения об использовании роботов на ферме как можно больше знать об их достоинствах и недостатках, о трудностях и путях их преодоления при освоении новой технологии. Важно критически оценить возможность доукомплектования коллектива специалистами, способными организовать освоение роботизированной технологии. По опыту ООО «СХП им. Рахимова» (Татарстан) для крупных комплексов со многими роботами целесообразно организовать конкурс на занятие должностей главных специалистов из ближайших регионов. В результате конкурса заняли должности директора по генетике и науке кандидат ветеринарных наук, заместителя директора по животноводству – ветврач, главного зоотехника-селекционера – ветфельдшер, бакалавр по информатике и вычислительной технике. Эти специалисты со стажем работы от 2 до 14 лет прошли стажировку в Голландии, Германии, США, Швеции, Австралии. Оборудование комплекса обслуживают специалисты дилерского центра DeLaval.

Сегодня все специалисты молочного скотоводства понимают, что доильные роботы в наибольшей степени отвечают физиологии доения коров. Но комплекс требований к технико-экономическим показателям эффективности использования доильных установок значительно шире. Среди них объем капитальных вложений в систему доения; производительность операторов доения (затраты труда на 1 ц молока); обеспечение здоровья вымени; качество молока [1].

The analysis of merits and demerits, experience of development and operation of milking robots is given. Technical and economic indicators of the one-box and multibox robotized systems.

Keywords: milking robots; experience of development; technical and economic indicators of the robotized systems.

Для условий России наиболее значимым фактором является высокая стоимость доильных роботов. Большой срок окупаемости капвложений обусловлен низким уровнем зарплаты животноводов (9000-18000 руб., или 300-600 долл. в месяц). Для сравнения в странах Европы и США – 2000-3000 долл. в месяц, т.е. в 5-6 раз выше. Это главный фактор более широкого использования доильных роботов в этих странах. На сегодня на фермах этих стран применяются более 10 тыс. роботов.

В целях снижения балансовой и удельной стоимости (объема капвложений на одну корову) фирмы освоили производство роботизированных систем с 2-5 станками, обслуживаемыми одним роботом для надевания стаканов на соски вымени (рис. 1).



Рис. 1. Общие виды доильных роботов модели «Титан» фирмы GEA Farm Technologies

На фермах России также используются доильные роботы. Среди первых роботизированную технологию освоили животноводы племязавода «Колхоз Родина» и «50 лет СССР» Вологодской обл. Восемь роботов используют в хозяйстве «Красногвардейский» Ленинградской обл. Самый крупный молочный комплекс на 1150 коров с 16 доильными роботами, обслужи-

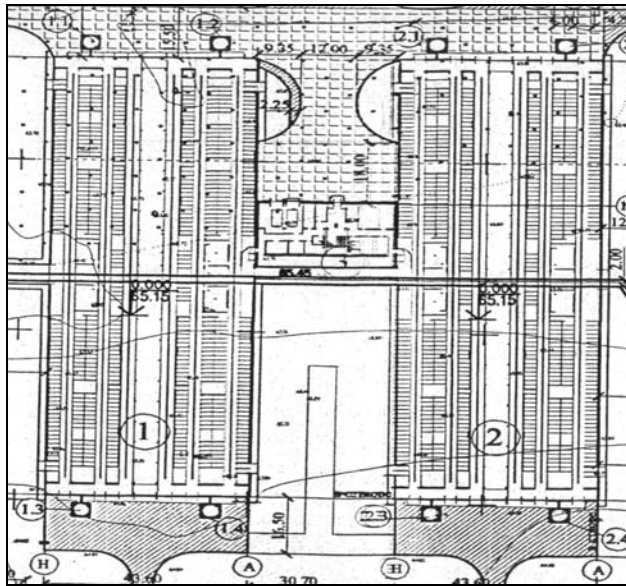


Рис. 2. Фрагмент генерального плана комплекса с размещением двух коровников по 480 голов с 16 роботами

вающими 960 дойных коров, эксплуатируется в ООО «СХП им. Рахимова» (Республика Татарстан). Один робот фирмы DeLaval обслуживает 50-60 коров (рис. 2 и 3). Удой достигает 7500-8000 кг/гол. в год. Кратность добровольного доения коров 2,5-3 раза в сутки. Рентабельность производства молока достигает 25-30%.

Использование роботов с селективными воротами позволяет в автоматическом режиме управлять потоком коров. Ворота на входе выделяют из группы коров, которые были в работе менее 6 часов назад. Их направляют «по кругу» снова в секцию. Ворота на выходе из робота выделяют коров «маститных», «в охоте» и несъевших свою дозу комбикормов за время доения. Высокопродуктивные коровы с суточным удоем 25 кг и более не успевают съесть 4 кг комбикорма за время доения в станке с роботом. Поэтому оставшуюся дозу комбикормов они съедают в специальной секции в четырех станках типа «Альфа-фид». При доении в роботах маститное молоко отделяется от основной массы, поэтому последнее 100% продается высшим сортом.

Утверждение о том, что одностаночный робот может выдаивать 60-70 коров в сутки справедливо лишь при определенных условиях. По данным [2] коровы могут доиться в роботизированных станках от 1 до 5 раз в сутки с продолжительностью от 4 до 12 мин. за одну дойку. Определим количество коров, которое может



Рис. 3. Фрагмент построенного комплекса со зданием центра практической подготовки специалистов молочного скотоводства для Республики Татарстан

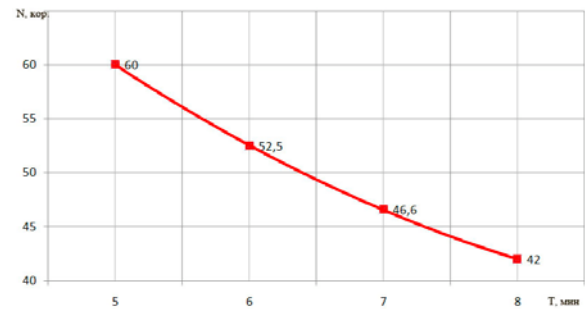


Рис. 4. Зависимость поголовья коров N, которое может обслужить одностаночный робот в сутки, от средней продолжительности процесса доения одной коровы за один заход в станок T

обслужить одностаночный робот, если они будут посещать его 3 раза в сутки. Затраты времени на подготовительно-заключительные операции (впуск коровы в станок, подготовка вымени к доению, одевание роботом доильных стаканов на соски вымени, сдаивание первых струек молока, снятие доильных стаканов, дезинфекция их и сосков вымени, выпуск коровы из станка) в среднем составляют на одно доение 2 мин., на 3 доения – 6 мин., на ежедневное техобслуживание системы роботизированного доения – 3 часа.

Выполненные нами расчеты представлены на рис. 4. Из полученной зависимости следует, что определяющим фактором количества коров, которое может обслужить один робот в сутки, является средняя продолжительность процесса непосредственного доения одной коровы за одну дойку. Так, при увеличении средней по группе продолжительности процесса доения с 5 до 8 минут возможное количество коров, которое может обслужить один робот, уменьшается с 60 до 42. Этот факт необходимо учитывать при разработке проекта и определении поголовья фермы с одностаночными доильными роботами.

Количество обслуживаемых коров одностаночными доильными роботами меньше одностаночного варианта, зависит от количества боксов и изменяется от 30 до 60 голов (рис. 5). Средняя стоимость одностаночного робота с монтажом на ферме составляет порядка 150 тыс. евро (6 млн. руб.). Каждый последующий бокс

многобоксовой системы вместе с монтажом стоит 40 тыс. евро. Общая стоимость каждой системы приведена на рис. 5. Она соответственно равна 6,0 млн. руб. с одним боксом, 7,6 млн. руб. – с двумя боксами, 9,2 млн. руб. – с тремя, 10,8 – с 4-мя и 12,4 млн. руб. – с 5-ю. Удельная стоимость роботов $C_{уд}$, отнесенная на 1 обслуживаемую корову, представлена на рис. 5.

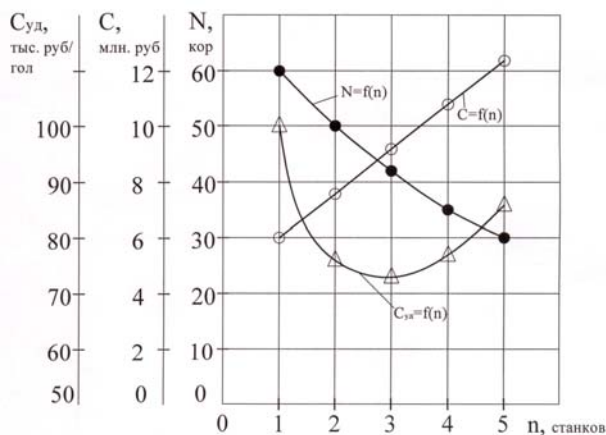


Рис. 5. Зависимости поголовья коров N , обслуживаемого каждым станком многостанковой доильной системы, общей C и удельной $C_{уд}$ стоимости системы от количества станков в роботизированной системе

Из данных рис. 5 следует, что роботизированная система с одним боксом успешно будет обслуживать 60 коров в сутки, с двумя – 100 (по 50 гол. на бокс), с тремя – 126 (42), с четырьмя – 140 (35), а с пятью – 150 (30 на 1 станок). Тогда удельная стоимость системы с одним боксом будет равна 100 тыс. руб. на одну корову, с двумя – 76, с тремя – 73, с четырьмя – 77, а с пятью – 86 тыс. руб. Из этих данных можно сделать вывод, что экономически выгоднее на ферме с 126 дойными коровами использовать роботизированную систему с тремя доильными боксами. Если на комплексе на 1000 дойных коров использовать вместо 16 однобоксовых роботов 8 роботизированных трехбоксовых систем, то это обеспечит экономии 27 млн руб. капложений. Кроме этого, необходимо учитывать более высокие затраты на один робот, связанные с постоянным наблюдением специалиста фермы за данными компьютера и сервисным обслуживанием дилерским центром фирмы-поставщика роботов.

Все изложенное относилось к фермам с поголовьем 250-1000 дойных коров. Будут ли в России применяться роботы на фермах с 50-100 дойными коровами? Такой опыт имеется. В деревне Александровка Кимовского района Туль-

ской обл. фермер Саяпин А.В. построил только помещение под оборудование доильно-молочного блока, в котором установлен 1 робот. Коровника, как такового, на ферме нет. Коровы летом пасутся на примыкающем к доильно-молочному блоку (ДМБ) полю, а зимой содержатся в вольере. В холодные дни в ДМБ используется «тепловая пушка». На обслуживание молочного стада фермер в сутки затрачивает 2-3 часа. Этот опыт может получить распространение и у других фермеров России [4].

Доильные роботы привлекают производителей молока своими достоинствами. Их применение обеспечивает существенное сокращение ручного труда, постоянный зооветеринарный контроль состояния коров. Щадящий режим без стрессов добровольного доения снижает заболеваемость коров маститом, повышает качество молока за счет более высокой гигиены доения и исключения из общей массы «маститного» молока. Роботы позволяют своевременно выявить коров «в охоте» и осеменить их, это обеспечивает сокращение межотельного периода [3]. Обеспечивается рост продуктивности коров за счет более частого доения в сутки, по сравнению с традиционным двухразовым на 10-15 %, а по сравнению с трехразовым доением части коров «на раздое» на 5-8 % [5]. Создаются условия для индивидуального дозированного скармливания комбикормов. Использование роботов позволяет своевременно принимать меры к устранению нарушений технологических процессов при получении информации на мобильный телефон.

Все эти преимущества доильных роботов станут реальностью при правильном преодолении недостатков и трудностей начального периода ввода их в эксплуатацию. Среди них подготовка стада к доению роботами путем выбраковки коров с низко расположенным выменем, с близко расположенными сосками или существенно выше расположенными задними сосками. На такое вымя робот не сможет надеть доильные стаканы. Не годятся к доению роботами сильно агрессивные, а также очень пассивные коровы.

Требуется изучение опыта подготовки коров и нетелей к доению роботами. Продолжительность привыкания может длиться от двух недель до двух месяцев. Некоторых животных приучить к доению роботом так и не удастся.

Для того чтобы коровы могли привыкнуть к боксу и постепенно перейти на роботизированную систему доения на комплексе ЗАО ПЗ «Красногвардейский» Ленинградской обл. их приучали следующим образом. В первый день

отделили группу животных из основного стада и переместили ее в зону ближе к роботу. Первые два раза коров доили в работе вручную, без использования руки-манипулятора. Корова заходила в бокс, ей подавали корм и надевали доильные аппараты вручную. Коровы быстро привыкли к роботу и стали самостоятельно заходить в бокс. В группу стали добавлять новых коров, ранее доившихся в традиционных установках. Процесс привыкания к доению в роботах пошел быстрее. Коровы быстро учатся друг у друга, когда они видят, что одна пошла самостоятельно в бокс, то и другие идут за ней [6].

Нетелей также нужно приучать к доению роботами. Для этого их размещают в отдельную секцию с возможностью прохода к роботу. Стимулом к самостоятельному заходу к роботу в бокс является кормление в нем нетелей комбикормом. В результате неоднократного кормления нетели после возвращения из родильного отделения быстрее привыкают к добровольному доению роботом.

Фирмы-производители доильных роботов продолжают работать по их совершенствованию. Выпускаются доильные роботы не с боковой, а с торцевой дверью, которая открывается вперед вместе с кормушкой для комбикорма. Это создает больше комфорта для коров при выходе из станка. Щетки особой конструкции лучше очищают соски от грязи (рис. 6). Создана автоматизированная система определения количества соматических клеток в каждой четверти вымени. При превышении допустимого их количества такое молоко направляется в специальные емкости при каждом доильном роботе.



Рис. 6. Усовершенствованный доильный робот фирмы LeLy

При использовании систем автоматического доения возникла и проблема с охлаждением молока в связи со спорадическим 24-часовым характером доения (молоко должно быть охлаждено до 4 °С в течение трех часов после его по-

лучения). Для решения этой проблемы предложены два технических решения. Первое – моментальное охлаждение в теплообменнике в две стадии – до 13 и затем до 4 °С. Использование системы прямого охлаждения, т.е. непосредственно в молочном танке, предусматривает охлаждение при заполнении на 10% его емкости. При автоматическом доении этот момент может наступить лишь через 10 часов, что негативно скажется на качестве продукции. Если же охлаждение начнется слишком рано, молоко может замерзнуть. Поэтому вторым решением стало использование дополнительного танка меньшего объема, в котором молоко также начинает охлаждаться при заполнении емкости на 10%.

В помещении молочного блока целесообразно установить буферные танки и основной танк-охладитель большой емкости. На время промывки основного танка молоко собирается в буферных, по окончании промывки молоко из последних танков перекачивается в основной. Для каждого робота установлен свой отдельный буферный танк.

Для большей точности диагностики mastита голландские ученые разработали компьютерный анализ трех переменных величин – наdoa, температуры и электропроводности молока.

Определенные трудности создает необходимость длительного наблюдения (21 ч в сутки) операторами АСУТП за функционированием роботов.

Практика эксплуатации доильных роботов показывает, что при хорошей организации и технологической дисциплине все эти трудности вполне преодолимы.

Литература

1. *Кормановский Л.П., Иванов Ю.А., Текучев И.К.* Тенденции применения доильных роботов // Техника и оборудование для села. 2008. №8. С. 36-38.
2. *Кормановский Л.П.* Автоматизация машинного доения коров – этапы развития // Машинно-технологическое обеспечение животноводства – проблемы эффективности и качества. Сб. науч. тр. ГНУ ВНИИМЖ. М.: ГНУ ВНИИМЖ, 2010. Т. 21. Ч. 2. С. 3-9.
3. *Мишууров Н.П.* Опыт практической эксплуатации доильных роботов VMS фирмы «DeLaval» в России // Там же. С. 32-36.
4. Электронный ресурс. www.molochka.com.
5. *Хукстра А., Закревский А.* Доильный робот в России – быть или не быть? // AGRICULTURAL NEWS-2008. №4. С. 42-43
6. Электронный ресурс. «IA Dairy News» (01.2012).

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

Канд. техн. наук М.Н. Фильков, Т.А. Ананьева
(ГНУ ВИЭСХ)

Рассмотрены современные системы и технические средства теплообеспечения, которые могут использоваться на животноводческих комплексах. Даны общие представления о принципах выбора технических средств, основанных на данных об условиях содержания животных, теплотехнических характеристиках ограждающих конструкций и наличия местных источников тепловой энергии.

Ключевые слова: системы теплообеспечения, технические средства, источники тепловой энергии, энергоэффективность, аккумуляторы теплоты, энергоносители, солнечный коллектор, водогрейный котел, водогрейный твердотопливный котел длительного горения

Крупные животноводческие комплексы, построенные в нашей стране по проектам ведущих зарубежных фирм, это автоматизированные с точки зрения управления тепловыми процессами предприятия, использующие в качестве топлива преимущественно природный газ и дизельное топливо.

В последнее время развитие животноводства в России в особенности молочное направление приобрело положительную динамику. Строятся новые фермы, реконструируются старые. Однако вопросам эффективного теплоснабжения ферм не уделяется должного внимания.

Многие животноводческие предприятия расположены вдали от железных дорог и магистральных газопроводов. Это затрудняет доставку традиционного топлива на места. Помимо системы теплоснабжения на природном газе, все большее внимание уделяется использованию в качестве топлива дров, отходов деревообрабатывающего производства, а также горючих бытовых и производственных отходов.

К техническим средствам системы теплообеспечения зданий фермы относятся устройства, работающие как на природном газе, так и на твердом топливе: водогрейные котлы, теплогенераторы, калориферы, циркуляционные насосы, аккумуляторы тепловой энергии, солнечные коллекторы, автоматические системы управления тепловым режимом помещений фермы и многое другое.

Modern heat supply systems and facilities that can be used in cattle-breeding complexes have been investigated. The general ideas have been presented about the equipments choice concept based on the animal housing conditions data, thermophysical characteristics of building cladding structure and local thermal energy sources availability.

Keywords: heat supply system, facilities, thermal energy, energy-efficiency, accumulators of heat, energy carriers, solar collector, hot water-boiler, long burning boiler on solid fuel.

Выбор технических средств осуществляется на основании теплового расчета для отдельных помещений и каждого технологического процесса.

Для каждого конкретного варианта организации теплоснабжения помещения фермы проводится технико-экономическое обоснование по минимуму приведенных затрат на получение 1 кВт·ч полезной тепловой энергии. Исследования показали, что удельные приведенные затраты в системах централизованного теплоснабжения фермы в 2 раза превосходят аналогичные затраты для систем децентрализованного теплоснабжения при использовании электрической энергии и примерно в 1,5 раза при использовании в качестве топлива природного газа [1]. Из топливных систем наиболее эффективна система теплообеспечения на природном газе, за ней следуют системы на дизельном топливе и буром угле.

Создание эффективной системы отопления животноводческой фермы проводится с учетом тенденций развития топливно-энергетического комплекса страны, условий содержания животных и возможности экономии топливных ресурсов. Поскольку животноводческие предприятия являются крупными потребителями тепловой энергии, использование которой значительно влияет на себестоимость продукции, важным является обоснование выбора наиболее эффективной системы теплообеспечения по технико-экономическим показателям, влияю-

щей на эффективность животноводческого предприятия в целом.

Опыт многих хозяйств России и зарубежных стран показывает, что применение беспривязного содержания коров обеспечивает не только снижение энергоемкости производства, но и повышение производительности труда по сравнению с привязным в 1,5-2,0 раза [3]. В соответствии с концепцией беспривязного содержания животных коровник используется в первую очередь для коров, а доильный зал для человека и машин.

В коровниках обычно применяется естественная вентиляция. При естественной вентиляции удаление продуктов обмена веществ животных и паров воды осуществляется через коньковую щель, а свежий воздух поступает через подоконные щели.

Изменение температуры воздуха приводит к изменению его состава. Поэтому на фермах, расположенных в климатических зонах с отрицательной температурой (-20° С и ниже), возникает необходимость использовать вентиляцию с механическим побуждением подачи свежего воздуха и его подогревом на входе в помещение с помощью калориферов.

С целью более быстрого выхода помещений на заданный температурный режим в системах теплообеспечения и горячего водоснабжения предусматривается принудительная циркуляция теплоносителя с помощью циркуляционного насоса.

В системе горячего водоснабжения могут быть использованы два источника тепловой энергии: основной – водогрейный котел системы отопления и вспомогательный – солнечный коллектор. Для приготовления горячей воды используется аккумулятор теплоты.

Автоматизированные системы теплоснабжения являются энергозависимыми системами, которые нуждаются в источнике электрической энергии для функционирования электронных блоков системы управления и приводов исполнительных механизмов.

Для более быстрого выхода помещений на заданный температурный режим в системах теплообеспечения животноводческих помещений должна быть предусмотрена принудительная циркуляция теплоносителя.

В системе горячего водоснабжения могут быть использованы два источника тепловой энергии: основной – водогрейный котел, вспомогательный – солнечный коллектор с аккумулятором тепла.

Автоматизированные системы теплоснабжения являются энергозависимыми системами, которые нуждаются в источнике электрической энергии для функционирования электродов блоков системы управления и приводов исполнительных механизмов. Поэтому в комплекте автоматизированной системы управления должен быть резервный источник питания.

Несмотря на то, что цена на газ растет на 15% в год, не газифицированными остаются примерно 53% деревень. В связи с этим, особую актуальность для сельских производителей приобретают водогрейные котлы длительного горения на твердом топливе. На рис. 1 показан принцип работы таких котлов. Обращает на себя внимание простота их обслуживания, а отсутствие необходимости принудительной подачи воздуха в топку котла позволяет создавать энергозависимые системы отопления.

Сегодня на рынке РФ представлен большой ассортимент продукции отечественного и зарубежного производства, которая может быть использована для теплообеспечения помещений животноводческих предприятий.

Рассмотрим, как с помощью достаточно простых в использовании технических средств может быть организована система теплообеспечения доильно-молочного блока фермы (рис. 2).

Система включает в себя два источника тепловой энергии: основной – водогрейный котел системы отопления и вспомогательный – солнечный коллектор. Для приготовления горячей воды используется тепловой аккумулятор.

Аккумулятор представляет собой теплоизолированный резервуар, в котором находятся два теплообменника. Один подключен к водогрейному котлу, другой к батарее солнечных коллекторов.

Принципиальная схема системы теплоснабжения изображена на рис. 2.

Предлагаемая система позволяет экономить топливо в теплый период года за счет работы солнечного коллектора. В системе теплоснабжения используется принудительная циркуляция теплоносителей, поэтому в случае прекращения подачи электроэнергии автоматически запускается резервная электростанция.

В зависимости от типа используемого топлива в системе отопления и горячего водоснабжения могут использоваться водогрейный газовый котел торговой марки ИШМА с атмосферной горелкой (ОАО «Боринское»), котел дровяной марки КВр (Новокузнецкий котельный завод), водогрейный котел длительного горения марки S40 (дрова и/или уголь)

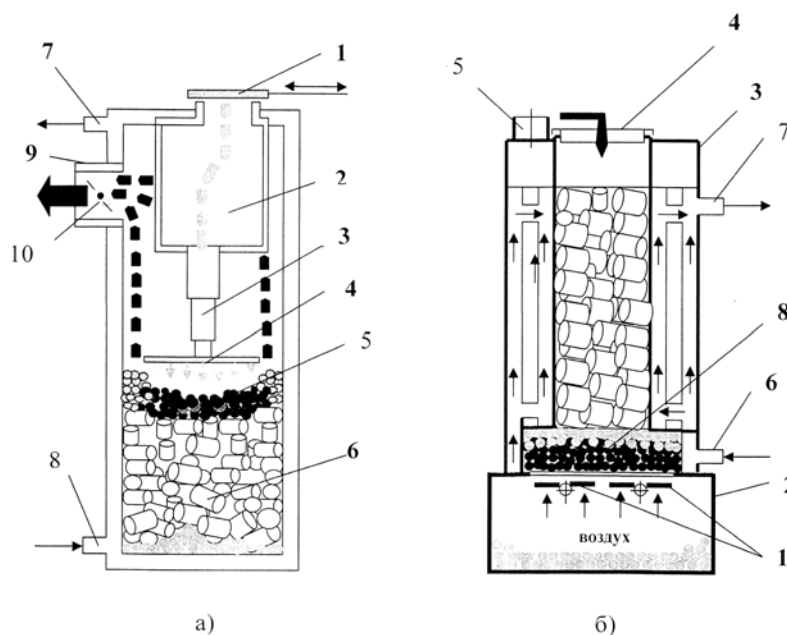


Рис. 1. Котлы длительного горения:

а) - котел, работающий по схеме сжигания топлива сверху вниз:

1 – воздушная заслонка; 2 – камера нагрева воздуха; 3 – телескопическая труба подачи воздуха в зону горения; 4 – распределитель воздуха; 5 – зона горения топлива; 6 – топливо; 7 – патрубок подачи теплоносителя; 8 – патрубок возврата теплоносителя; 9 – труба для отвода продуктов горения; 10 – заслонка;

б) - котел, работающий по схеме верхней подачи топлива в камеру горения:

1 – колосник; 2 – зольник; 3 – цилиндрический корпус; 4 – крышка; 5 – труба для отвода продуктов горения; 6 – патрубок подачи теплоносителя; 7 – патрубок возврата теплоносителя; 8 – камера горения

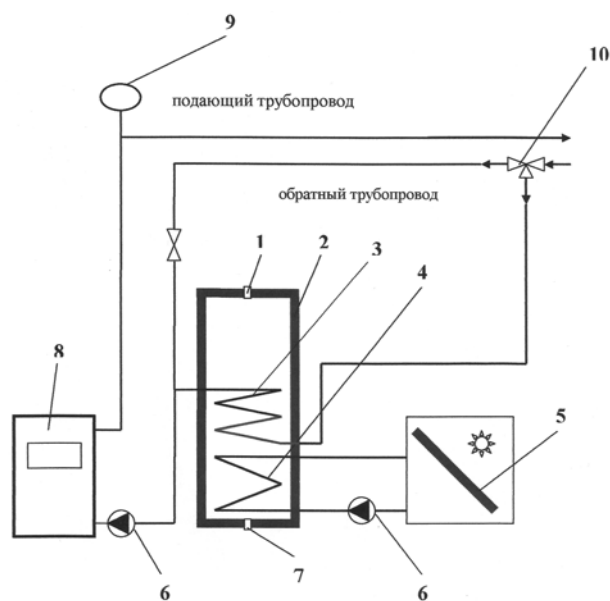


Рис. 2. Технологическая схема системы теплоснабжения доильно-молочного блока:

1 – патрубок для отвода горячей воды; 2 – теплоизолированный бак; 3 – теплообменник системы отопления; 4 – теплообменник для подвода теплоносителя; 5 – коллектор солнечной энергии; 6 – циркуляционный насос; 7 – патрубок для подвода холодной воды; 8 – водогрейный котел; 9 – расширительный бак; 10 – трехходовой кран переключения режима подачи тепла

«STROPUVA» (Литва), твердотопливный водогрейный котел длительного горения «Теплотрон» («Новокузнецкий котельный завод»), солнечный коллектор АТЕ-групп (г. Москва), стационарный бойлер марки ОКС800NTR 1Мпа (Чешская республика).

Как показывают расчеты, проведение энергосберегающих мероприятий позволяет примерно на 20-30 % повысить экономическую эффективность молочного производства.

Литература

1. *Расстригин В.Н., Тихомиров Д.А.* Обоснование выбора систем теплоснабжения животноводческих предприятий // *Экология и сельскохозяйственная техника. Т. 3. Экологические аспекты производства продукции животноводства и электротехнологий: Материалы 4-й науч.-практ. конф.* – СПб.: СЗНИИМЭСХ, 2005. С. 192-197.
2. *Морозов Н.М.* Основные направления повышения энергоэффективности в животноводстве // *Труды 7-й Международной науч.-техн. конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве».* М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. Ч. 1. С. 55-58.
3. *Цой Ю.А.* Структура затрат и технологические и технические аспекты энергоснабжения на молочных фермах // *Там же.* М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. Ч. 3. С. 55-58.

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКАЯ, ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕОРЕТИЗАЦИЯ АГРАРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Д-р техн. наук И.И. Свентицкий (ГНУ ВИЭСХ),
канд. экон. наук Н.Э. Касумов (РГАЗУ, г. Балашиха),
канд. техн. наук В.А. Мудрик
(Институт фундаментальных проблем биологии РАН,
Московская область, г. Пушкино)

Предложено для теоретизации аграрно-экологических знаний использовать эксергетический анализ преобразования энергии оптического излучения растениями и техногенной энергии, используемой в антропогенной части агротехнологий

Ключевые слова: эксергия; эксергетический анализ; оптическое излучение; энергоинформационный анализ; фотосинтез; агротехнологии.

Исходные положения. В XX столетии дважды сменилась парадигма познания: классическую (механическую) парадигму сменила неклассическая (квантовая), которую затем заменили на постнеклассическую (эволюционную). Принципиальная особенность эволюционной парадигмы в том, что наряду с главными достижениями фундаментальной науки, она учитывает религию и культуру в целом. В постнеклассической парадигме особо важное внимание уделяется прогрессивной (глобальной) эволюции самоорганизующейся природы [1].

Несмотря на двукратную смену парадигм познания, в XX веке в фундаментальной науке принципиальные изменения не произошли. Главные ее принципы, отмеченные А. Пуанкаре [2] в самом начале 20-го столетия, не пополнились официально новыми. Можно отметить как принципиально инновационный антропный принцип, который не получил официального объяснения с позиции общепринятых положений фундаментальной науки. Не получили официального признания также обоснования закона выживания (ЗВ), сущность которого противоположна сущности второго начала термодинамики (ВНТ). Показано, что ЗВ и ВНТ логически в виде зеркальной динамической симметрии объединены в общий главный принцип естествознания – принцип энергетической экстремальности самоорганизации и прогрессивной эволюции (ПЭЭС и ПЭ) [3]. Обоснована также естественнонаучная аксиома – «жизнь-смерть» – отображающая одновременно ЗВ, ВНТ, ПЭЭС и ПЭ. Выявлено, что эта естественнонаучная

It was proposed for theorizing the agro-ecological knowledge to use exergy analysis of optical radiation energy conversion by plants and technogenic energy, used in agricultural technologies anthropogenic

Keywords: exergy; exergy analysis; optical radiation; energy-information analysis; photosynthesis; agro-technology.

«троица» – ЗВ, ВНТ, ПЭЭС и ПЭ – изоморфна по логическим свойствам Пресвятой Троицы христианского религиозного учения [4].

Анализ столетних проблем науки, обусловленных началами классической термодинамики, на основе ЗВ, ВНТ и ПЭЭС и ПЭ позволили успешно их решить, используя единую методологическую основу. С использованием этой основы удалось решить главную проблему биологической физики – логически концептуально объединить научные основы физики и биологии.

На этой же общеметодологической основе выявлены идеально-реальные свойства прогрессивной эволюции самоорганизующейся природы: самопроизвольная ее устремленность к экономности – энергетической, вещественной и информационной. Следствием этой экономности является красота и гармония самоорганизующихся эволюционирующих природных систем. По мере ускорения эволюционирующих систем процесс их эволюции ускоряется.

Главный процесс аграрных и экологических систем – преобразование энергии. В аграрном производстве основную его продукцию формируют (производят) организмы, использующие экологические ресурсы. Общая система жизнеобеспечения организмов состоит из трех подсистем: энергообмена, обмена веществ и информационных или управляющих процессов. Основные процессы этих подсистем происходят в одних и тех же структурах, одновременно. Физически они не делимы. Для определения соподчиненности этих подсистем и выявления их принципиального ограничения в развитии

живой природы необходимо познавательное, мысленное их разделение [3].

В исследованиях чаще всего пользуются анализом обмена веществ. Органическое вещество на 45 % состоит из углерода. Анализ круговорота его в биосфере показал, что только доли процента общего содержания его на поверхности планеты Земля, практически по замкнутому циклу циркулирует в живой части биосферы [5]. Это же положение относится и ко второму важному биофильному элементу – азоту, свободное содержание которого в атмосфере Земли превышает 70 % [6]. Исследованиями систем для космических путешествий выявлено, что воду и другие вещества в таких системах можно регенерировать, затрачивая на этот процесс энергию. Из этих положений видно, что подсистема обмена веществ не налагает принципиальных ограничений на развитие живых систем.

В системах, обеспечивающих возможность размножение организмов, генетическая информация этих организмов, неограниченно долго может сохраняться, переходя от поколения к поколению. До настоящего времени не выявлены условия, которые принципиально ограничивают пределы совершенствования генетической информации в процессе прогрессивной эволюции самоорганизующейся природы. Это свидетельствует о том, что подсистема информационных (управляющих) процессов также не налагает принципиальных ограничений на развитие живых систем [3].

Анализ подсистем обмена веществ и энергообмена свидетельствуют о том, что большая часть веществ, потребляемых организмами из внешней среды, обусловлена потребностями подсистемы энергообмена. Например, огромные количества воды, потребляемой высшими растениями за вегетационный период, используются ими, в основном, для управления температурным режимом посредством транспирации. Вещества, потребляемые гетеротрофными организмами, они используют, прежде всего, содержащуюся в них свободную энергию и лишь незначительная часть веществ пищи организмы затрачивают для построения своей массы, построения и восстановления своих органов и выделения в виде репродуктивной и продуктивной массы.

Энергия, потребленная из внешней среды организмами, прошедшая через него, в основном, рассеивается и повторно не может использоваться им или подобными организмами. Энергообмен организмов однонаправлен. Подсистема энергообмена одновидовых организмов принципиально разомкнута. Она принципиально огра-

ничивает развитие живых систем. Подсистемы обмена веществ и информационных процессов подчинены подсистеме энергообмена. Видовая и межвидовая борьба организмов, по существу, не за вещество и информацию, а за доступную свободную (работоспособную) энергию.

Второе начало термодинамики (ВНТ) и особенности преобразования энергии организмами. ВНТ – основной закон преобразования техногенной энергии. Энтропийный анализ на основе ВНТ принципиально не пригоден для рассмотрения энергопреобразований энергии организмами.

До 80-х годов XX столетия большинство энергетиков мира использовали энтропийный метод для анализа преобразований энергии. Величину энтропии ввел немецкий физик, один из основателей термодинамики и молекулярно-кинетической теории теплоты Рудольф Юлиус Эммануэль Клаузиус. Стремясь охарактеризовать потенциальную работоспособность теплоты Q при разной температуре ее содержания T , он ввел понятие приведенной теплоты Q_{Π} :

$$Q_{\Pi} = \frac{Q}{T}, \quad (1)$$

Переводя (1) в дифференциальное выражение он получил (2):

$$\delta S = \frac{\delta Q}{T}, \quad (2)$$

где δS – приращение энтропии.

Общеизвестно, что с повышением температуры теплосодержания T определенного количества теплоты Q работоспособность ее возрастает. Исходя из этого, в соответствии с (1) и (2) энтропия S характеризует не работоспособность теплоты Q , а ее противоположное свойство. В этом, очевидно, сложность понимания сущности величины энтропии и основанной на этой величине энтропийного анализа преобразования техногенной энергии, который более ста лет применяли в энергетике. Попытки применить энтропийный анализ для оценки эффективности преобразования растениями в процессе фотосинтеза энергии оптического излучения сложного спектрального состава не увенчались успехом [7, 8]. Энтропийный анализ принципиально не пригоден для анализа преобразования энергии организмами [3].

Фотосинтез растений – фотохимический естественный процесс прямого преобразования энергии излучения растениями в химическую энергию органических веществ. Этот процесс не объясним с позиций ВНТ классической термодинамики. Он не согласуется с общепризнанным утверждением на основе ВНТ о том, что энтропия повсеместно и

непрерывно возрастает. Мощность этого природного процесса на Земле более чем на порядок превышает среднегодовую мощность всех техногенных преобразователей нашей планеты.

К.А. Тимирязев в 1903 г. [9] в Крунианской лекции о космической роли растений, произнесенной на заседании Лондонского королевского общества, представил этому обществу научный вызов о несостоятельности общепринятого в то время представления о повсеместном и непрерывном росте энтропии в соответствии с ВНТ. На этот вызов за прошедшие 110 лет фундаментальная наука не дала общепризнанного теоретического естественнонаучного ответа. Судя по статье академиков АН СССР Е.П. Велихова, А.Е. Прохорова, Р.З. Сагдеева в газете «Правда», этот вызов им не был известен. Они утверждали [10]: «Процессы преобразования энергии подчиняются второму закону термодинамики. Этот закон был оформлен в XIX веке. Вся человеческая практика вплоть до наших дней подтверждает его истинность и обоснованность. В настоящее время наука не располагает ни одним фактом против него». Не была известна им и протон-нейтронная реакция [11], которая принципиально не согласуется с утверждением о повсеместном и непрерывном росте энтропии в соответствии с ВНТ.

Очевидно, им не была известна и появившаяся в XIX столетии общеизвестная проблема фундаментальной науки – «вопиющее противоречие» между эволюцией природы по ВНТ, направленной к разрушению структур и деградации энергии, и теорией биологической эволюции (дарвиновской, синтетической), согласно которым структуры и функции организмов совершенствуются, развиваются в процессе эволюции. Организмы и их сообщества накапливают свободную энергию и высокоэффективно ее используют. Эту важнейшую проблему эволюции пытаются решить сомнительными средствами – принципом «мини-макса» [12]; «фотонной мельницей» [13].

Еще в XIX столетии выдающиеся ученые-естествоиспытатели Г. Гельмгольц, В.И. Вернадский, Н.А. Умов, К.Э. Циолковский и др. высказывали мнение о возможности решения этой проблемы выявлением еще не открытого в то время закона, сущность которого противоположна сущности ВНТ. Все попытки ученых объяснить преобразования энергии организмами, исходя из ВНТ, не были успешными. Причина этого в том, что ВНТ приложим только к несамоорганизующимся (равновесным) системам. Он непригоден для объяснения процессов преобразования энергии в самоорганизующихся (неравновесных) природных системах. В этих

системах процессы преобразования энергии можно объяснить на основе закона с сущностью противоположной сущности ВНТ. Такой закон обоснован и назван законом выживания.

Краткое обоснование закона выживания.

Общеметодологическая надежность обоснования закона выживания наиболее четко видна исходя из эволюционной (постнеклассической) парадигмы познания. Прогрессивная эволюция самоорганизующейся природы на Земле происходит в условиях ее термодинамической замкнутости по притоку к ней вещества. Эта особенность обуславливает необходимость круговорота вещества в эволюционном процессе. Такой круговорот – периодический переход во времени вещества из самоорганизованного (неравновесного) состояния в равновесное (несамоорганизованное, хаотическое) находится в согласии с принципом симметрии природы и ее законов.

Феноменальные принципы наименьшего действия в форме Мопертюи и Ферма, использованные в качестве исходных положений в теории классической механики и оптике, не случайно были открыты раньше выявления ВНТ. Они были обоснованы на основе анализа природных явлений, которые теперь относят к самоорганизующимся. ВНТ имеет эмпирическое обоснование, имевшее цель обоснования методики корректного определения КПД тепловых машин – устройств, созданных человеком, а не явлений самоорганизующейся природы.

В классической физике – механике и оптике – ВНТ воспринимали как «инородное тело». Важнейшая его общеметодическая роль в естествознании состоит в утилизации вышедших из самоорганизованного состояния систем, высвобождении из их структур веществ для последующего их использования во вновь возникающих самоорганизованных системах. Только при реализации этой важной роли ВНТ возможна прогрессивная эволюция самоорганизующейся природы.

Возникновение из хаоса, функционирование и ограниченные сроки существования индивидуумов каждого вида самоорганизованных систем, определяются иным законом, сущность которого противоположна сущности ВНТ. Этот закон, названный законом выживания (ЗВ), и ВНТ из-за неразрывной их связи, основанной на диаметральной противоположности их сущностей, не являются независимыми (самостоятельными) законами природы. Они в виде зеркальной динамической во времени симметрии неразрывно объединены в общий естественнонаучный принцип, который назван принципом энергетической экстремальности самоорганиза-

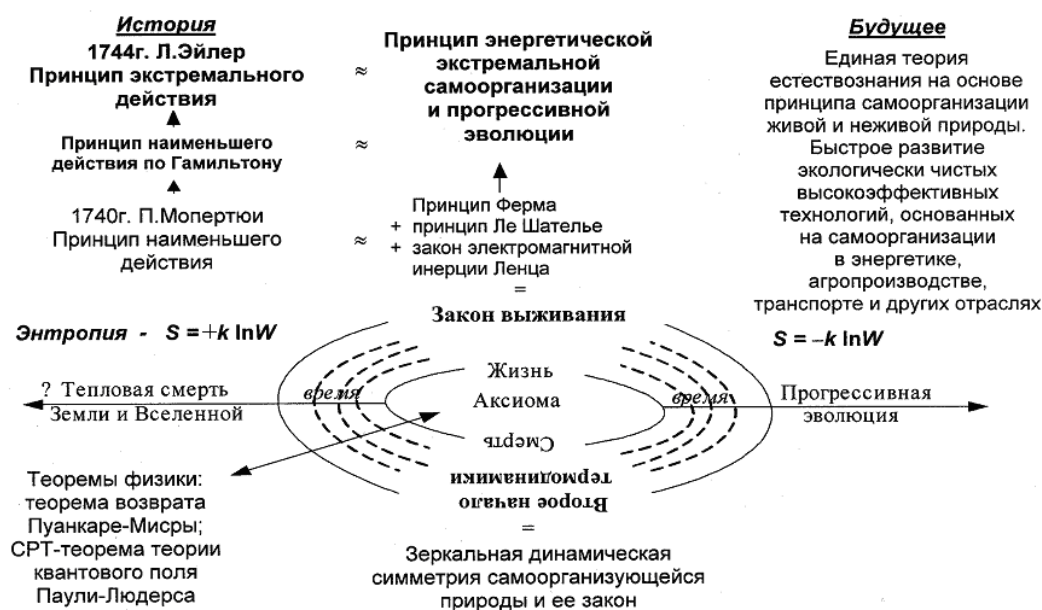


Рис. 1. Логическая схема связи ВНТ, ЗВ, ПЭЭС и ПЭ с их аксиомой, феноменальными физико-химическими принципами и теоремами физики

ции и прогрессивной эволюции (ПЭЭС и ПЭ) [3]. Естественнонаучной аксиомой, отображающей одновременно ЗВ, ВНТ, ПЭЭС и ПЭ представляется известное биологическое явление – рождение организмов, их жизнь на протяжении определенного времени и ее прекращение – смерть, кратко «жизнь-смерть».

Современная наука не содержит фактов, подвергающих сомнению эту аксиому. Исключения составляют религиозные учения, например христианское. Достоверность существования: в изложенном выше понимании. ЗВ, ВНТ, ПЭЭС и ПЭ подтверждает научное решение на их основе столетних научных проблем, обусловленных классической термодинамикой. На основе ЗВ удалось естественнонаучно объяснить известные феноменальные явления, которые эмпирически или математически надежно установлены, но не объяснены на основе положений современной науки. К таким феноменам относятся: биогенетический закон или онтогения, золотая пропорция, солитоны, фрактальные структуры, а также феноменальные физико-химические принципы Ферма, наименьшего действия в форме Мопертюи, Ле Шателье, закон (правило) электромагнитной инерции Ленца [3]. На основе ЗВ, ВНТ, ПЭЭС и ПЭ решена главная проблема биофизики: логически, концептуально объединены современные научные основы физики и биологии. Логическая схема связи ЗВ, ВНТ, ПЭЭС и ПЭ с отображающей их аксиомой, феноменальными физико-химическими принципами и теоремами физики представлена на схеме (рис. 1).

Сущность ЗВ в следующем: каждый элемент самоорганизующейся природы в своем развитии (индивидуальном, эволюционном) самопроизвольно устремлен к состоянию наиболее полного (эффективного) использования доступной свободной энергии системой трофического уровня, в которую он входит. Аналитические выражения ЗВ подобны аналитическим выражениям ВНТ, только знак правой части выражения противоположен выражению для ВНТ. Это, например, относится к аналитическому выражению основной функции ВНТ – энтропии, как это видно из схемы (см. рис. 1).

Из выше приведенного определения ЗВ следует необходимость установления свободной энергии на входе ее в биологические и иные преобразователи энергии с целью оценки ее потенциальной превратимости. С 80-х годов XX столетия энергетики в большинстве стран мира перешли от энтропийного анализа преобразования техногенной энергии к более простому и надежному эксергетическому методу анализа, что благоприятствует совместному эксергетическому анализу, как преобразованию энергии излучения растениями в процессе фотосинтеза, так и преобразования техногенной энергии в антропогенной части агротехнологий.

Эксергетический анализ преобразований энергии оптического излучения в процессе фотосинтеза. Впервые эта важная задача энергетики биосферы, экологии и аграрного производства была корректно сформулирована К.А. Тимирязевым в 1903 году в его Крунианской лекции

на заседании Лондонского Королевского общества. Он сказал следующее [9]: «Я считаю излишним настаивать на том, как важно знать ... ту долю солнечной энергии ..., которую растение может использовать». Методика корректного определения свободной энергии на входе в растение была разработана в ВИЭСХ в период с 1958 г. [14] по 1975 г, доложена на международной конференции по преобразованию энергии растительными системами и опубликована в научном журнале Гумбольдтовского университета естественно-математического направления [15]. Международный приоритет постановки и решения этой задачи принадлежит России.

К.А. Тимирязев впервые указал на непригодность световых величин при изучении действия оптического излучения на растения. Эти величины учитывают спектральную чувствительность глаза человека, которая максимальна в зеленой части спектра (555 нм). Он одним из первых начал изучать спектральную эффективность фотосинтеза и выяснил, что она имеет максимумы в синей (400-450 нм) и красной (660-680 нм) областях спектра. Листья хлорофиллсодержащих растений максимально отражают и пропускают в зеленой области спектра.

До 80-х годов XX столетия в техногенной энергетике применяли энтропийный анализ преобразований энергии, который принципиально непригоден для анализа преобразований энергии организмами. Вопросы оценки действия излучения на растения рассматривали в светотехнике, биофотометрии и изданиях по физиологии растений. Основываясь на вышеприведенных данных К.А. Тимирязева, член-корр. АН СССР А.А. Ничипорович предложил при изучении действия излучения на растения измерять так называемую фотосинтетически активную радиацию (ФАР) [16]. Под ФАР понимается суммарная энергия излучения в диапазоне длин волн 380-720 нм. Эту величину измеряли приборами с постоянной спектральной чувствительностью в этом диапазоне длин волн. Она составляла в солнечном излучении примерно 50% энергии всего оптического диапазона.

Фотосинтез является наиболее важным и энергоемким процессом с четко выраженной спектральной избирательностью в области ФАР, поэтому этот метод не улучшает оценку общей эффективности излучения по процессу фотосинтеза для излучения сложного спектрального состава, например солнечного излучения. Принимая во внимание главную роль процесса фотосинтеза растений в энергообеспечении экосистем, аграрного производства и биосферы в це-

лом прежде всего необходимо надежно количественно оценить солнечное излучение по его эффективности в отношении фотосинтеза. Основной задачей такой оценки является установление спектральной эффективности фотосинтеза – спектра действия фотосинтеза.

В 60-70-е годы XX века в литературе отсутствовали надежные данные по спектральной эффективности фотосинтеза растений. В этот период возникла необходимость создания энергоэкономных электрических ламп для обеспечения фотосинтеза растений при выращивании их в искусственных условиях в селекционных центрах. Для обоснования технических заданий и надежного контроля излучательных характеристик опытных образцов этих ламп был установлен расчетный предварительный спектр действия фотосинтеза. Его рассчитывали по спектрам поглощения фотосинтетических пигментов и их усредненной концентрации в листе растений. На основе этого спектра действия фотосинтеза был введен в действие отраслевой стандарт Минэлектротехпрома СССР [17].

В период разработки [17] (1970-1972 гг.) была проведена дискуссия по целесообразности применения названных методов оценки излучения при изучении его действия на растения. В заключительной статье «От редакции» [18] отмечено: «... До получения достаточно достоверных данных о спектрах физиологических процессов прежде всего фотосинтеза, следует применять селективно чувствительные приборы. При этом как минимум должно быть измерено фотосинтетически активное излучение (380-710 нм) как физиологически наиболее активное...». Далее отмечалось: «... Представляется целесообразным поддержать инициативу И.И. Свенцицкого принять в качестве временного решения расчетный спектр фотосинтетического действия излучения с тем, чтобы в дальнейшем, когда будут получены достоверные экспериментальные данные, ввести соответствующие поправки. В первую очередь такая система величин и единиц необходима для оценки искусственных источников в растениеводстве ...».

С появлением в 70-х годах XX века в литературе надежных экспериментальных данных по спектральной эффективности фотосинтеза были отобраны 66 опытных данных по разным видам растений разных авторов и проведена статистическая их обработка [19, 20]. Среднестатистические значения опытных данных по спектральной эффективности фотосинтеза разных видов растений с допустимой погрешностью совпали с расчетными значениями. Эти

опытные данные использованы при разработке стандарта Минсельхоза СССР [20]. Отраслевые стандарты [17, 20] разработаны в соответствии с общими положениями прикладной биофотометрии, которая наиболее полно изложена в монографии проф. М.В. Соколова [19]. Повторная дискуссия по оценке действия оптического излучения на растения проведена в журнале «Светотехника» в период 1979-1981 гг. В заключительной статье по ней было одобрено развитие системы величин и единиц для оценки излучения по его фотосинтетическому действию на растения.

Свободная в отношении фотосинтеза растений энергия излучения – эксергия солнечного излучения для растениеводства (e_c) определяется методом графического интегрирования по выражению:

$$e_c = 0,95 \int_{t_1}^{t_2} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2=750} \varphi(\lambda)_c K(\lambda)_\phi dt d\lambda, \quad (3)$$

где 0,95 – максимальная спектральная эффективность фотосинтеза излучения с длиной волны 680 нм; t_1, t_2 – время начала и конца поступления излучения; λ_1, λ_2 – длины волн излучения; $K(\lambda)_\phi$ – относительная спектральная эффективность фотосинтеза (спектр действия фотосинтеза).

По выражению (3) можно определить эксергию излучения для растениеводства не только солнечного излучения, но и излучения искусственных источников, заменив величину $\varphi(\lambda)_c$ на $\varphi(\lambda)$ искусственного источника. Для суммарного солнечного излучения (прямое + рассеянное) поверхности Земли e_c составляет 20% от суммарной энергии оптического диапазона, измеряемого в сети метеостанций.

Экологические ресурсы, как и первичные источники энергии, созданы прогрессивной эволюцией. Аграрное производство – один из основных потребителей этих ресурсов. Более трети лучших земель планеты относятся к землям сельскохозяйственного назначения. Резервы расширения этой категории земель исчерпаны. Все возрастающая потребность в продовольствии может удовлетворяться путем интенсификации использования существующих площадей земель сельскохозяйственного назначения. Интенсификация аграрного производства сопровождается быстрым ростом энергоемкости сельскохозяйственной продукции. Главный резерв снижения энергоемкости аграрной продукции – повышение КПД использования природной энергии организмами: растениями – солнечной энергии, животными – химической энергии кор-

мов. Возможность повышения этого показателя в большой мере определяется экологическими условиями земельных угодий.

Это свидетельствует о важности работ по совершенствованию методик хозяйственно-экономической оценки земельных угодий. К сожалению, существующие методы оценки сельскохозяйственных земель по своей точности не соответствуют современному уровню интенсивности их использования. Традиционно для оценки сельхозугодий используют два показателя: климатический (биоклиматический) потенциал и почвенное плодородие. Оба этих показателя выражают в относительных единицах без четких определений эталонов относительности. Под климатическим потенциалом понимают сумму среднесуточных температур за период вегетации и косвенным учетом увлажнения почвы. Для определения плодородия почвы выделяют 7-8 свойств почвы, наиболее сильно влияющих на формирование урожая, определяют их баллы в пределах от 0 до 100, среднее арифметическое суммы их принимают за бонитет почвенного плодородия.

Этими показателями не учитывается главный фактор формирования урожая – приток энергии солнечного излучения – и динамика изменения иных экологических факторов, которыми в большей мере определяется плодородие земельного угодья. Точность оценки плодородия не только почвенного, но земельного угодья в целом, учитывающего динамику климатических факторов и свойства растений, можно принципиально повысить, используя результаты эксергетической оценки потенциальной превратимости солнечной энергии растениями в процессе фотосинтеза. Величина эксергии излучения для растениеводства является началом исчисления (точкой отсчета) в определении как плодородия земельных угодий, так и потенциальной продуктивности растений в заданных экологических условиях. Это величина по своему статусу в агроэкологии тождественна скорости света в физике.

Основные положения эксергетической теоретизации аграрно-экологических знаний.

В традиционных эмпирических аграрно-экологических знаниях отсутствует величина, являющаяся точкой отсчета (началом исчисления) главной функции аграрных и экологических систем – их продуктивности. Как видно из предыдущего, в эксергетической теории аграрно-экологических знаний, такой величиной является эксергия оптического солнечного излучения для растениеводства.

В теоретических отраслях знаний (математике, физике) используемые в них величины имеют четкие количественные определения и, как правило, взаимную согласованность по соответствующей их сущности и размерности. Традиционные аграрно-экологические величины не имеют однозначных количественных выражений, они взаимно не согласованы и выражены в относительных единицах. К таким величинам относятся: климатический (биоклиматический) потенциал, мелиоративные потенциалы (возможности), потенциальная (максимальная) продуктивность растений в определенных экологических условиях.

Используя в качестве исходной величины эксергию излучения для растениеводства была разработана общая методика количественного взаимно согласованного определения названных величин и выражения их в одинаковых эксергетических величинах. В качестве исходной модели такой методики принят принцип подчинения синергетики по Хакену [21].

В соответствии с принципом подчинения синергетики для упрощения анализа сложных систем со многими переменными в них выбирают одну переменную, которая наиболее быстро изменяется и сильно влияет на функционирование системы. Эту переменную принимают за «переменную порядка» и только ее учитывают в дальнейшем анализе в качестве переменной. Все иные переменные системы в дальнейшем анализе учитывают в качестве параметров управления.

В экологических и аграрно-экологических системах в качестве переменной порядка принята эксергия солнечного излучения для растениеводства (e_c). Все иные переменные, характеризующие экологические и другие факторы, в анализе учитывают посредством коэффициентов оптимальности (K_ϕ), имеющих значения от нуля до единицы. В каждый данный момент эффективность использования растениями e_c , ограничивает тот из факторов, относительное значение которого в данный промежуток времени минимально ($K_{\phi \min}$). Для вычисления $K_{\phi \min}$ устанавливают его значение для всех учитываемых параметров K_ϕ , и сравнением между собой устанавливают тот, который имеет относительное минимальное значение. Значения K_ϕ определяют по выражению:

$$K_\phi = \frac{C_\phi}{C_o}, \quad (4)$$

где C_ϕ – скорость фотосинтеза или формирования продуктивности при действующем значении фактора; C_o – тоже самое, но при оптимальном значении фактора для определенного вида (сорта, гибрида) растений.

Для каждого используемого вида (сорта, гибрида) в климатических камерах с регулируемыи и контролируемыи экологическими факторами определяют зависимость скорости их фотосинтеза или продуктивности во всем возможном диапазоне этого фактора, пригодном для жизнедеятельности растений. Подобные характеристики называют эколого-физиологическими характеристиками растений.

Рассмотрим далее количественные аналитические и словесные однозначные взаимно согласованные определения агроэкологических величин, выраженных в одинаковых единицах эксергии излучения для растениеводства. Эти величины в отличие от традиционных агроэкологических величин учитывают следующие принципиальные особенности:

1) потенциальную превратимость в химическую энергию органических веществ продуктивности (урожая) основного экологического фактора – энергии солнечного излучения, приходящую на поверхность земли;

2) динамику влияния на продуктивность растений изменяющихся экологических (климатических, почвенных) факторов;

3) генетический потенциал видов (сортов, гибридов) растений по эффективности использования ими энергии солнечного излучения – главного экологического фактора земельного угодья.

Создавая систему этих величин, стремились использовать их традиционные названия. В качестве исходной принята эксергия излучения для растениеводства, которая является теоретическим максимальным пределом как плодородия земельного угодья, так и максимальной (потенциальной) продуктивности растений в заданных экологических условиях.

Климатический (агроклиматический) потенциал земельного угодья. Это та часть энергии солнечного излучения – эксергия излучения для растениеводства, которая при оптимальных почвенных и существующих климатических условиях потенциально может быть использована данным видом (сортом, гибридом) на фотосинтез и формирование продуктивности (Π_{κ_i}). Аналитически эту величину за вегетационный период можно рассчитать по выражению:

$$\Pi_{\kappa_i} = \sum_{n=1}^n \Delta e_c \cdot K_{\phi \min_i} \cdot \Delta t, \quad (5)$$

где Π_{κ_i} – климатический потенциал земельного угодья для данного вида (сорта, гибрида) растений; e_c – мощность притока эксергии излучения за промежуток времени Δt , в течение которого

$K_{\phi \min}$ был минимальным в отношении того же растения (вида, сорта, гибрида).

По выражению (5) можно определить и значение эксергии плодородия земельного угодья, если к числу учитываемых климатических свойств добавить свойства почвы земельного угодья посредством коэффициентов оптимальности. При наличии балльной оценки почв и отдельных ее свойств их легко перевести из относительных в абсолютные единицы, поделив баллы на 100.

Словесное определение плодородия земельного угодья в эксергетических единицах. Плодородие земельного угодья – это та часть эксергии солнечного излучения, поступившая за вегетационный период на поверхность земли, которая при существующих климатических и почвенных условиях потенциально может быть использована данным видом (сортом, гибридом) на фотосинтез и формирование продуктивности.

В земледелии и растениеводстве большое значение имеют мелиоративные возможности (потенциалы) земельных угодий. Под мелиоративным потенциалом по свойствам почв или климатическим факторам понимают то количество эксергии солнечного излучения, на которое увеличивается плодородие почвы для данного вида (сорта, гибрида), если мелиорируемый фактор улучшить до значения, при котором плодородие земельного угодья будет ограничивать иной фактор (климатический, свойства почвы), находящийся во втором относительном минимуме после мелиорируемого.

Аналитически мелиоративный потенциал по любому фактору (климатическому, свойству почвы) (Π_m) можно рассчитать по выражению:

$$\Pi_{mij} = \sum_{n=1}^n \Delta e_c \cdot \Delta t (K_{\text{оп min } 2} - K_{\phi m}), \quad (6)$$

где Π_{mij} – мелиоративный потенциал для i -го вида (сорта, гибрида) растений по j -му фактору.

Практика расчетов водных мелиораций как отечественных, так и зарубежных авторов традиционными методами показывает, что расчетные значения повышения плодородия этой мелиорации, как правило, бывают существенно завышены из-за несовершенства методов расчета. Преимущества метода расчета мелиоративных потенциалов по выражению (6) в том, что в самом выражении предусмотрено ограничение уровня мелиорации на основе учета ограничивающих факторов посредством учета значений их коэффициентов оптимальности. Этот метод

позволяет определить время, в течение которого необходимо улучшить мелиорируемый фактор.

Возможности компьютерных технологий и агротехнологии. В 50-х годах XX столетия с появлением компьютеров начаты исследования «программирования урожая» [22]. На основе анализа результатов многолетних исследований авторы [22] пришли к выводу, что программирование урожая – это не только применение математики и компьютерной техники, но и использование новейших достижений результатов фундаментальных исследований.

Исследования по программированию урожая продолжались до 90-х гг. XX столетия как в нашей стране, так и за рубежом. Однако, как видно из монографии, посвященной применению компьютерной техники в сельском хозяйстве [23], не было создано ни одной компьютерной программы для целого цикла технологий получения урожая. Созданы лишь программы отдельных составляющих полных агротехнологий: орошения, борьбы с вредителями и др.

Выявлено, что принципиальными трудностями создания полных компьютерных программ получения урожая являются: отсутствие надежных моделей зависимости продуктивности (урожая) растений от экологических и иных факторов; непригодность традиционных агро-экологических величин для использования их в компьютерных программах [3].

Рассмотренная выше синергетическая модель зависимости продуктивности растений с использованием эксергетического метода и количественные взаимосогласованные определения агроэкологических величин позволили создать полные компьютерные технологии для получения урожая. Аналитические выражения аграрно-экологических величин, выраженных в единицах эксергии излучения для растениеводства, использованы для разработки основных алгоритмов программы. Главное назначение программы – выбор оптимального сочетания элементов из трех агротехнологических множеств: альтернативных видов (сортов, гибридов) растений с разными генетическими потенциалами, пригодных для получения требуемой продукции; множества земельных угодий с разными климатическими и почвенными условиями; зональные сортовые агротехнологии с разными средствами их осуществления. Базовая схема полной компьютерной программы получения урожая представлена на рис. 2.

Компьютерная программа позволяет оптимизировать по трем показателям. Показатель

эксергетический по затратам техногенной энергии ($n_{эм}$) определяется зависимостью

$$n_{эм} = e_n / e_m, \quad (7)$$

где e_n – эксергия, содержащаяся в единице продукции растениеводства; e_m – суммарные затраты техногенной эксергии на получение этой продукции.

Значение коэффициента полезного действия эксергетического по использованию природной эксергии (эксергии плодородия земли) выражается зависимостью

$$\eta_{эм} = e_{пл} / e_{пл}, \quad (8)$$

где $e_{пл}$ – природная эксергия (эксергия плодородия земли).

Технико-экономический эксергетический показатель оптимизации производства продук-

ции растениеводства $n_{эмэ}$ определяется выражением

$$n_{эмэ} = z_n / e_n, \quad (9)$$

где z_n – приведенные экономические затраты на единицу продукции растениеводства (удельные приведенные затраты), соответствующие эксергии, накопленной в этой единице продукции.

Эксергия, содержащаяся в продукции растениеводства (в урожае), определяется произведением величины урожая U на K , – удельную эксергию, содержащуюся в единице урожая, которая для упрощения с определенным приближением может быть приравнена к энергосодержанию, приводимому в справочниках,

$$e_n = VK_{э}. \quad (10)$$

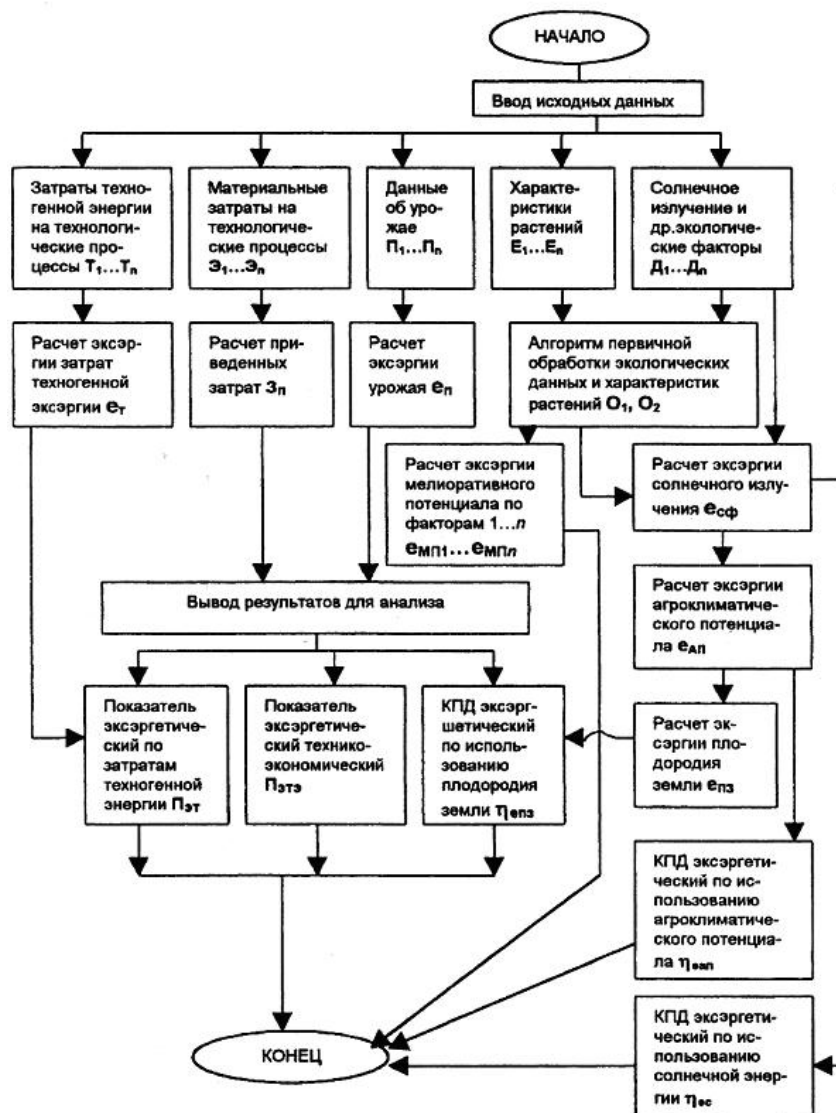


Рис. 2. Базовая схема компьютерной программы энергосберегающей оптимизации блока растениеводства

Суммарная эксергия техногенных затрат энергии e_m состоит из эксергии эксплуатационных затрат $e_{эм}$ (на обработку почвы, посев, внесение удобрений, уход за растениями, удобрения, средства защиты растений, получение материалов и сырья, семена, уборку урожая, его первичную обработку, транспортирование) и вложенных (инвестиционных) затрат техногенной эксергии (в производство машин, оборудования, в строительство капитальных сооружений) e_u :

$$e_m = e_{эм} + e_u. \quad (11)$$

Эксплуатационные затраты техногенной эксергии в свою очередь слагаются из прямых e_{nm} и косвенных (на производство используемых в растениеводстве материалов, сырья, удобрений, средств защиты растений, семена, селекцию и т. д.) $e_{км}$. Удельные эксплуатационные затраты техногенной эксергии определяют по зависимости:

$$e_{nm} = (1/M) \sum_{i=1}^n (e_{np} + e_k)_i, \quad (12)$$

где e_{np} – прямые затраты эксергии на работу машин и другого оборудования, используемого в растениеводстве; e_k – косвенные затраты эксергии при производстве продукции растениеводства; M – масса произведенной продукции; n – количество последовательных процессов или операций в используемой агротехнологии.

Инвестиционные затраты эксергии e_u можно определить по формуле:

$$e_u = (1/M) \sum_{i=1}^n (e_{ui} n_{ei} / T) K_{ui}, \quad (13)$$

где e_{ui} – затраты эксергии на создание машин и оборудования, используемых по каждому процессу агротехнологий; n_{ei} – число установленных машин, установок, сооружений, обеспечивающих нормальное осуществление агротехнологий; T – нормативный срок службы машин, сооружений, оборудования (в годах); K_{ui} – коэффициент участия оборудования (машин, сооружений) в данном агротехнологическом процессе, рассчитываемый по фактическому времени работы.

В расчетах по определению затрачиваемого количества эксергии необходимо принимать во внимание не паспортные значения КПД машин и установок, а среднегодовые эксплуатационные, учитывающие затраты эксергии во всех звеньях энергопреобразующего оборудования с учетом режимов его работы в течение года.

Литература

1. *Степин В.С.* Философия науки. Общие проблемы: учеб. для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук. М.: Гардарики, 2006. - 384 с.

2. *Пуанкаре А.* О науке. М.: Наука, 1990.
3. *Свентицкий И.И.* Энергосбережения в АПК и энергетическая экстремальность самоорганизации. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2007. – 468 с.
4. *Свентицкий И.И., Баишилов А.М., Королев В.А., Мудрик В.А.* Роль прогрессивной эволюции в развитии и устойчивости биосферы // *Материалы Всерос. науч. конф., посвященной 80-летию профессора А.Н. Тюрюканова «Биосфера – почвы – человечество: устойчивость и развитие».* М.: Фонд «Инфосфера»; НИИ Природа, 2011. С. 354-363.
5. *Деву Э.* Круговорот минеральных веществ. В кн.: *Биосфера.* М.: Мир, 1972. С. 120-138.
6. *Делвич К.* Круговорот азота // В кн.: *Биосфера.* М.: Мир, 1972. С. 105-119.
7. *Дейсенс Л.* Путь световой энергии в фотосинтезе // *Структура и функция фотосинтетического аппарата.* М.: ИЛ, 1962. С. 19 – 36.
8. *Spanneer D.D.* The Green Leaf as a heat Engine // *Nature*, 1963. V. 198. N 4884. P. 934 – 936.
9. *Тимирязев К.А.* Избранные сочинения в четырех томах. М.: ОГИЗ–СЕЛЬХОЗГИЗ, 1949. Т. 1.
10. *Велихов Е., Прохоров А., Сагдеев Р.* Чудо не состоялось // *Правда.* 22 июня 1987 г.
11. *Белозеров И.М.* Природа глазами физика // *Альтернативная энергетика и экология.* 2008. № 12. С. 8-54.
12. *Хайтун С.Д.* Механика и необратимость. М.: Янус, 1996.
13. *Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р.* Физика процессов эволюции – синергетический подход. М.: УРСС, 2001.
14. А.С. № 124669. Способ оценки действия оптического излучения на растения / *Свентицкий И.И.* // *БИ.* 1959. № 23.
15. *Свентицкий И.И.* Определение свободной энергии на входе в растения // *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt Universitet zu Berlin. Math.–Nat. R.* 1984. V. XXXIII. N 4. S. 330-331.
16. *Ничипорович А.А.* Об измерении оптического излучения в физиологии и экологии растений, агрометеорологии и растениеводстве // *Физиология растений.* 1960. Т. 7. С. 744-747.
17. ОСТ 60.689.027–74 Минэлектротехпром СССР. Фотосинтетически эффективные источники излучения. М., 1974.
18. От редакции // *Светотехника.* 1972. № 4. С. 25.
19. *Соколов М.В.* Прикладная биофотометрия. М.: Наука, 1982.
20. ОСТ 46.140–83 Минсельхоз СССР. Излучение оптическое. Оценка фотосинтезной эффективности. Термины и определения. М.: МСХ СССР, 1983.
21. *Хакен Г.* Синергетика. М.: Мир, 1980.
22. Программирование урожая: Тр. Волгоградского СХИ / Под ред. А.А. Климова. Волгоград: Волгоградский СХИ, 1971. Т. XXXVI.
23. Создание и использование компьютерных информационных систем в сельском хозяйстве / Под ред. В.В. Альта. – Новосибирск: Россельхозакадемия, 2005.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СОХРАНЯЮЩИЕ ПРИРОДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Канд. геогр. наук М.А. Кравчук*
(Фонд «Технологии Телос», г. Москва)

Глобальное вмешательство человека в живую структуру планеты посредством химизации сельского хозяйства и выбросов в атмосферу продуктов горения углеводородного топлива привело к нарушению естественных взаимосвязей на всех уровнях жизни планеты: от микроорганизмов до климата.

Сегодня от качества сельскохозяйственных продуктов и технологий по их производству зависит дальнейшее существование человека как биологического вида.

Используя оборудование «ТЕЛОС» (генераторы сверхслабых импульсных электромагнитных полей), обрабатывали семена растений перед посевом или сельскохозяйственную ядохимию, а также воду для полива растений. Выявлена биологическая активность «структурированной воды» по отношению к различным сельскохозяйственным культурам и растениям: повышение всхожести, активный рост при отсутствии удобрений.

Эксперименты показали дополнительную возможность выводить обработанной питьевой водой из организмов подопытных животных радиоактивный цезий-137.

С 2007 г. Фонд «Технологии ТЕЛОС» совместно с ГНУ ВИЭСХ проводит исследования в области «структурированной воды» и многокомпонентных топлив для использования в АПК.

Ключевые слова: *метод электромагнитного катализа; метод катализа под воздействием сверхслабых электромагнитных полей; структурированная вода; Технология «ТЕЛОС».*

Всем, кто имеет дело с экологией и медициной, хорошо известен факт, что причиной 80% заболеваний является качество питьевой воды. С другой стороны, до 70 % загрязнения воды на суше связано с деятельностью человека в сельском хозяйстве. В основном это интенсивное использование химических удобрений, пестицидов и геросцидов. Сельскохозяйственная химия, стекая с дождями или вследствие полива земельных угодий в реки и озера, попадает к нам или непосредственно на стол с продуктами питания, или через воду, которую мы

Global human intervention in the living structure of the planet through agricultural chemicals and emissions of combustion products of hydrocarbon fuel led to the destruction of natural relationships at all levels of the life of the planet: from microorganisms to climate.

Today the quality of agricultural products and technologies for their production depends on the further existence of the human species.

Using equipment «TELOS» (generators of superweak pulsed electromagnetic fields), cultivated plant seeds before sowing or agricultural fertilizers, and water for watering the plants. Identified biological activity «structured water» in relation to different crops and plants: increase of germination, growth in the absence of fertilizers).

Experiments have shown an additional opportunity to withdraw treated drinking water from the PR-organisms experimental animals radioactive cesium-137.

Since 2007 Fund «Technology TELOS» together with the VIESH conducts research in the field of «structured water» and multicomponent fuels for use in agriculture.

Keywords: *method of electromagnetic catalysis; method of catalysis under the influence of superweak electromagnetic fields; structured water; Technology TELOS ».*

пьем и используем для хозяйственных целей. Даже в странах, где применение сельскохозяйственной химии ограничено и идет переход на дорогостоящие бактериальные формы защиты, артезианские воды в районах интенсивного земледелия уже в пищу употреблять нельзя. За последние двести лет аграрной революции эти земли получили столько химии, что их очистка существующими технологиями не представляется возможным. Как итог, из года в год мы наблюдаем рост числа и возрастное омоложение различных (в том числе и злокачественных) заболеваний у населения в экономически развитых и самодостаточных, с точки зрения производства продуктов питания, стран. Появляются новые заболевания у домашних животных. Современные сельскохозяйственные технологии

* Михаил Александрович Кравчук – экономист-международник, действительный член Всемирной академии наук комплексной безопасности, Вице-президент Фонда «Технологии ТЕЛОС».

(интенсивные технологии) поставили человечество на грань экологической и продовольственной катастрофы: плодородный слой Земли превращается в мертвую почву – набор химических элементов, неорганических веществ, вносимых в нее для повышения урожайности.

На сегодня в мировом земледелии сложилась следующая ситуация. Для повышения урожайности (в количественных оценках) необходимо вносить минеральные удобрения. Как ответная реакция, для облегчения перевода неорганики в питательные органические вещества Земля начинает продуцировать сорняки. Для их подавления начинают интенсивно применять химические средства «защиты растений». При этом вследствие искусственного вмешательства в биоценоз резко снижаются иммунные функции растений, и у них появляются болезни. Для подавления болезней растений опять вносятся ядохимикаты. В результате в землю и растения попадает значительное количество химии, и, естественно, конечный продукт с каждой репродукции становится все более далек от своего первоначального природного прототипа.

Налицо замкнутый круг: для получения большего количества сельскохозяйственной продукции следует опережающими темпами вносить в землю продукты сельскохозяйственной химии, которые уменьшают плодородие почвы. Качественные показатели исходных продуктов питания всерьез не принимаются. Процесс идет по нарастающей, и уже сегодня в ряде сельскохозяйственных районов таких аграрно-развитых стран, как, например, Голландия и США, мы имеем, по существу, мертвую почву. В результате пищевая база человека и питьевая вода (плюс гормональный смог) становятся для него не только источником огромного количества заболеваний и преждевременной смерти, но и изменений, происходящих на генетическом уровне, в частности падение способности к деторождению. К 2000 году Химической Службой Международного регистрационного Центра в штате Колумбия (США) зарегистрировано более чем 13 млн. различных искусственных веществ, находящихся в мировом хозяйственном обращении. Из этого списка по крайней мере 10000 индустриальных субстанций формируют химическую нагрузку, от которой мы не можем защититься, поскольку 90 % наименований списка мы поглощаем ежедневно с продуктами питания.

К 1800 году в распоряжении человека было примерно 7,4 миллиарда гектаров сель-

скохозяйственных угодий, представленных разнообразными почвами. Только за XX век из-за размывания и выветривания выведено из строя более 2 млрд. га земель, пригодных для обработки. Сегодня размер пашни составляет 1,4 млрд. га, и нет тенденции к увеличению полезной площади. Так называемая «зеленая революция», основанная на резком увеличении энерговооруженности сельского хозяйства, широком применении удобрений и пестицидов, проведении ирригационных работ и выведении новых сортов растений с генетическими изменениями, дала в некоторых случаях увеличение урожайности до 100 раз. Но все революции по интенсивному производству продовольствия заканчиваются одинаково: игнорирование воздействия новых химических и генетических агротехнологий на экосистему уже через 30-40 лет обернулось усиленной эрозией почвы, загрязнением поверхностных и грунтовых вод, нарушением устойчивости экосистемы, серьезными заболеваниями населения, что, в конечном итоге, начало приводить к социальным конфликтам. К примеру, среднемировое производство зерновых с 1950 по 2001 гг. уменьшилось в два раза, и эта тенденция сохраняется.

Попытка спасти положение – использование геной инженерии. Отрицательный результат тот же, но с более серьезными последствиями для жизни и здоровья человека. Например, мы не знаем, как отразится на нас употребление трансгенных томатов (томаты с геном рыбы), хотя с практической точки зрения выращивание этого продукта выгодно, так как он не боится заморозков. Природа сотни миллионов лет методом проб и ошибок создавала генетический организм человека, накладывая ограничения на межвидовое скрещивание. Сегодня человек является вершиной эволюции. Поэтому любое вмешательство инженерии в его генетическую систему – это вмешательство с переносом в прошлое на 5, 10 и т.д. миллионов лет назад, когда наши гены только формировались. Зачем опять повторять ошибки природы, и где взять время для проверки всей совокупности получаемых генетиками результатов? Не лучше ли перейти к проектам, созданным на основе фенотипических, заранее планируемых, отобранных лучших изменениях?

Таким образом, глобальное вмешательство человека технократической цивилизации в живую структуру планеты и, прежде всего, посредством химизации сельского хозяйства и выбросов в атмосферу продуктов горения углеводо-

родного топлива, привело к нарушению естественных взаимосвязей на всех уровнях жизни планеты: от микроорганизмов до климата. При этом постоянно, год за годом нам навязывают мнение о том, что у современной технократической цивилизации нет альтернативы, и существующее положение – неизбежная плата за комфортное проживание. Некоторые представители промышленной элиты, ответственные за выпуск сельскохозяйственной химии, подчеркивая свою социальную значимость, заявляют: "Мы даем работу сотням тысяч людей!". При этом упускается тот факт, что при используемых технологиях и той продукции, которую они выпускают, детям и внукам этих людей шансов выжить нет. Тогда кому нужны такие производства и их продукция, если речь идет о будущей жизни человечества?

Мы считаем, что истинная причина существующего положения с экологией планеты, некачественными продуктами питания и болезнями кроется в сложившемся на сегодня мировоззрении. Прежде всего, сюда относятся такие приоритеты технократической цивилизации, как культ прибыли и приоритет материального над духовным и нравственными началами. Помимо этого в существующем обществе отсутствует единая глобальная система мониторинга и контроля за использованием всех природных ресурсов, к которым относится и земля. Приоритеты современной технократической цивилизации не позволяют оценить того, что плодоносящий и жизненный слой Земли и его гидросфера являются активными, самоорганизующимися и самодостаточными единичными организмами (а не механизмами), являющимися основой сложнейших взаимосвязей в биоценозе планеты. Кроме этого, в своей практической деятельности современное общество недостаточно четко осознает, что абсолютно всё на Земле (животные, растения, атмосфера, литосфера и т.д.) находится не только в самой тесной взаимосвязи друг с другом, но и имеет одинаковое право на существование, высшее право, учрежденное самой природой. Представление человека о его исключительных правах над природой и безуспешные попытки последних десятилетий занять трон царя природы говорят о том, что человек еще не нашел своего истинного места и занимается этим поиском и учится, к сожалению, на своих ошибках. Человечество в своем поступательном движении вперед уже пересекло опасную границу и находится в центре экологического кризиса. К сожалению, это уже не завтрашней день, как утверждают некоторые поли-

тики, закрывая глаза на проблемы, которые они не могут решить. Далее, за экологическим кризисом, если немедленных мер не будет принято, последует глобальная гуманитарная катастрофа.

Сегодня для всего мира настал момент, когда от качества сельскохозяйственных продуктов и технологий по их производству зависит дальнейшее существование человека, как биологического вида. К сожалению, может настать такой момент, когда, прозревая окончательно, человечество перестанет существовать только из-за того, что времени для принятия каких-либо конструктивных решений уже не будет. Только немедленный переход на принципиально иные, не только щадящие, но и восстанавливающие гармонию биоценоза технологии может воздать природе то, что на протяжении последних сотен лет без стеснения у нее отнималось.

В этой связи считаем нужным подчеркнуть, что с самого начала главной целью работы наших коллективов была разработка таких сельскохозяйственных технологий, которые позволили бы без потери урожайности поднять качество конечной продукции. При этом приоритет отдавался тем технологиям, которые имели значительную природоохранную и экологическую составляющую.

Научному сообществу давно известен факт, что растения обладают способностью проводить на уровне клетки такие реакции, которые трудно или даже невозможно провести в условиях лабораторных: к примеру, фотосинтез. Существует также мнение, что при особых условиях в клетках растений могут протекать и процессы трансмутации, то есть превращения одного вещества в другое. Данное явление получило в ядерной физике название «холодный синтез». Более того, некоторые исследователи высказывают гипотезу, что клетка растения или любого другого биологического объекта может питаться энергией холодного синтеза. В этом случае растения и животные могут самостоятельно вырабатывать необходимые им для жизни химические элементы.

Вот только несколько хорошо известных фактов. Например, в своей непродолжительной жизни организм курицы отдает кальция намного больше, чем потребляет. Первым обнаружил это французский химик Н.Л. Вокелен двести лет назад. Уже в наше время в 1959 г. другой французский исследователь, Луи Кервран, продолжил его опыты. Подопытных кур кормили овсом, тщательно замеряя, сколько они при этом получают кальция, а потом смотрели, сколько

оказалось его в скорлупе яиц. Кальция в скорлупе оказалось в четыре раза больше. Другой английский исследователь Уильям Праут измерил, сколько было кальция в содержимом яйца, а потом – сколько оказалось его в вылупившемся цыпленке. И снова кальция было вчетверо больше, притом, что и из скорлупы он тоже не поступал! До сих пор эти опыты никем и никогда опровергнуты не были. Но и объяснения никакого не получили: просто были не замечены и забыты. В 1993 г. на Международной конференции по холодному ядерному синтезу японский ученый Хизатоки Комаки подтвердил достоверность ранее приведенных экспериментов Л. Керврана и выводов из них, причем свои выводы он распространил и на растения.

В 1873 г. ганноверский барон Аль Брехт фон Герцееле написал книгу "Происхождение неорганических веществ", в которой показал, как растения могут превращать фосфор в серу и магний в кальций. В частности, барон выращивал кресс-салат в дистиллированной воде. В самом начале опыта замеряли, сколько каждое его семечко содержит серы. Когда потом из этого семечка развивались листья и корешки, серы в них оказывалось вдвое больше. Взяться ей было неоткуда, кроме как из воды. Чтобы опыт был совершенно чистым, ростки с первой же минуты находились под толстым стеклянным колпаком. Барон Аль Брехт фон Герцееле провел множество экспериментов, выращивая в дистиллированной воде семена различных культур. И всякий раз в побегах он с удивлением обнаруживал заметно возросшее количество разных элементов, взяться которым тоже вроде бы было неоткуда: серы, фосфора, кальция, марганца.

Еще пример. Было подсчитано, например, сколько в среднем приходится марганца на 1 гектар, сколько уходит с каждым урожаем. По логике вещей, возделываемые поля давно должны были бы лишиться этого элемента. И тем более те земли, где урожай снимают ежегодно в течение столетий. Но этого не происходит. Почва сохраняет все свои элементы, и марганца, в частности, в ней не становится меньше.

Английские исследователи (Аграрный институт, Ротамстед) из года в год выращивали на опытном поле клевер. Каждый год поле выкашивали два-три раза, не внося при этом ни грамма удобрения. Опыт продолжался семнадцать лет. За это время вместе с зеленой массой с поля было удалено безвозвратно: марганца – 1,2 т, калия – 2,1 т, азота – 2,6 т, извести – 2,6 т, фосфорной кислоты – 1,2 т. Казалось бы, из

почвы было выбрано элементов больше, чем она вообще могла бы содержать. Если только за эти семнадцать лет с участка было удалено десять тонн основных элементов, то сколько же за сто, двести, триста лет? За все время, когда из поколения в поколение возделывалось это поле? Сотни, тысячи тонн? Тогда на этом месте вообще давно должна была бы образоваться яма. Даже навоз, который вносят крестьяне, мог восполнять эти потери только частично. Но земля не оскудевает. Этого не случается только потому, что растения сами воспроизводят необходимые элементы. Вернее, преобразуют недоступные им элементы в те, которые им нужны. Растениям удается делать это даже тогда, когда исходным материалом оказывается дистиллированная вода. Многочисленные эксперименты подтверждают это.

Излагая все эти соображения и факты, ученые всякий раз бывают вынуждены признать, что полный механизм происходящего в клетке растения пока непонятен, перечеркивая тем самым и возможность использовать наблюдаемые явления в сегодняшней практической деятельности. Мы же задались другой целью: как запустить и сделать управляемым этот механизм процессов трансмутации в клетке растений с тем, чтобы отказаться от внесения в почву неорганических химических элементов извне. Нам удалось это сделать, используя оборудование «ТЕЛЮС» (генераторы сверхслабых импульсных электромагнитных полей), обрабатывая непосредственно семена растений перед посевом или сельскохозяйственную ядохимию. Такой же эффект достигается, если обработанная вода используется для полива различных растений.

Начиная с 60-х годов прошлого века в научном мире возник всплеск интереса к необычным свойствам воды с целью получения активной «живой» воды и с ее помощью увеличения урожайности. Многочисленные исследования показали, что вода представляет собой сложный объект, состояние которого зависит от целого ряда внешних физических факторов. Под их воздействием вода способна проявлять такие уникальные свойства, как трансформация и накопление рассеянной энергии в виде ее высокоэнергетических форм (химической, электромагнитной, магнитной, электрической и других), испускание и поглощение когерентных электромагнитных волн нетепловой природы и др. Кроме того, знание физических основ энергетических процессов, протекающих в водных

структурах при воздействии внешних физических факторов, позволяет определить пути управления энергетическим состоянием водных систем, а следовательно, создавать технологии управления ее активностью. Уже сейчас имеются практические работы, показывающие, что определенные структуры воды могут полностью заменить существующее углеводородное топливо, стиральные порошки, любые фармакологические препараты, антибиотики, стимуляторы роста, пищевые консерванты и т.д. Использование структурируемой воды в медицине показало, что действие воды имеет строго адресную направленность при полном отсутствии побочных эффектов.

Сегодня интерес к свойствам так называемой «структурируемой воды» и увеличению урожайности начал рассматриваться с новых научных позиций. Определено, что вода реагирует на внешние воздействия и даже может обладать памятью. Есть основания полагать, что в ближайшее время начнут появляться стандарты на ту или иную структурированную воду, полученную тем или иным воздействием. Но пока главным ее критерием является биологическая активность по отношению к различным сельскохозяйственным культурам и растениям.

Мы считаем, что структурированная вода активизирует жизненные силы растений. При этом, если это воздействие производить адресно, например обрабатывать только семена перед посевом, то всхожесть семян возрастает в несколько раз. Ростки растения всходят раньше сорняков и начинают самостоятельно блокировать или подавлять их рост. При этом не требуется внесения в почву никакой сельскохозяйственной химии в тех количествах, в которых она вносится обычно.

Начиная с 1987 г. нами проводятся исследования и внедряются в производство высокоэффективные унифицированные технологии, позволяющие осуществлять целенаправленные воздействия на различные жидкие и твердые вещества и среды посредством влияния сверхслабых объемных электромагнитных полей с резонансно активной модуляцией. Имеются многочисленные отчеты, заключения, отзывы и рекомендации. Некоторые эпизоды работ попали на страницы популярной прессы и профессиональных изданий [1 - 3].

Одним из главных наших достижений явилось создание конкретной сельскохозяйственной практики, построенной на базе оригинальных разработок собственного оборудования. Экспериментально было установлено, что в

диапазоне несущих частот излучателя генератора 100-1000 кГц и частоте модуляции 1-200 кГц изменяются свойства газов и жидкостей (поверхностное натяжение, вязкость, растворимость, трение, плотность и др.). Максимально каталитический эффект проявляется на границе раздела фаз, сред. Вариации частоты резонансно-активной модуляции позволяет распространить действие электромагнитного катализа через технологическое оборудование на большие массы вещества, подвергаемого технологической переработке. Изменение свойств веществ в зависимости от характеристик электромагнитных полей – частоты, конфигурации и интенсивности – получило название **электромагнитного катализа или катализа под воздействием сверхслабых электромагнитных полей**. Технология получила название: "Технология ТЕЛОС".

Разработанное оборудование уже многократно улучшило свою конструкцию и качество. Принципы, на которых построено используемое оборудование, включают в себе многочисленные методики и техники (т.н. "ноу-хау"), часть из которых запатентовано и сертифицировано, т.е. по существу, создана принципиально новая агропромышленная технология.

Любая теория повернется только практикой – путем многочисленных опытов и экспериментов. Именно поэтому с самого начала своей деятельности мы ориентировались на сотрудничество с ведущими отечественными сельскохозяйственными научно-исследовательскими институтами и аграрными предприятиями. С конца 80-х годов прошлого столетия предлагаемая нами агропромышленная технология была успешно продемонстрирована в ряде ведущих сельскохозяйственных научно-исследовательских институтов России и за границей, с последующим внедрением во многих агропромышленных и фермерских хозяйствах.

В специализированных исследованиях, проводимых с сельскохозяйственными ядохимикатами на базе таких учреждений как НИИ Полиомиелита и клещевого энцефалита АМН РФ (1993), Тюменской Государственной сельскохозяйственной Академии (1995), Всероссийского НИИ химических средств защиты растений (1999), и исследованиях, проводимых по заказу Совета Министров Республики Беларусь и Исполнительного Комитета Союза Беларуси и России на территории Республики Беларусь (1999-2000 гг. и в 2012 г.), была показана возможность значительного сокращения применения различного вида пестицидов, гербицидов и

инсектицидов (снижение концентрации с 1.5 до 2.0 и более раз) при сохранении их избирательной способности и действия, а также существенного (до 500%) увеличения скорости роста растений после их полива водой, обработанной по «Технологии ТЕЛОС». В 1997 г. эксперименты показали дополнительную возможность выводить обработанной питьевой водой из организмов подопытных животных радиоактивный Cs-137. В 1997-98 гг. исследования, проведенные в Институте защиты животных в Великобритании на 100 мышах, показали принципиальную возможность лечить питьевой водой, обработанной по «Технологии ТЕЛОС» (в данном случае использовался бидистиллят воды), животных, искусственно зараженных коровьем бешенством (заболевание BSE).

Показана возможность увеличения товарной массы птицы без применения антибиотиков и гормональных стимуляторов роста, а также профилактики птицы и скота от птичьего и свиного гриппа посредством употребления животными обработанной воды.

В частности, опыт работы в конкретных агропромышленных хозяйствах позволил решить две стратегические задачи: снизить экологическую нагрузку на почву и значительно сократить закупки вносимых в почву ядохимикатов при сохранении их эффективности.

Сегодня на базе существующей технологии можно приступить к созданию экологически безвредных сельскохозяйственных ядохимикатов и удобрений нового поколения. Так, подвергшаяся обработке по «Технологии Телос» масса используемого сельскохозяйственного ядохимиката может быть значительно сокращена, при этом ее воздействие на объект не ослабевает. В этом случае количество вносимого в почву ядохимиката

сокращается, что немедленно приводит к снижению экологической нагрузки на почву. Соответственно сократится проникновение ядохимикатов в грунтовые и стоковые воды, а затем в реки и водохранилища. Последнее всегда сопровождается возвратом употребляемых в сельском хозяйстве химикатов по трофической цепи обратно к человеку, ухудшает качество и сокращает продолжительность жизни.

На сегодняшний день мы имеем многолетний опыт работы с различными сельскохозяйственными культурами. Наиболее существенные практические результаты получены не только по улучшению качества сельскохозяйственной продукции и увеличению ее количества, но и в области охраны окружающей среды.

С 2007 г. Фонд «Технологии ТЕЛОС» совместно с ГНУ ВИЭСХ Россельхозакадемии проводит исследования в области структурированной воды и многокомпонентных топлив для использования в АПК.

Разработана экспериментальная установка для получения многокомпонентного топлива, которая установлена в ГНУ ВИЭСХ. Проведены успешные испытания образцов многокомпонентного топлива на основе мазута, дизельного топлива и бензина, с 20% экономией углеводородного топлива.

Литература

1. Пришла подмога, откуда не ждали. Может, прогнать ее за это? // Газета «ПРАВДА» №31, 21 марта 2002 г. (Интернет ресурс: <http://www.gazeta-pravda.ru/pravda31/html>).
2. Журнал «Защита и карантин растений». 2004. № 3. С. 42.
3. Журнал «Медицинская паразитология и паразитные болезни». 1993. № 3. С. 39-41.

ОПТИМАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Канд. техн. наук Г.Л. Эбина
(ГНУ ВИЭСХ)

Впервые получены оптимальные схемы централизованного электроснабжения с учетом обоснованных нормативных показателей надежности и требований международной стандарта качества электроэнергии. Оптимальные схемы содержат оптимальные по критерию минимума затрат параметры и работают в оптимальном режиме.

Ключевые слова: надежность централизованного электроснабжения, нормативные показатели надежности, качество электроэнергии, критерии оптимизации, потери и отклонения напряжения.

Работа посвящена актуальным вопросам комплексного повышения надежности сети централизованного электроснабжения и качества электроэнергии при сохранении устойчивости системы и ее экономичности. Результаты позволяют удовлетворить требования современных потребителей электроэнергии. Исследования показывают, что ключевым звеном системы централизованного электроснабжения является сеть среднего напряжения (СН).

Надежность характеризует способность электрической системы в любой момент времени обеспечить электроэнергией присоединенных к ней потребителей [1]. Надежность традиционно оценивают ущербом от перерывов подачи электроэнергии или нормативными показателями [2], к которым относят частоту отказов и длительность отключений, а также их эквивалентную продолжительность в течение года. В пределах нормативных показателей надежности электроснабжения ущерб мал, и в инженерных расчетах им можно пренебречь.

Нормативные показатели надежности электрических сетей предназначены для проектных и эксплуатационных организаций. Нормативные показатели надежности служат ориентиром при выборе схем электроснабжения новых потребителей электроэнергии, а также обоснованием необходимости мероприятий, связанных с повышением надежности электроснабжения существующих потребителей.

Качество электроэнергии при питании электроприемников от трехфазной сети в соответствии с действующим ГОСТом [3] определяют: отклонение частоты тока, отклонение и колебание напряжения, несинусоидальность формы

For the first time optimum schemes of the centralized electrical supply taking into account well-founded standard indicators of reliability and requirements of the international quality standard of the electric power are received. Optimum schemes contain optimum by criterion of a minimum of expenses parameters and work in an optimum mode.

Keywords: reliability of the centralised electrical supply, standard indicators of reliability, quality of the electric power, criteria of optimisation, loss and a pressure deviation.

кривой напряжения, смещение нейтрали и несимметрия напряжений основной частоты. В сельских сетях СН основными показателями качества электроэнергии служат отклонения напряжения, связанные с одноименными потерями.

Электрические расчеты выполняют с целью определения параметров сети и параметров режимов. К основным расчетным электрическим параметрам сети обычно относят сечения проводов и кабелей ЛЭП. Выбор сечения зависит от нагрузки потребителей, которую считают основной режимной характеристикой. Каждый элемент системы имеет номинальные характеристики, определяющие допустимые параметры рабочих режимов, например, допустимые потери и отклонения напряжения.

Оптимальные схемы централизованного электроснабжения соответствуют минимуму приведенных (или дисконтированных) затрат:

$$Z = E_n K + I_a + I_z + I_p \rightarrow \min, \quad (1)$$

где E_n - нормативный (или свободный) коэффициент эффективности капиталовложений K ; I_a , I_z , I_p - эксплуатационные издержки, состоящие из амортизационных отчислений, стоимости потерь электроэнергии и отчислений на текущий ремонт.

Сравниваемые варианты должны быть допустимы и сопоставимы. При этом другие эксплуатационные расходы можно считать равными и не учитывать в целевой функции. Выражение (1) представляет объединенный критерий оптимизации, составленный из четырех частных критериев способом суммирования с коэффициентами $E_n < 1$ и $1, 1, 1$.

Вновь строящиеся сельские распределительные электрические сети СН должны иметь показатели надежности не ниже нормативного уровня [2] и показатели качества электроэнергии, соответствующие действующему ГОСТу [3].

Показатели надежности электрических сетей и качества электроэнергии участвуют в экономико-математической модели (1) в виде ограничений, т.е.

$$\omega \leq \omega_n \text{ и } \tau_b \leq \tau_n, \quad (2)$$

где ω , τ_b - частота отказов (1/год) и средняя длительность вынужденных отключений (ч); ω_n , τ_n - нормативные показатели надежности: частота (1/год) и длительность вынужденных отключений (ч).

А также

$$\Delta U_{\min} \leq \Delta U \leq \Delta U_{\max}; \Delta U > 0; \\ V_{\min} \leq V \leq V_{\max}, \quad (3)$$

где ΔU , V – потери и отклонения напряжения.

Если показатели надежности существующей сети выходят за пределы нормативных значений, то такую сеть следует реконструировать. Реализация мероприятий по повышению надежности связана с дополнительными затратами. Затраты на реконструкцию должны быть минимальными.

За пределами нормативных значений показателей надежности, т.е. при $\omega > \omega_n$ и $\tau_b > \tau_n$, следует минимизировать сумму приведенных (дисконтированных) затрат Z и ущерба от аварийных отключений Y . Таким образом, целевая функция имеет вид

$$W = Z + Y \rightarrow \min. \quad (4)$$

Целевая функция (4) аддитивна и представляет объединенный способом суммирования математический критерий оптимизации, составленный из двух равнозначных критериев: приведенных (дисконтированных) затрат и ущерба. Коэффициенты суммирования равны единице.

Затраты определяют по выражению (1), а ущерб вычисляют по формуле

$$Y = y_0 P \omega \tau_b, \quad (5)$$

где y_0 - удельный ущерб (руб./кВт·ч); P - активная нагрузка (кВт); ω , τ_b - показатели надежности, превышающие нормативные значения: час-

тота отказов (1/год), длительность аварийных отключений (ч).

Показатель эффективности (4) предназначен для выбора оптимального варианта реконструкции сети по надежности с учетом ограничений (3). При нарушении условий (3) в реальной сети необходимо выполнить реконструкцию по критерию (1) с учетом ограничений (2). Добавление ущерба от отклонений напряжения в виде слагаемого в показатель эффективности (1) или (4) не допустимо.

Решение о выборе средств повышения надежности электроснабжения и качества электроэнергии при реконструкции необходимо принимать в каждом случае на основании расчетов показателей надежности, потерь и отклонений напряжения, затрат и ущерба при аварийных перерывах с учетом типа потребителей, существующей схемы электрических соединений и возможностей ее модификации.

Ниже впервые представлены оптимальные схемы централизованного электроснабжения сетей СН с учетом новых обоснованных нормативных показателей надежности [2] и требований потребителей к качеству электроэнергии [3]. Устойчивость энергосистемы гарантирована государственным централизованным электроснабжением. Экономичность решений учитывает целевая функция (показатель эффективности). Схемы построены на основе анализа результатов выполненных нами ранее хозяйственных работ по расчету существующих реальных схем питающих и распределительных сетей РЭС и ПЭС РФ, включая Северо-Западный и Западный регионы, а также Московскую область.

В целях обеспечения надежного устойчивого электроснабжения сельских потребителей и высокого качества электроэнергии предусмотрены РТП 110 кВ с двумя силовыми трансформаторами равной мощности, имеющими РПН на стороне высшего напряжения (ВН). РТП 110 кВ объединены в систему, работающую по разомкнутым резервированным схемам. К двум параллельным одноцепным ВЛ 110 кВ на металлических или железобетонных опорах присоединены понижающие проходные подстанции с масляными выключателями или отделителями и короткозамыкателями на стороне ВН. Устройства АВР установлены на секционных выключателях РТП. Допустим вариант и с двухцепными ВЛ 110 кВ.

Для крупных сельскохозяйственных и производственных объектов оптимальны схемы электроснабжения от подстанций с трехмоточными трансформаторами 110/35/10(6) кВ

Таблица 1

Расчетные показатели надежности
нерезервированных схем электроснабжения

Элемент схемы	ω , 1/год	$\tau_{в}$, ч
РТП 110 кВ	0,10...0,20	4,5...8,0
ВЛ 35 кВ (20 км)	1,20...1,50	4,0...6,0
ВЛ 10(6) кВ (10 км)	1,20...1,50	4,0...6,0
Шины ВН ТП	1,30...1,70	4,0...6,2
ТП с двумя трансформаторами	0,20...0,40	5,0...7,0
Шины НН ТП без резерва по ВЛ СН	1,50...2,10	4,1...6,3

и глубоким вводом. Для остальных потребителей предназначены схемы с двухобмоточными трансформаторами 110/10(6) кВ.

Номинальное напряжение 35 кВ, используемое в настоящее время как питающее, не эффективно. Оно связано с дополнительными потерями электроэнергии, дополнительным расходом металла и других материалов, а также снижением надежности. Ступень 35 кВ с трансформацией на 10(6) кВ исключена нами как неоптимальная.

Номинальное напряжение 20 кВ считаем дополнительным и не рекомендуем применять в новых схемах. Исследования показали, что перевод сетей СН 6 и 10 кВ на 20 кВ для снижения потерь напряжения и электроэнергии не целесообразен.

Воздушные сети СН 10(6) кВ должны быть построены по радиальному принципу с одной магистралью. При необходимости предусмотрены автоматические устройства секционирования, ввода резервного питания и повторного включения. Потребители могут иметь резерв от той же или соседней трансформаторной подстанции 110/10(6) кВ по линии 10(6) кВ. Устройства АВР установлены на шинах РТП и в линии СН. Резерв выполнен через короткую перемычку и линейный пункт АВР.

При выборе оптимального варианта используются действующие типовые схемы электрических соединений РТП и ТП. Со стороны ВН РТП предусмотрены открытые распределительные устройства (ОРУ), со стороны низшего напряжения (НН) – комплектные наружного исполнения (КРУН) или внутреннего (КРУ). Для электроснабжения сельских потребителей предназначены мачтовые ТП с одним трансформатором, комплектные и закрытые ТП с одним или двумя трансформаторами равной мощности. Трансформаторы ТП имеют ПБВ.

Общая схема электроснабжения потребителей электроэнергии состоит из РТП 110/10(6) кВ

Таблица 2

Расчетные показатели надежности
резервированных схем электроснабжения

Элемент схемы	ω , 1/год	$\tau_{в}$, ч
РТП 110 кВ	0,10...0,20	4,5...8,0
ВЛ 10(6) кВ (20 км)	2,40...3,00	4,0...6,0
ВЛ 10(6) кВ (резерв 20 км)	2,40...3,00	4,0...6,0
Шины ВН ТП	0,11...0,21	2,0...3,0
ТП с двумя трансформаторами	0,20...0,40	5,0...7,0
Шины НН ТП с резервом по ВЛ СН	0,31...0,61	4,0...5,6

или 110/35/10(6) кВ, распределительной ВЛ 10(6) кВ и ТП 10(6)/0,38 кВ. Расчет надежности выполнен в период нормальной работы сети и ее оборудования (4). Эквивалентные показатели надежности определены на шинах ВН и НН ТП. Результаты приведены в таблицах 1 и 2.

Длина распределительной линии 10(6) кВ включает все несекционированные участки от источника питания до рассматриваемого потребителя. При наличии автоматических секционирующих аппаратов реальная длина ВЛ превышает указанную в таблицах.

Представленные схемы электроснабжения СН (см. табл. 1 и 2) оптимальны по критерию надежности. Расчетные показатели на шинах ВН и НН ТП соответствуют нормативным. При этом в схемах без резерва общая длина несекционированных участков ВЛ 10(6) кВ не превышает 10 км, а ВЛ 35 кВ – 20. В случае присоединения к ВЛ ТП с одним трансформатором расчетные показатели надежности ниже нормативных. Такие схемы электроснабжения предназначены для потребителей электроэнергии третьей категории. При использовании сетевого резервирования показатели надежности шин ВН ТП и потребителя практически не зависят от длины резервной линии СН.

Расчеты ВЛ СН при выборе оптимальных схем выполнены нами с учетом перехода на железобетонные опоры и сталеалюминевые провода сечением 35 мм² и более. Такой переход способствует повышению надежности электроснабжения потребителей электроэнергии. Основные параметры ВЛ СН определены по критерию минимума затрат. Оптимальные по надежности схемы электроснабжения проверены по потерям и отклонениям напряжения в режимах максимальных и минимальных нагрузок. Результаты расчетов при номинальном напряжении 10 кВ представлены на рисунках 1 и 2 и таблицах 3 и 4.

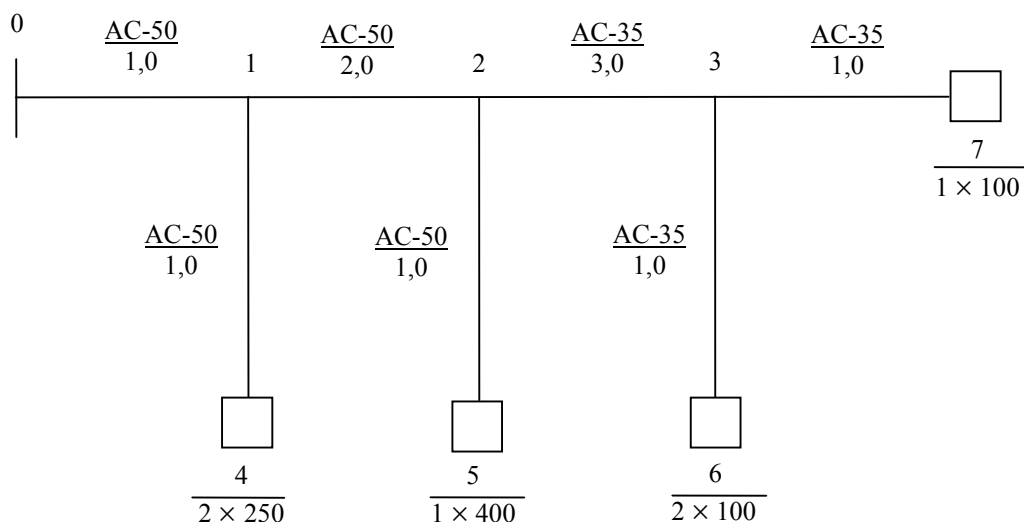


Рис. 1. Схема нерезервированной несекционированной ВЛ 10 кВ

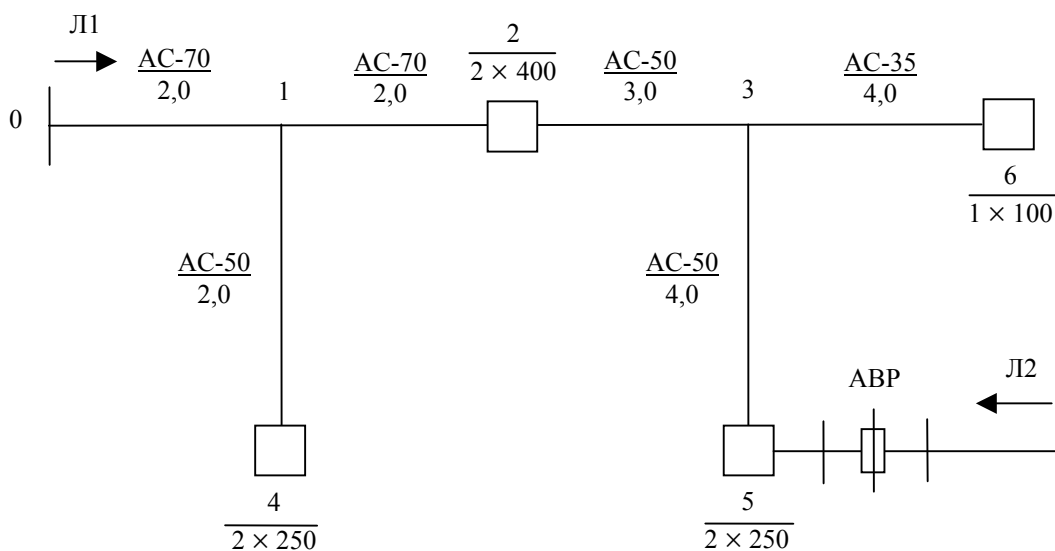


Рис. 2. Схема резервированной ВЛ 10 кВ

На рис. 1 изображена ВЛ 10 кВ длиной 10 км без пунктов секционирования и резервирования с показателями надежности в пределах нормативных значений и оптимальными сечениями проводов: АС-50 и АС-35. На ТП 4, 5, 6 и 7 установлены трансформаторы с номинальной мощностью 2×250, 1×400, 2×100 и 1×100 кВ·А. Потери напряжения вычислены по участкам ВЛ и до ТП 4–7. Отклонения напряжения у потребителей, наиболее удаленных от источника питания и ближайших, приведены в таблице 3.

Потери напряжения в линии 10 кВ (см. рис. 1) не превышают 3%. Расчетные отклонения напряжения в режимах максимальных и минимальных нагрузок у удаленных потребителей ТП 6 и ТП 7 составляют –4% и +2,5%, а у ближайших потребителей ТП 4 –5% и +2,3%,

т.е. соответствуют ГОСТу. Потери в линиях 0,38 кВ допустимы в пределах 8–10%.

На рис. 2 изображена ВЛ 10 кВ длиной 17 км с оптимальными сечениями проводов (АС-70, АС-50, АС-35), проходными ТП 2, 5 и линейным пунктом АВР. Показатели надежности потребителей электроэнергии соответствуют нормативным значениям. На ТП 2, 4, 5, и 6 установлены трансформаторы с номинальной мощностью 2×400, 2×250, 2×250 и 1×100 кВ·А. Отклонения напряжения у потребителей наиболее удаленных от источника питания и ближайших приведены в таблице 4.

Потери напряжения в линии 10 кВ с сетевым резервированием (см. рис. 2) не превышают 6%. При этом расчетные отклонения напряжения в режимах максимальных и минимальных

Таблица 3

Отклонения напряжения у потребителей схемы 1

Элемент сети	Отклонения напряжения, %			
	ТП 6 и 7		ТП 4	
	100	25	100	25
Шины НН РТП	+5	+1	+5	+1
ВЛ 10 кВ				
Потери	-2	-0,5	-1	-0,2
ТП 10/0,38 кВ				
Потери	-4	-1	-4	-1
Надбавки	+5	+5	+5	+5
ВЛ 0,38 кВ				
Потери	-8	-2	-10	-2,5
Потребитель	-4	+2,5	-5	+2,3

Таблица 4

Отклонения напряжения у потребителей схемы 2

Элемент сети	Отклонения напряжения, %			
	ТП 5		ТП 4	
	100	25	100	25
Шины НН РТП	+10	+2,5	+10	+2,5
ВЛ 10 кВ				
Потери	-5	-1	-2	-0,5
ТП 10/0,38 кВ				
Потери	-4	-1	-4	-1
Надбавки	+5	+5	+5	+5
ВЛ 0,38 кВ				
Потери	-10	-2,5	-10	-2,5
Потребитель	-4	+3	-1	+3,5

нагрузок у удаленных потребителей ТП 5 составляют -4% и $+3\%$, а у ближайших потребителей ТП 4 -1% и $+3,5\%$, т.е. соответствуют ГОСТу. Потери в линиях 0,38 кВ допустимы в пределах 10%. В установившемся послеаварийном режиме работы максимальные отклонения напряжения у потребителей можно ожидать порядка $\pm 10\%$.

Для схем без резервирования (см. рис. 1) и с резервированием (см. рис. 2) выполнены расчеты при номинальном напряжении 6 кВ.

В схеме (рис. 1) при питании по ВЛ 6 кВ на головном участке ВЛ 0-1 оптимально сечение АС-70. Потери напряжения в линии не превышают 7,5%. Расчетные отклонения напряжения в режимах максимальных и минимальных нагрузок у удаленных потребителей ТП 6 составляют $-4,5\%$ и $+2,6\%$, а у ближайших потребителей ТП 4 $-1,1\%$ и $+3,5\%$, т.е. соответствуют ГОСТу. Потери в линиях 0,38 кВ допустимы в пределах 10%.

Для схемы с резервированной ВЛ 6 кВ (рис. 2) на участках ВЛ 0-1 и 1-2 оптимально сечение АС-95, а 2-3 и 3-5 – АС-70. Потери напряжения в линии 6 кВ не превышают 13%. Расчетные отклонения напряжения в режимах максимальных и минимальных нагрузок у удаленных потребителей ТП 5 составляют $-5,0\%$ и $+4,4\%$, а у ближайших потребителей ТП 4 $-4,0\%$ и $+2,8\%$, т.е. соответствуют ГОСТу. Потери в линиях 0,38 кВ допустимы в пределах 8,5% и 10%. В установившемся послеаварийном режиме работы максимальные отклонения напряжения у потребителей можно ожидать порядка $\pm 10\%$.

Таким образом, разработанные методы расчета и нормирования надежности электрических сетей позволяют получить оптимальные схемы электроснабжения. Впервые экономически эффективные схемы СН с оптимальными параметрами и теоретически обоснованными нормативными показателями

надежности обеспечивают отклонения напряжения у потребителей в пределах действующего ГОСТа, т.е. $\pm 5\%$ в нормальном режиме работы и $\pm 10\%$ – в установившемся послеаварийном.

Своевременное внедрение работы в практику проектирования и эксплуатации приведет к снижению ущерба от аварийных отключений в сельских сетях на 10-35% в год и снижению потерь электроэнергии на 0,8-1,2 млрд. кВт·ч, а также повышению качества электроэнергии до установленных ГОСТом значений.

Литература

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1990. – 38 с.
2. *Эбина Г.Л.* Методика нормирования эксплуатационной надежности сельских распределительных электрических сетей среднего напряжения. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2009. – 36 с.
3. ГОСТ 13.109-99. Международный стандарт. Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения. 2000.
4. *Эбина Г.Л.* Методы оценки эксплуатационной надежности электрических сетей // Вестник ГНУ ВИЭСХ. 2010. № 1(5). С. 35-41.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ГРАФИКА В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Д-р техн. наук Е.В. Халин
(ГНУ ВИЭСХ)

Современные системы обеспечения безопасности производства базируются на информационно-коммуникационных технологиях, включающих совокупность интеллектуальных программных комплексов поддержки принятия решений и подготовки и аттестации персонала по безопасности производства в компьютерно-телекоммуникационных сетях и системах. В процессе выработки решений и для обучения и аттестации персонала по безопасности труда в качестве знаний могут применяться статические и динамические графические описания. При этом важными являются возможность формировать статические и динамические графические образы непрограммируемыми пользователями-профессионалами и возможность совместного использования и сопоставления графических информационных ресурсов, формируемых разными территориально разобщенными пользователями.

Ключевые слова: интеллектуальные программные комплексы поддержки принятия решений, подготовки и аттестации персонала по безопасности производства; формализованные знания; статические и динамические графические образы; база графических примитивов.

Системы обеспечения безопасности производства, отвечающие современным требованиям, должны включать эффективные методы организации безопасных условий труда, профессиональной подготовки и контроля знаний персонала по безопасности производства, а также новые технические средства обеспечения безопасности оборудования, машин, агрегатов и сооружений, эффективные и удобные средства индивидуальной защиты работающих. Инновационные технологии организации безопасных условий труда базируются на информационно-коммуникационных технологиях с применением формализованных знаний и экспертных методов, встраиваемых в систему управления производством. Информационно-коммуникационные технологии создания безопасных условий труда включают совокупность интеллектуальных программных комплексов поддержки принятия решений и подготовки и аттестации персонала по безопасности производства в компьютерно-телекоммуникационных сетях и системах [1, 2].

Modern systems of safety of production are based on the information and communication technologies including set of intellectual program complexes of support of decision-making and preparation and certification of the personnel on safety of production in computer and telecommunication networks and systems. In the course of development of decisions and static and dynamic graphic descriptions can be applied to training and certification of the personnel for safety of work as knowledge. Thus important are opportunity to form static and dynamic graphic images not - programming professional users and possibility of joint use and comparison of the graphic information resources formed by different territorially separated users.

Keywords: intellectual program complexes of support of decision-making, preparation and certification of the personnel for safety of the production; the formalized knowledge; static and dynamic graphic images; base of graphic primitives.

Сетевые интеллектуальные программные комплексы поддержки принятия решений по безопасности производства вырабатывают безошибочные решения в среде экспертных систем, основанных на формализованных знаниях, базы которых наращиваются и развиваются пользователями.

Под интеллектуальным программным комплексом поддержки принятия решений по обеспечению безопасности производства понимается объединенная инфокоммуникационным процессом совокупность технических и программных средств, телекоммуникационных и компьютерных систем и технологий, функционирующих во взаимосвязи с пользователем (человеком или коллективом людей), способная на основе данных и знаний синтезировать цели и вырабатывать рациональные безошибочные решения по достижению целей – предотвращению (снижению) производственного травматизма, профилактике заболеваемости, улучшению условий труда в электроустановках.

Сведения (данные и знания) о состоянии безопасности производства формализуются и накапливаются в базах данных и знаний динамической экспертной системы. Ресурсы баз данных и знаний используются для синтеза цели по достижению безопасных условий труда. Средствами динамической экспертной системы при участии одного пользователя или коллектива сетевых пользователей принимается решение и вырабатывается управляющее воздействие, результаты действия которого прогнозируются блоком прогнозов и учитываются при принятии окончательного решения динамической экспертной системой. Используется комплекс взаимосвязанных информационных носителей, имеющих компьютерные экранные образы и соответствующее программное обеспечение на локальных персональных ЭВМ и в компьютерных коммуникационных сетях и системах.

Важнейшим элементом организации безопасного производства на базе инфокомных технологий рассматривается подготовка и контроль знаний работающих по безопасности труда с применением сетевых интеллектуальных программных комплексов, содержащих формализованные знания в текстовом и графическом представлении, причем базы этих знаний также при необходимости дополняются и развиваются пользователями (ответственными за подготовку и аттестацию персонала и обучаемыми).

Как для принятия решений по обеспечению безопасности производства, так и для обучения и аттестации персонала по безопасности труда в качестве знаний могут применяться статические и динамические графические описания, в виде средства формализации действий и приемов при штатных и нештатных режимах эксплуатации оборудования, машин, агрегатов и установок, при оказании первой помощи пострадавшему, тушении пожаров, организации безопасного производства для формализации управляющих воздействий, в том числе с применением технологических карт, макетов и мнемосхем.

Статические и динамические описания могут также рассматриваться одним из наиболее эффективных средств и инструментов формализации знаний высококвалифицированных специалистов, накапливаемых в экспертных системах и предъявляемых в компьютерных и телекоммуникационных системах и сетях через обучающие компьютерные программные комплексы для подготовки и аттестации персонала или через управляющие программные компьютер-

ные комплексы при выработке и принятии работником безошибочного решения [3].

При этом важным является возможность формировать статические и динамические графические образы, используя графические примитивы из структурированной базы примитивов, сформированной предварительно и постоянно пополняемой скорректированными или отсутствующими примитивами, в компьютерных системах и сетях непрограммирующими пользователями-профессионалами, а также возможность совместного использования и сопоставления графических информационных ресурсов, формируемых разными территориально разобщенными пользователями. Отсутствие таких возможностей существенно снижает достоверность и адекватность графических представлений, необходимых в практической работе по формированию безопасных условий труда в конкретном производстве [4]. Блок-схема формирования базы графических примитивов и базы графических образов в составе базы знаний по безопасности производства непрограммирующими пользователями-профессионалами с применением АРМ в компьютерно-телекоммуникационных сетях приведена на рис. 1.

Система формирования базы графических примитивов 9 и базы графических образов 10 в составе базы знаний по безопасности производства 8 включает блоки сетевых автоматизированных рабочих мест (1...6, АРМ_i), соединенные с блоком пользовательских графических примитивов 7, который связан с блоком базы графических примитивов 9, взаимосвязанным с блоком базы графических образов 10, причем оба этих блока включены в базу знаний по безопасности производства 8, связанную с блоками АРМ_i. Блоки АРМ_i связаны также с блоком принятия решений по обеспечению безопасности производства 17 и блоком обучения и аттестации персонала по безопасности производства 18. Блоки баз графических примитивов и графических образов содержат блоки систематизации 11, 14, детализации 12, 15 и структурирования 13, 16 соответственно примитивов и образов.

Блок систематизации (11, 14) соединен с блоком детализации (12, 15), который соединен с блоком структурирования (13, 16), соединенным в свою очередь с блоком систематизации (11, 14), с возможностью формирования в специализированной базе знаний по безопасности производства 8 непротиворечивых, взаимосочетаемых графических элементов и элементарных графических структур и составленных из них

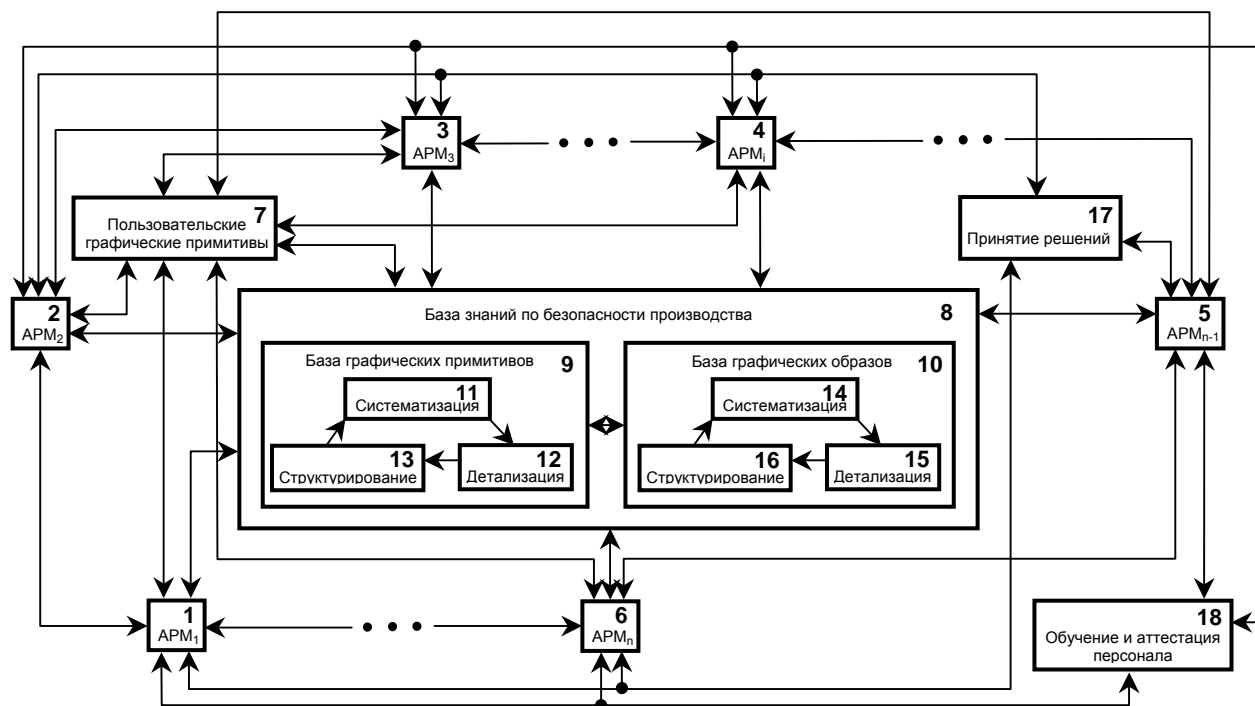


Рис. 1. Блок-схема формирования баз графических примитивов и графических образов в базе знаний по безопасности производства

завершенных графических образов. Выполняется оптимизация и гармонизация примитивов 7 с целью унификации быстрого поиска, повышения уровня применимости и востребованности при формировании завершенных графических образов в базе графических образов 9, включенной в базу знаний по безопасности производства 8.

Сетевое автоматизированное рабочее место непрограммирующего специалиста по охране труда 1...6 взаимосвязано с каждым другим автоматизированным рабочим местом АРМ_{*i*} в сети, в свою очередь каждое сетевое автоматизированное рабочее место взаимосвязано с блоками пользовательских графических примитивов 7, баз графических примитивов 9 и графических образов 10 по безопасности производства и базы знаний по безопасности производства 8, блоками принятия решений по обеспечению безопасности производства 17 и обучения и аттестации персонала по безопасности производства 18. Блок базы знаний по безопасности производства 9 взаимосвязан с блоками базы графических примитивов 9 и базы графических образов 10 по безопасности производства, которые включают последовательно соединенные между

собой блоки систематизации 11, 14, детализации 12, 15 и структурирования 13, 16 примитивов и образов соответственно. База знаний по безопасности производства системы формируется в составе экспертных систем АРМ_{*i*} с соответствующим программным обеспечением и взаимосвязано с блоком принятия решений по обеспечению безопасности производства и блоком обучения и аттестации персонала по безопасности производства.

На каждом сетевом АРМ с персональной ЭВМ в компьютерных и телекоммуникационных сетях, оснащенный специальным программным обеспечением и взаимосвязанным с другими автоматизированными рабочими местами непрограммирующий пользователь пополняет базу графических примитивов персональными примитивами, используя сканированные графические образы, а также формируя примитивы в графических редакторах и компилируя отсканированными изображениями.

Пользователь имеет санкционированный доступ к базе знаний по безопасности производства, включающей специализированные по безопасности производства базы завершенных

графических представлений и графических примитивов, используя ресурсы которых, создаст новые графические образы и примитивы и пополняет поименованные базы. При формировании специализированной базы графических примитивов по безопасности производства выполняют действия по систематизации примитивов, включая их классификацию, затем действия по детализации примитивов с выделением подклассов, уровней и элементов и структурирование примитивов с выявлением связей элементов в различных уровнях и подклассах примитивов с последующим сопоставлением результатов с имеющимися примитивами в накопленной систематизации и корректировкой проведенной систематизации.

Такие же действия выполняются при формировании специализированной базы графических образов. Интеллектуальные графические образы строят из графических примитивов, коллективно согласовывают, при необходимости корректируют и помещают в сетевую базу данных и знаний после сравнения с имеющимися в ней законченными графическими образами для дальнейшего их использования в соответствии с действующими правилами, требованиями и иной нормативно-технической документацией по безопасности производства.

Пользователи АРМ с сетевыми программными средствами применяют графические представления из базы знаний по безопасности производства с коллективно выверенными графическими представлениями при выработке и принятии эффективных безошибочных решений по обеспечению безопасности производства и при организации обучения и аттестации персонала по безопасности производства для формирования у работников устойчивых навыков и умений, позволяющих предотвращать несчастные случаи и аварийные ситуации на производстве, снижать производственно обусловленную заболеваемость и улучшать условия труда.

Пример работы системы рассмотрим при создании графических примитивов и образов по сведениям об обстоятельствах несчастного случая на производстве, например, электротравмы во время работы в распределительном щите.

Картина электротравмы (совокупность статических образов или динамическое (анимацион-

ное) представление) отражает последовательность рабочих операций правильных и неправильных, выполняемых основным работником и действий работника, оказывающего помощь в случае поражения электротоком основного работника и невозможности ему самостоятельно освободиться от воздействия электрического тока. Объекты картины формируют в среде графических редакторов с использованием в качестве строительного материала графических примитивов (фрагментов машин, оборудования, установок, строительных объектов, человеческих тел в их двухмерном или объемном (трехмерном) представлении в различных положениях и состояниях) из специализированной базы графических примитивов, в которой производятся систематизация, детализация и структурирование примитивов.

Выстроенное графическое представление содержит опыт и навыки профессионала-производственника и отражает накопленные ранее знания, формализованные графическими образами, размещенными в базе знаний по безопасности производства с коллективно выверенными графическими образами (представлениями). Такое графическое описание несчастного случая на производстве является наиболее эффективным инструментом при обучении работника правильному оказанию помощи в конкретном несчастном случае и при формировании у выполняющего производственные операции работника устойчивых профессиональных и безопасных для его жизни и здоровья навыков.

Созданная специализированная сетевая база коллективно выверенных графических примитивов путем систематизации, детализации и структурирования примитивов по безопасности производства используется специальным программным обеспечением в компьютерных и телекоммуникационных системах и сетях для извлечения примитивов по безопасности производства и создания из них новых интеллектуальных графических описаний, при этом сравнивают эти графические описания с размещенными в сетевой базе знаний по безопасности производства и помещают их в эту базу знаний, причем специализированную базу графических примитивов формируют предварительно и постоянно пополняют ее скорректированными или отсутствующими прими-

тивами, применяемыми при формировании новых визуальных описаний.

Вновь созданные интеллектуальные графические образы помещают в базу знаний по безопасности производства после сопоставления с завершенными графическими представлениями и используют для эффективной реализации этих представлений при принятии решений по обеспечению безопасности производства и при обучении и аттестации персонала по безопасности производства в компьютерных сетях, причем накапливают примитивы для формирования не только точных графических описаний травматических ситуаций, действий и приемов при штатных и нештатных режимах эксплуатации оборудования, машин, агрегатов и установок, при оказании первой помощи пострадавшему, тушении пожаров, управляющих воздействий при организации безопасного производства, но и для построения неточных и неверных визуальных образов поименованных ситуаций, объектов и действий, при этом создание визуальных статических и динамических графических образов осуществляют непрограммирующие пользователи-профессионалы.

Технология работы пользователя-профессионала с библиотекой коллективно выверенных графических примитивов подобна работе специалиста с орфографическим и энциклопедическим словарями, включающими наборы слов, систематизированными по предметным областям с детализацией по объектам и действиям. Набирая слова, пользователь-профессионал описывает ситуации и обстоятельства в том или ином производстве в виде завершенных семантических структур – предложений. Набирая графические примитивы, он создает графические картины тех же ситуаций и обстоятельств, если семантические описания могут быть заменены графическими представлениями.

Графическое представление – это графическое предложение или графический рассказ, причем предусматривается возможность построения некорректных графических описаний для использования их в контрольно-обучающих процедурах. Библиотека коллективно выверенных графических примитивов содержит также общедоступные завершенные графические об-

разы, которые могут применяться пользователями для редактирования в целях создания новых графических и динамических картин, представляющих формализованные знания по безопасности производства.

В рассматриваемой системе обеспечения безопасности производства с применением интеллектуальной графики, содержащей соединенные между собой блоки сетевых автоматизированных рабочих мест и с блоками пользовательских графических примитивов и базы знаний по безопасности производства, выполнены специализированные сетевые базы графических примитивов и графических образов по безопасности производства, соединенные с блоками сетевых автоматизированных рабочих мест и с блоком базы знаний по безопасности производства, с возможностью осуществления доставки коллективно выверенных примитивов к каждому сетевому рабочему месту для построения новых интеллектуальных графических образов, размещаемых в базе знаний по безопасности производства.

Появляется возможность с применением специализированных сетевых программных средств на каждом сетевом рабочем месте с персональной ЭВМ организовать оперативный доступ к специализированной базе графических примитивов, включающих пользовательские графические примитивы, и базе завершенных графических представлений в составе базы знаний по безопасности производства, используя обобщенные ресурсы которых в виде коллективно выверенных примитивов и графических описаний непрограммирующий пользователь-профессионал создает новые графические образы, отражающие требования нормативно-технической документации, воспроизводящие травматические ситуации, для формализации управляющих воздействий, обучающих и контролирующих процедур, в том числе с применением технологических карт, макетов и мнемосхем, имеющие высокую достоверность, однозначную воспринимаемость, доступность для эффективной реализации при принятии решений по обеспечению безопасности производства и при подготовке персонала по безопасности производства.

Система позволяет накапливать формализованные в виде интеллектуальных графических

образов знания как некоторый недублируемый ресурс конкретной организации, доступный при специальном санкционировании другим сетевым пользователям и применяемый как в выработке решений по предотвращению производственного травматизма, так и по профилактике производственно-обусловленной заболеваемости и улучшению условий труда. Сформированные профессионалами-производственниками графические представления с применением сетевых словарей-библиотек графических примитивов являются наиболее эффективным средством подготовки персонала по безопасности производства и последующего надежного контроля их знаний.

Выводы

1. В системах обеспечения безопасности производства с применением интеллектуальной графики в компьютерных и телекоммуникационных сетях формирование статических и динамических графических образов с использованием специализированной базы графических примитивов, сформированной предварительно и постоянно пополняемой непрограммирующими пользователями-профессионалами, позволяет повысить эффективность решений по обеспече-

нию безопасности конкретного производства и подготовки и аттестации персонала по безопасности этого производства.

2. Эффективное пополнение непрограммируемыми пользователями-профессионалами баз графических примитивов и образов в сетевой базе знаний по безопасности производства коллективно выверенными примитивами и образами обеспечивается реализацией взаимосвязанных процедур систематизации, детализации и структурирования графических примитивов и образов.

Литература

1. *Халин Е.В.* Безопасность производства: Технологии, способы, устройства. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006. – 372 с.
2. *Халин Е.В., Стребков Д.С., Липантьева Н.Н., Коструба С.И.* Основы электрической безопасности. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 584 с.
3. Патент РФ №2166208. Способ автоматизированного приобретения знаний по безопасности производства / Халин Е.В., Стребков Д.С. // БИ. 2001. №12.
4. Патент РФ № 98274. Способ и система обеспечения безопасности производства с применением интеллектуальной графики / Халин Е.В. // БИ. 2010. № 28.

ПЛАНИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ И ПРОФЕССИОНАЛЬНО-КАДРОВОГО СОСТАВА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ КАК ЭТАП ОПТИМИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Канд. экон. наук В.Н. Кирьянова, асп. Т.Ю. Аниканова
(ГНУ ВНИИ организации производства, труда
и управления в сельском хозяйстве, г. Москва)

Рассматривается вопрос планирования численности и кадрового состава управленческих работников.

Данный вид планирования является научно обоснованной деятельностью сельхозорганизаций, необходим для подготовки управленческих решений предприятий аграрного сектора АПК, служит основой для учета и планирования оптимизации численности и профессионально-кадрового состава руководящих работников и специалистов сельхозпредприятий.

Ключевые слова: оптимизация, планирование, численность, профессионально-кадровый состав, кадры управления, руководители, специалисты, издержки, затраты.

По мере развития рыночных отношений значение оптимизации численности и профессионально-кадрового состава руководителей и специалистов сельхозорганизаций всех форм собственности существенно возрастает. Современные экономические условия аграрной отрасли требуют от сельскохозяйственных предприятий повышения эффективности производства, конкурентоспособности продукции и услуг на основе внедрения достижений научно-технического прогресса, эффективных форм хозяйствования и управления производством. С другой стороны, внедрение новых технологий, прекращение выпуска определенных видов продукции, падение спроса на предлагаемую сельхозорганизациями продукцию могут привести к сокращению спроса как на отдельные категории работников, так и на трудовые ресурсы организации в целом.

Естественно, что организации аграрного сектора АПК должны предпринимать своевременные меры по приведению численности работников в соответствие с ее реальными потребностями, т.е. осуществлять работу по оптимизации численности и профессионально-кадрового состава работников сельхозорганизаций. Особенно это касается руководителей сельскохозяйственных организаций, решающих стратегические вопросы хозяйствования, а также специалистов самого разного профиля: агрономов, зооин-

The question of planning of the number and composition of management personnel is considered.

This type of planning is a science-based activity of agricultural organizations, is essential for the preparation of management decisions of the agricultural sector agribusiness enterprises, and is the basis for planning and accounting for optimization of the number and composition of managers and specialists of agricultural enterprises.

Keywords: optimization, planning, population, professional staffing, human resources management, executives, professionals, costs, expenses.

женеров, ветеринарных врачей, инженеров и техников и др., которые осуществляют организацию деятельности людей, обеспечивают оперативное управление сельхозпроизводством, производственные, административно-хозяйственные, финансово-бухгалтерские, снабженческие, юридические, исследовательские и другие функции.

Термин «оптимизация численности работников» начал широко использоваться в управленческой терминологии кадрового менеджмента еще с 90-х годов прошлого столетия, с начала рыночных преобразований. Тогда наблюдалось снижение объемов производства и ухудшение финансового положения многих крупных и средних предприятий как аграрного сектора АПК, так и других отраслей народного хозяйства. Многие предприятия нашей страны были на грани полной остановки, поэтому они не только прекращали прием новых работников, но и проводили массовые сокращения. Основными требованиями были минимизация численности кадров и снижение расходов на их содержание. В ситуации затяжного кризиса подобные требования были во многом оправданы, поскольку избыточная численность работников вела к необоснованным финансовым расходам. Кроме того, не в полной мере загруженные работой кадры сельхозпредприятий создавали целый ряд социальных проблем, па-

дала трудовая дисциплина и производительность труда.

На этапе «вхождения» в рыночную экономику от руководителей организаций (предприятий) требовалось принятие быстрых, безотлагательных мер по развитию производства, когда краткосрочное, а тем более долгосрочное планирование не имело смысла. Цель во многом определялась достижением максимума прибыльности при минимальных издержках. Принимаемые руководством решения по развитию и организации производства не обосновывались соответствующими расчетами и, как правило, носили интуитивный характер. Решение многих производственных проблем, возникающих перед руководством, вызывало значительные затруднения, а для многих организаций их решение было почти неразрешимой проблемой. Одной из основных причин такого положения являлось отсутствие на предприятиях разработанной долгосрочной стратегии и планов развития на текущий период.

Пройдя этап отвержения прошлых достижений в области планирования, по мере развития экономики в новых условиях, уже в конце 90-х годов для многих руководителей стало очевидным, что для успешного продвижения и стабильности предприятия необходимы стратегия его развития, наличие планов, ясное понимание целей и задач. Но образовавшийся вакуум инструментов планирования каждое предприятие заполняло по своему видению решения данного вопроса, многообразие методов привело к тому, что общепринятые методы до сих пор не выработаны [1].

Приоритетная роль планирования в управленческой деятельности в полной мере проявляется и в решении вопросов производственно-хозяйственной деятельности сельхозорганизаций. Планирование численности и кадрового состава занимает центральное место среди различных видов кадрового планирования, является целенаправленной, научно обоснованной деятельностью сельхозорганизации, имеющей целью предоставление рабочих мест в нужный момент времени и в необходимом (оптимальном) количестве в соответствии со способностями, склонностями работников сельхозпредприятий и предъявляемыми требованиями.

Планирование численности и кадрового состава необходимо для подготовки любых управленческих решений сельхозпредприятий. На основе информации о наличном состоянии кадров и ожидаемых изменениях разрабатываются и осуществляются практически все остальные кадро-

вые планы и программы. Данный вид планирования дает возможность определять состояние кадрового состава, рационально заполнять рабочие места и использовать работников, учитывать и предусматривать затраты на трудовые ресурсы, принимать решения о сокращении или увеличении численности работников, их обучении и развитии. Иными словами, оно служит основой для учета и планирования любых действий по оптимизации численности и кадрового состава руководящих работников сельхозпредприятий.

Прежде чем увеличивать (или сокращать) расходы на трудовые ресурсы, набирать (или увольнять) работников аппарата управления предприятий аграрного сектора АПК, необходимо провести экономический анализ, насколько фактическое состояние трудовых ресурсов соответствует потребностям организаций аграрного сектора АПК.

Так, потребность в планировании численности управленческих работников подтверждают данные об изменении их численности по сравнению с другими категориями работающих в отрасли. За период с 2000 по 2011 гг. по данным сводных годовых отчетов Министерства сельского хозяйства РФ за 11 лет численность работников, занятых в сельском хозяйстве, сократилась с 3977,5 до 1404,5 млн. человек и в 2011 г. – составляла 34,4 % от количества работников в 2000 г.; из них рабочие постоянные, соответственно, с 3144,0 до 1033,2 млн. человек – 32,2 %. Численность служащих (руководители и специалисты) за это время уменьшилась на 330,6 млн. человек (614,2 в 2000 г.; 283,6 млн. человек – в 2011 г.), что составляет 46,7 % по отношению к 2000 г. Как видно из приведенных данных, численность работников управления снижается более медленными темпами, чем по группе рабочих. Такая ситуация наблюдается по всем годам анализируемого периода. Сложившееся положение также подтверждают расчетные данные о количестве рабочих, приходящихся на 1 работника, занятого в управлении организации. Показатель имеет выраженную тенденцию постоянного его снижения по годам. Если в 2000 г. на 1 работника управления приходилось примерно 5, то в 2011 г. – 3,6 единицы рабочих. Снижение величины приведенного показателя говорит о постоянном уменьшении напряженности труда управленческих работников, нагрузки на 1 работника и как следствие – снижение эффективности используемых средств на оплату труда указанной категории работников. Подтверждением этого является изменение по годам расчетных показателей:

величина выручки от реализации продукции, работ и услуг, а также полученной прибыли на 1 руб. начисленной заработной платы, сравнение их динамики по категориям работников.

Анализ полученных показателей показывает, что темпы их роста по годам до 2011 г. к базовому 2000 г. по категории постоянных рабочих стабильно выше, чем по управленческим работникам за этот же период, особенно после 2006 г. В 2011 г. превышение показателя по полученной выручке на 1 руб. оплаты труда составило: по рабочим в 16,5 раза; а по руководителям и специалистам – 11,8 раза. Притом, что в 2001 г. данное соотношение имело обратную пропорцию: 108,5 % и 132,2 % соответственно. Такая же тенденция просматривается и по расчетному показателю «получено прибыли на 1 руб. начисленной заработной платы». В 2001 г. рост данного показателя по отношению к 2000 г. по рабочим составил 158 %, по служащим – 194 %, в 2002 г. соответственно 56,2 %

и 51,4 %, а в 2011 г. по категории постоянных рабочих показатель увеличился в 33,2 раза; по руководителям и специалистам соответственно – в 23,7 раза.

Приведенные показатели говорят о снижении эффективности труда категории управленческих работников, имеется в виду руководителей и специалистов. Одной из причин сложившегося положения является то обстоятельство, что отсутствует системное планирование численности данной категории работников, а если оно и ведется в сельскохозяйственных организациях, то без нужного экономического обоснования, без увязки с объемными показателями производственной программы на текущий период планирования. В связи с этим не может быть и экономически обоснованного планового объема средств на оплату труда работников. Этот вывод подтверждают также динамика структуры численности по исследуемым категориям работников (табл. 1) [1].

Таблица 1. Динамика структуры численности работников сельского хозяйства РФ по основным категориям, %

Численность работников	Годы											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
в т.ч. занятых в с.-х. производстве	87,7	87,7	88,0	88,3	88,8	89,3	88,6	89,5	89,4	89,5	89,6	89,6
Рабочие постоянные	69,0	87,7	68,0	67,9	68,2	68,0	67,0	67,0	66,5	66,3	66,2	65,9
Служащие (руководители, специалисты)	13,5	14,1	14,6	15,2	15,4	15,9	16,3	17,0	17,3	17,4	17,7	18,1

Из приведенных в таблице данных видно, что доля руководителей и специалистов в общей численности работников за анализируемый период имеет стабильный рост по годам. Например, в 2011 г. она достигла 18,1% против 13,5 % в 2000 г.; в то же время по категории рабочих удельный вес их численности имеет четкую тенденцию снижения по годам. Так, значительное его снижение произошло в 2001 г. по сравнению с 2000 г. – он уменьшился более чем на 20 пунктов. При этом доля занятых работников в сельском хозяйстве изменилась незначительно, её прирост составил за весь период менее 2-х пунктов. Анализ сложившейся ситуации позволяет сделать вывод о том, что вопросами планирования и прогнозирования численности управленческих кадров на уровне внутриотраслевого планирования в сельскохозяйственных организациях необходимо заниматься, чтобы оптимизировать затраты на содержание управленческо-

го персонала. Особенно это актуально для организаций, применяющих систему бюджетного планирования [1].

Разработка планов (бюджетов) по труду по управленческим кадрам начинается с определения необходимой численности работников по профессиям и должностям.

Штатная численность управленческих работников может рассчитываться с применением различных методов: метода трудоемкости (фотография рабочего дня); метода расчета по нормам; метода экспертных оценок; метода экстраполяции; компьютерной модели планирования кадров и т.д.

• **Метод трудоемкости** (фотография рабочего дня) заключается в том, что определяются задачи и действия для работника, а потом их регистрируют во времени. Результатом такого исследования станет определение целесообразности тех или иных операций, а также их зна-

чимость. Можно будет отказаться от каких-либо действий в пользу выполнения более значимых либо вообще пойти по пути сокращения кадров, совместив обязанности нескольких должностей в одну штатную единицу.

• **Применение норм труда.** Существует несколько видов норм труда: времени, выработки, обслуживания, времени обслуживания, численности и т.д. Если на предприятии практикуется нормирование труда, данный метод приобретает первостепенное значение. Зная прогнозируемые объемы работ в предстоящий период и учитывая нормы труда, можно легко оценить необходимое количество работников сельхозпредприятия. Нормы и нормативы по труду имеют важное социально-экономическое значение, так как являются эталоном меры труда. Для большинства производственных процессов нормативная база, нарабатанная в период плановой экономики, утеряна или неактуальна. При этом следует помнить, что доля творческого (интеллектуального) труда неуклонно растет, оставляя регламентированным трудовым процессам меньшую часть. А если норм нет, то и метод использовать невозможно.

• Наиболее популярные на сегодняшний момент методы определения потребности в кадрах выделяют простую (один эксперт) и расширенную (много экспертов) **экспертную оценку**. Как правило, экспертами выступают руководители структурных подразделений, которые обосновывают необходимость изменения штатного расписания (увеличение или сокращение штатных единиц). Для повышения качества прогноза желательное использование методов экспертных оценок, а не субъективного обоснования. На практике часто используется методика Дельфи, которая заключается в том, что каждый эксперт на начальном этапе дает свою независимую оценку с учетом различных факторов: спрос на продукцию, стратегические и тактические планы развития сельскохозяйственного предприятия, структурных подразделений, текучесть кадров, возможные изменения производственных и управленческих технологий и т.д. Модератор процедуры собирает полученную информацию, обрабатывает ее, предоставляет экспертам для ознакомления и предлагает повторно дать экспертное заключение с возможностью корректировки первоначальной оценки. Таких оценочных итераций может быть несколько, как правило, 2-3. Этот метод экспертных оценок может быть эффективным, если соблюдать необходимые правила проведения экспертного опроса, которые касаются подбора

самих экспертов, проведения экспертной оценки, обработки экспертных заключений.

Преимущество выяснения необходимой численности кадров методом экспертных оценок заключается в участии руководителей подразделений непосредственно в расчетах, использовании их знаний и опыта, которые придают результатам дополнительную весомость в глазах высшего руководства. Недостатки же метода связаны с трудоемкостью сбора и обработки мнений специалистов, а также субъективностью их суждений.

• При использовании **метода экстраполяции** происходит перенос существующей на данный момент в сельхозорганизации ситуации на планируемый период, с учетом специфики аграрной отрасли, изменения финансовой ситуации и т.д. Его основное преимущество – общедоступность, а недостаток – ограничения, связанные с невозможностью учета изменений в развитии организации и внешней среды. Таким образом, он подходит для краткосрочного планирования и для сельскохозяйственных организаций с устойчивой структурой, действующих в стабильной окружающей среде. Часто применяется метод скорректированной экстраполяции, когда учитываются все внешние факторы, такие как рост цен, популярность данной отрасли, политика государства и т.д.

• **Компьютерная модель планирования кадров** – не очень популярный метод при расчете потребности в работниках. При его использовании задействованы линейные руководители, которые должны предоставлять информацию. И на основе этого строится компьютерный прогноз с учетом текучести, оценочных процедур и т.п.

• **Стохастические методы** основываются на статистико-математическом расчете зависимости количества работников от значимых переменных факторов производственной деятельности. Следует обратить внимание на тот факт, что важная роль отводится: сбору и анализу статистической информации по хозяйственной деятельности предприятия за прошедший период; качеству прогнозной оценки целевых показателей хозяйственной деятельности по выбранному периоду планирования (например, 1 год, 3 года, 5 лет и т.д.). Зная прогнозные значения факторов на рассматриваемый период, можно с определенной долей вероятности оценить плановые значения численности кадров. Метод ограничен в применении из-за сложности построения и анализа подобных статистических моделей.

Надо заметить, что среди рассмотренных методов нормативный метод более достоверный, но на сегодня в большинстве сельскохо-

зяйственных организаций отсутствует нормативная база по определению штатной численности руководителей и специалистов, так как применительно к современным условиям подобных нормативов не существует.

Сельскохозяйственные организации, работающие в автономном режиме, вправе решать вопрос определения штатной численности управленческих работников в пределах своей хозяйственной самостоятельности. Любая форма организаций и их объединений в системе АПК предполагает в управленческой структуре иметь службы и отделы работников, выполняющие функции управления самостоятельной или управляющей организации в целом по объединению. При этом несколько отличаются функции руководящих работников и специалистов в самостоятельных сельскохозяйственных организациях и интегрированных в объединенную систему. Штатная численность сельскохозяйственных дочерних предприятий определяется, как правило, руководящим составом управляющей организации исходя из производственной необходимости, роли конкретного предприятия в системе интегрированного образования.

В качестве рекомендаций при формировании штатов можно предложить использовать Типовые штаты и штатные нормативы руководящих работников и обслуживающего персонала, действовавшие в дореформенный период для совхозов, откормочных хозяйств, племенных и конных заводов в соответствии с приказами Минсельхоза СССР от 23 июня 1977 г. №147 и от 13 июля 1981 г. №219. Так, например, численность специалистов агрономической службы можно определить в зависимости от условной уборочной площади, зооветеринарной службы – условного поголовья животных. При переводе объемов производства в условные единицы применяются коэффициенты, установленные приказом Министерства сельского хозяйства СССР от 5 июля 1973 г. №229. Данные документы не обязательные к применению в обязательном порядке, но они могут оказать методическую помощь в планировании и быть хорошим справочным материалом. Пример расчета плановой численности работников зооветеринарной службы приводится с использованием вышеуказанных документов в табл. 2. [1].

Таблица 2. Расчет численности специалистов зооветеринарной службы на планируемый год

Поголовье	Среднегодовое поголовье, гол.	Коэффициенты перевода	Кол-во условных голов	Коэффициенты на племенной скот	Всего условных голов
Коровы	600	1,0	600	1,4	840
Молодняк КРС	831	0,66	548	1,4	711
Свиньи на откорме	14535	0,16	2326	1	2326
Лошади	-	0,66	-	1	-
Пчелы (на конец года)	250	0,2	50	1	50
Итого	16216	-	3524	-	3927

Примечание. Главный зоотехник – 1 на организацию, имеющую свыше 800 условных голов скота; зоотехники – из расчета 1 должность на каждые 1000 голов условного скота; 1 главный ветврач на хозяйство, имеющее свыше 800 условных голов скота; ветврачи – 1 штатная должность на каждые 850 условных голов скота.

Оптимальность кадрового состава имеет два измерения: количество и качество работников сельхозорганизаций. Численность кадров сельхозорганизаций, в свою очередь, характеризуют главные показатели: требуемая численность (должностей по штату); фактическая численность работников (должностей по штату).

Общая потребность – численность управленческих работников требуемой квалификации и мотивации, необходимая сельхозорганизации для выполнения запланированного объема работ в определенные сроки в соответствии с производственным планом. Иными словами, она ха-

рактеризует несоответствие численности работников, требуемых для выполнения производственных и других организационных задач, их фактическому составу в тот или иной временной период. При определении потребности в управленческих кадрах учитываются предполагаемые (прогнозируемые) изменения в его составе, связанные с уходом на пенсию, переводами, увольнениями, декретом и т. д.

Качество трудовых ресурсов характеризуется их профессионально-квалификационным составом. Важнейшим современным показателем качества руководителей и специалистов яв-

ляется профиль компетенций: набор знаний, умений и личностных качеств, позволяющих выполнять определенные виды управленческих работ, которыми обладает человек.

Основа планирования численности и кадрового состава: организационная структура сельхозпредприятия; производственная программа сельхозпредприятия; штатное расписание; прогноз потребности в трудовых ресурсах (прогноз изменений: данные об имеющихся и запланированных на будущее рабочих местах, план проведения организационных мероприятий, план замещения вакантных должностей, анализ рынка труда, перемещения сотрудников, повышение в должности сотрудников и т.п.).

Внедрение новых средств механизации, автоматизации производства постоянно вносит изменения в количественные соотношения категорий работающих, вызывает необходимость совершенствования профессионально-квалификационного уровня работников, т.е. возрастают требования к качественному составу кадров предприятий. Для выхода из создавшегося положения в первоочередном порядке необходимо решить проблему, связанную с обеспечением и восстановлением равновесного состояния рынка труда в увязке с социально-экономическим развитием экономики, а также оптимального формирования потребности численности управленческих работников на предприятии аграрного сектора АПК. Расчеты потребности предприятий в руководителях и специалистах на перспективу являются решающими, служат исходным моментом при подготовке и переподготовке кадров, научной основой управления переменной труда с целью создания наиболее благоприятных условий для развития человеческой личности. Решение проблемы планирования и прогнозирования потребности предприятий в персонале зависит от уровня разработки соответствующих теоретических, методических и практических вопросов [3].

Планирование потребности в трудовых ресурсах – одно из направлений планирования, которое представляет собой детальную оценку имеющегося и определение будущего, предполагаемого состава кадров в количественном и качественном отношении, а также его трудового потенциала, организационных возможностей. Во временном отношении планирование численности и кадрового состава, исходя из существующего состояния кадров, далеко выходит за пределы настоящего и служит отправным пунктом для всех расчетов будущих изменений. Оно позволяет выявить специфические качественные

характеристики (специальность, компетенция, квалификация), а также количественный состав различных категорий работников: руководителей сельхозпредприятия, руководителей среднего звена, агрономов, зооинженеров, ветеринарных врачей, инженеров и техников, экономистов, бухгалтеров и др.

Сопоставление прогнозов спроса и предложения дает представление о том, какое количество кадров потребуется набрать (или окажется излишним). Эти данные составят основу для разработки плана по труду, определяют объемы и программы обучения сельхозпредприятий, необходимость подготовки сокращения штатов. В результате определения потребности в кадровом составе выясняется, сколько работников требуется, какой квалификации, к какому времени и в каких местах для выполнения запланированной организационной задачи в определенной ситуации.

Результатом такого анализа является планирование мероприятий по устранению рассогласования между будущими потребностями в кадрах и наличными трудовыми ресурсами. Выяснив общую потребность в кадрах и проведя оценку наличных кадровых ресурсов (с учетом изменений, которые можно относительно точно установить к определенному времени на основе планирования – отток/приток кадров), целесообразно на основе сопоставления этих показателей разработать план оптимизации численности и кадрового состава работников сельхозпредприятий. Он включает предполагаемые количественные и качественные изменения в составе трудовых ресурсов, осуществляемые различными способами [4].

Суть данного плана состоит в рационализации решений по удовлетворению потребности в трудовых ресурсах и, как следствие, повышению эффективности использования трудового потенциала сельхозорганизации. Необходимо рассмотреть основные зависимости (обеспечивающие оптимизацию решений по кадровому составу) между этими видами управленческой деятельности, с одной стороны, и потребностью в трудовых ресурсах – с другой.

1) Имеющийся кадровый состав не соответствует потребности в нем ни количественно, ни качественно, т. е. меньше этой потребности. Эта ситуация требует мер по найму управленческих кадров, как правило, связанных с развитием кадров.

2) Состав кадров количественно не удовлетворяет потребности в нем (меньше ее), качественно же вполне отвечает этим потребностям. Такое несовпадение устраняется, прежде всего, за

счет найма руководителей и специалистов, который может быть внутренним (ограничен привлечением своих работников) или внешним (приглашение работников данной категории со стороны). Возможны также меры по развитию кадров.

3) Число управленческих работников количественно соответствует потребности в них, а качественно – нет, т. е. не хватает квалифицированных работников аппарата управления. Такого рода качественный дефицит устраняется, прежде всего, путем развития кадров, а также за счет комбинирования: одновременного использования мер по освобождению работников с низкой квалификацией и приема более квалифицированных.

4) Кадровый состав и потребность в нем соответствуют количественно и качественно. В этом случае следует учесть будущие потребности сельхозорганизации, в т. ч. в повышении квалификации работников. Как правило, возможны и целесообразны меры по развитию кадров.

5) Кадровый состав и потребность в нем соответствуют количественно, но качественно квалификация управленческих работников превышает потребности сельхозорганизации. Как следствие, возможны мотивационные конфликты, неудовлетворенность части высококвалифицированных работников. В этом случае следует оценить, можно ли использовать меры по одновременному освобождению высококвалифицированных и принятию сотрудников средней квалификации. Вместе с тем, если есть надежда на расширение в обозримом будущем потребности в особо компетентных работниках, то целесообразно сохранять существующий кадровый состав.

6) Если в организации слишком много работников с низкой квалификацией и недостает высококвалифицированных, то необходимо одновременное освобождение первой и наем второй части трудовых ресурсов. Вместо найма или одновременно с ним может использоваться развитие своих кадров.

7) Если кадровый состав количественно превышает потребность в нем, а качественно либо равен этой потребности, либо превышает ее, то необходимо частичное освобождение, что в отдельных случаях может быть связано с мерами по развитию остающихся кадров [5].

Оптимальное для кадрового состава решение такого рода возможно на основе учета стратегии развития и производственного плана

сельхозорганизации, а также использования современных подходов к оптимизации численности и кадрового состава. В современных условиях оптимальность определяется с точки зрения экономической и социальной эффективности. Она имеет две стороны: количество и качество управленческих работников. Главное здесь – грамотное планирование, которое является первым этапом оптимизации численности и кадрового состава. Критерий оптимальности – снижение издержек на трудовые ресурсы, но при условии выполнения производственной программы сельхозпредприятия.

Литература

1. Кирьянова В.Н. Планирование средств на оплату труда руководителей и специалистов // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. Международный научно-практический журнал. 2013. № 1 (14).
2. Данные годовых отчетов Минсельхоза Российской Федерации за период 2000 – 2011 гг.
3. Суменков С.М. Внутрифирменное планирование оптимальной численности персонала промышленных предприятий. (http://www.dissland.com/catalog/vnutrifirmennoe_planirovanie_optimalnoy_chislennosti_personala_promishlennih_predpriyatiy.html)
4. Оптимизация состава персонала. По состоянию на: 01.12.2010. Журнал: Справочник кадровика год: 2010 Автор: Пугачев Василий Павлович. Тема: Ротация персонала. Рубрика: Управление персоналом. <http://www.personal.ru/journal/43/5648/?month=11&year=2012>
5. Планируем потребности в персонале. По состоянию на: 01.02.2007. Журнал: Справочник кадровика. Год: 2007 Номер: №3. Автор: Комиссарова М.В. Рубрика: Управление персоналом. http://www.personal.ru/journal/237/6149/?sphrase_id=324329
6. Оптимизация состава персонала по состоянию на: 17.03.2010. Журнал: Справочник кадровика. Год: 2010. Автор: Пугачев Василий Павлович. Рубрика: Управление персоналом. http://www.personal.ru/journal/328/8553/?sphrase_id=324419
7. Комов В.Г. Основные направления и методы совершенствования планирования в сельскохозяйственном производстве. (<http://dissers.ru/avtoreferati-doktorskih-dissertatsii/a20.php>)

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕГИОНОВ

Академик Россельхозакадемии Д.С. Стребков (ГНУ ВИЭСХ),
д-р экон. наук С.О. Сиптиц (ВИАПИ им. А.А. Никонова),
канд. техн. наук И.М. Кузнецов, М.В. Макеев (ГНУ ВИЭСХ)

Статья исследует вопросы организации информационных инфраструктур в сельскохозяйственном производстве субъектов Российской Федерации в 2014-2016 гг. и на период до 2020 года. Описаны технические формы взаимодействия между упомянутыми инфраструктурами и другими информационными системами.

Ключевые слова: информационная технология, инновационный проект, информационная инфраструктура.

Современный этап развития человечества характеризуется как информационное общество, идущее на смену индустриальному. Об этом, а также о своих обязательствах в ходе формирования новой общественной формации, было заявлено руководителями ведущих стран мира («Большой восьмерки») в «Окинавской хартии» еще в 2000 г.

Переход к информационному обществу во всем мире сопровождается процессами глобализации не только в информационной, но и в иных сферах деятельности, формированием мировых рынков товаров и услуг.

Согласно подписанной в 2008 г. Президентом России В.В. Путиным «Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации» целью формирования и развития информационного общества в России является повышение качества жизни граждан, обеспечение конкурентоспособности России, развитие экономической, социально-политической, культурной и духовной сфер жизни общества, совершенствование системы государственного управления на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий.

Вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО) и последующее открытие национального рынка, по мнению аналитиков, в наибольшей степени может затронуть агропромышленный комплекс.

Разработка и широкое внедрение информационно-коммуникационных систем и технологий в организацию и управление сельскохозяйственным

This article investigates the questions of information infrastructure organization in the agriculture of subjects of the Russian Federation from 2014 to 2016 and for a period until 2020. It describes technical forms of interaction between mentioned infrastructure and other information systems.

Keywords: information technology, innovation project, information infrastructure

производством в сложившихся экономических условиях характеризуется следующими особенностями:

- отсутствие в отрасли организационно-правовых документов о системном развитии информатизации в сельхозорганизациях и в АПК региона в целом, что приводит к необоснованному формированию управленческих структур, ориентированных на ручной метод организации использования материально-технических ресурсов, без применения научных методов управления и затрудняет создание в регионах многоуровневых информационных систем;

- в принятых региональных программах развития сельского хозяйства на 2013-2020 гг. не предусмотрено создание единого информационного обеспечения (ЕИО), реализующего функции оперативного управления производством и переработкой сельхозпродукции;

- применяемые формы и методы планирования и управления производственными процессами в большинстве сельхозорганизаций не отвечают современным возможностям эффективного использования автоматизированных технологий сбора и обработки данных при решении комплексных задач и принятии управленческих решений;

- неподготовленность подавляющего большинства руководителей и специалистов сельхозпредприятий в области использования научных методов планирования и управления производственно-финансовой деятельностью сельхозпредприятий с использованием ПК и ИКТ;

- отсутствие мотивации у специалистов большей части низкорентабельных сельхозпредприятий в повышении эффективности своей работы из-за незнания основ компьютеризации управления, что приводит к полному их безразличию в деле освоения крайне необходимых научных достижений. Только около 15% сельхозпредприятий могут с участием НИИ организовать разработку и внедрение в практику управления компьютерных технологий.

Объективная необходимость ускорения внедрения современных информационных систем обусловлена сложностью принятия рациональных решений в процессе планирования деятельности сельскохозяйственных предприятий (СХП) и становится очевидной при рассмотрении функциональной структуры подсистемы годового планирования.

Пусть центральный модуль подсистемы годового планирования деятельности СХП представлен моделью производственно-финансового плана предприятия (ПФП).

Как известно, методика производственно-финансового планирования СХП предполагает задание достаточно большого количества информации. Основные блоки информации в отраслях растениеводства и животноводства содержат группы показателей, участвующие в решении следующих задач:

- Распределение посевных площадей по возделываемым в СХП культурам;
- Распределение минеральных и органических удобрений по полям севооборота;
- Оценка урожайностей в связи с планом применения удобрений;
- Формирование операционных агротехнологий;
- Планирование оборота стад сельскохозяйственных животных;
- Экономическое обоснование продуктивности в отраслях животноводства;
- Планирование ветеринарных мероприятий;
- Формирование рационов и кормовой базы животноводства;
- Планирование работы вспомогательных производств и пр.;
- Планирование распределения продукции в натуре и по каналам сбыта;
- Планирование финансовой деятельности СХП.

В крупных СХП перечисленные функции выполняют соответствующие главные специалисты (ГС) (главный агроном, зоотехник, механик, ветврач и т.п.). В процессе годового планирова-

ния каждым ГС в пределах их компетенций принимаются решения относительно выбора того или иного варианта частных планов. Выбор может происходить как экспертно, так и в результате решения некоторой задачи с использованием методов экономико-математического моделирования. Каждое такое решение ГС в процессе годового планирования конкретизирует элемент плана, а все вместе – весь годовой план.

До момента принятия плана к исполнению он имеет статус виртуального. Оценка виртуального варианта плана осуществляется по критериям реализуемости и эффективности. Будем предполагать, что единственным ресурсом (фактором производства), ограничивающим виртуальный вариант плана, являются денежные средства на расчетном счету СХП. Ограничивающее влияние остальных факторов производства следует учесть при принятии решений на уровне ГС. Речь идет о таких ресурсах, как посевные площади, мощности производственных фондов, МТП, численность стад сельскохозяйственных животных и т.п. Эти факторы производства могут изменяться вследствие реализации соответствующих инвестиционных проектов, составляющих основу программы долгосрочного развития СХП. В той же подсистеме целесообразно рассмотреть и продажу части производственных фондов как инструмент финансирования инвестиционных процессов. Таким образом, предполагается наличие информационного взаимодействия между двумя подсистемами. Основным результатом этого взаимодействия отражается на состоянии финансового баланса предприятия – единственного ограничивающего фактора вследствие сделанных нами предположений.

Конфигурация подсистемы годового планирования деятельности СХП в виде блок-схемы представлена на рис. 1.

Сложность управленческих задач, кроме того, усугубляется недостатком материально-технических, трудовых и финансовых ресурсов, слабой организацией выполнения технологических операций или других работ и отсутствием контроля за их проведением. При этом не учитываются реальные риски в производстве сельхозпродукции из-за ухудшения погодных условий, поломки техники, невыполнения договорных обязательств сторонними организациями, задолженности в оплате за ГСМ, электроэнергию, тепло и др. Все это приводит к снижению эффективности управленческих решений, которые нигде не фиксируются, а их результативность не учитывается.

Отсюда возникает первая целевая задача развития информатизации сельскохозяйственного производства: **определить пути развития информатизации сельского хозяйства в регионах на ближайшие 3-4 года, в основе которых должно являться создание в них трехуровневой информационной системы**

оперативного управления ИСОУ до 2020 года, включающей региональный и районные органы управления сельского хозяйства и сельхозорганизации (агрохолдинги, животноводческие комплексы, другие предприятия и организации [1].

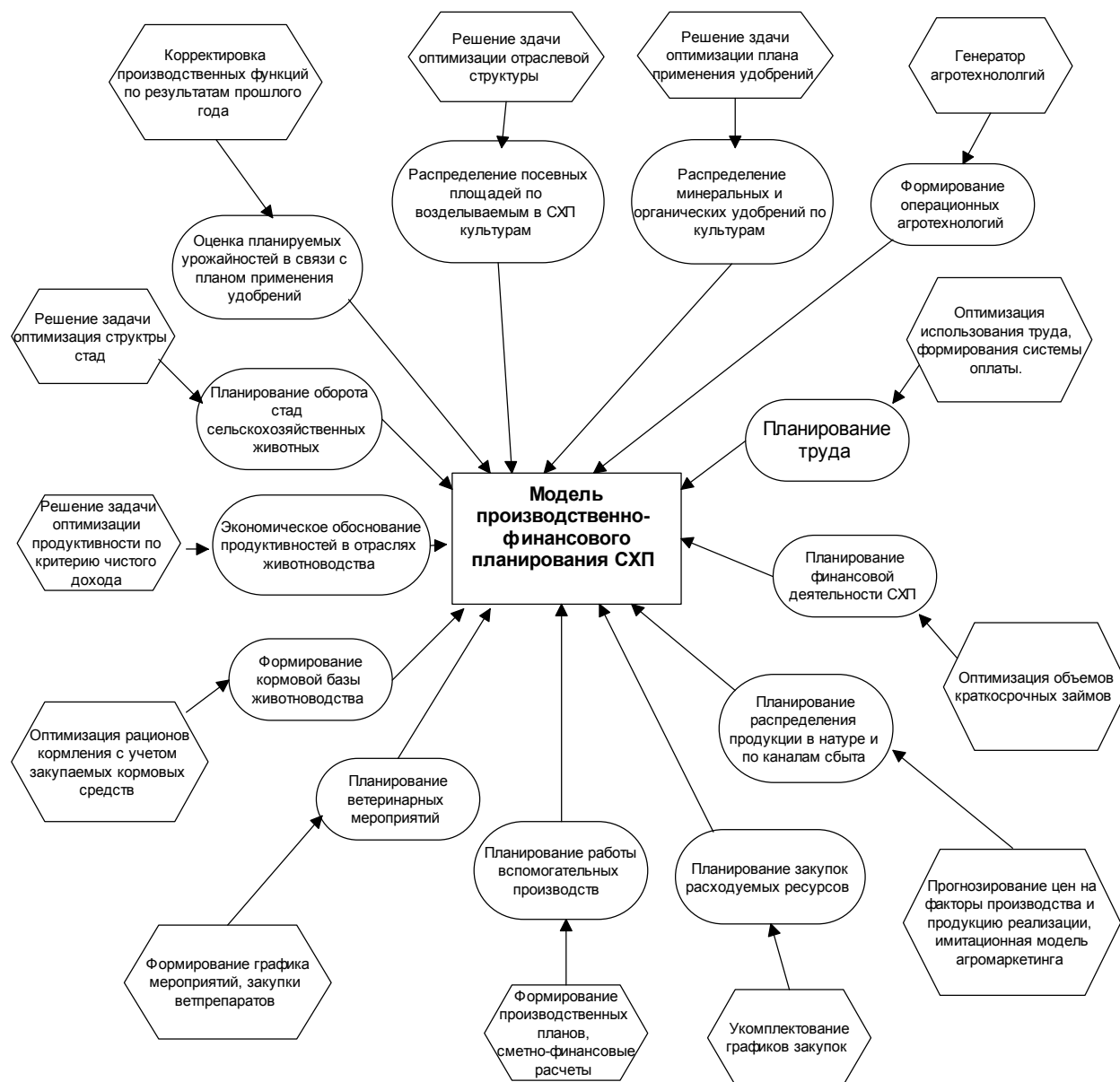


Рис. 1. Возможная конфигурация подсистемы годового планирования СХП

***Историческая справка.** На начальном этапе создания автоматизированных систем управления (АСУ) в сельском хозяйстве 1970-1980 гг. была разработана и утверждена пятиуровневая АСУ: союз – союзная республика – республика (край, область) – район – сельхозпредприятие. Была принята программа проведения НИОКР развития АСУ и ее реализации на примере пилот-*

ных регионов, районов, базовых сельхозпредприятий, которой предусматривалось последовательное внедрение информационных систем от решения простых задач до комплексных задач с финансированием за счет бюджетных средств и в незначительной части – привлеченных. При этом осуществлялся контроль за выполнением указанной программы со стороны Госплана СССР, Гос-

комитета по науке СССР, Минсельхоза СССР и соответствующих органов союзных республик.

С приходом рыночных отношений организацией разработки и внедрения информационных систем и технологий в управление сельскохозяйственным производством федеральные органы не занимаются, «справедливо» полагая, что это дело агробизнеса, поэтому бюджетные средства на эти цели не выделяются, и как следствие – доминирует позадачный метод внедрения информатизации. Этот метод иногда называют «лоскутной» или «островной» информатизацией, при которой сельхозтоваропроизводитель покупает отдельные программные приложения у различных организаций, не связанных ни функционально, ни информационно, ни эргономически. Хотя еще в 1980 годах была четко сформулирована концепция развития АСУ в сельском хозяйстве, которой определялась стратегия ее развития как комплексный процесс последовательного развития всех обеспечивающих подсистем АСУ конкретных уровней на единой организационно-технической основе.

Этот принцип по созданию единой трехуровневой информационной системы оперативного управления (ИСОУ) сельскохозяйственным производством региона необходимо сохранить с уточнением очередности выполнения предстоящих работ, учитывая, что они будут выполняться в рамках реализации региональных программ.

Отработку построения и функционирования ИСОУ в 2014–2016 гг. во всех регионах целесообразно осуществлять на примере 3–10 базовых сельхозорганизаций, 2–5 районных сельхозорганов, в которые будут входить указанные базовые сельхозорганизации, 3–5 предприятий по переработке сельхозпродукции и материально-техническому обеспечению, сервисному и транспортному обслуживанию на основе разработанной концепции развития трехуровневой ИСОУ.

Начальным этапом развития трехуровневых информационных систем должно являться определение основных задач и показателей планирования и выполнения производственных процессов и функций деятельности их руководителей и специалистов сельского хозяйства регионов.

Применительно к сельхозорганизациям в основные задачи можно включить:

- расчет и регулирование объемов производства исходя из наличия ресурсов (производственные функции);
- выбор вариантов ресурсов, оптимальных для производства определенного набора сель-

скохозяйственных продуктов (технологическая функция);

- расчет набора производимых продуктов, оптимального для заданного ресурсного обеспечения (предпринимательный выбор).

Для полного понимания и выполнения указанных функций сельхозтоваропроизводитель должен детально изучить решение всех вопросов, возникающих в процессе хозяйственно-финансовой деятельности с оценкой эффективности использования имеющихся ресурсов; иметь обоснованный прогноз цен на потребляемые ресурсы и реализуемую продукцию; иметь надежную информационную систему оперативного управления, которая позволяет выполнять оптимальные планы по производству и реализации сельскохозяйственной продукции; обосновывать и заказывать проектную документацию на проведение машинно-технологической модернизации и ликвидацию «узких мест» в производстве сельхозпродукции с последующей реализацией указанных проектов и оценкой их экономической эффективности.

Однако собственными силами выполнить качественно перечисленные требования сельхозтоваропроизводитель не может, так как функционирующая система управления является ручным инструментом, а поэтому все управленческие решения подготавливаются на основе опыта руководителей и специалистов сельхозорганизаций, которые не всегда оптимальны и не базируются на диагностике рисков менеджмента.

Исходя из накопленного опыта разработки и применения информационных систем в ЗАО «Ручьи» Ленинградской обл. и крупных сельхозорганизациях Краснодарского края, Саратовской, Белгородской и других регионов, можно утверждать, что дальнейшее эффективное развитие сельского хозяйства во многом будет зависеть от освоения руководителями и специалистами сельского хозяйства современных методов и моделей управления производственными процессами и уровня их обеспеченности компьютерами и требуемыми программными средствами.

Учитывая, что в настоящее время в регионах проводится активная работа по совершенствованию управления развитием сельского хозяйства в рамках федеральной программы на 2013–2020 гг., назрела необходимость издания Минсельхозом России организационно-технического документа по созданию единой трехуровневой информационной системы в регионах (приказ, распоряжение и др.), в котором должны быть определены:

- цели и задачи, сроки и объемы создания трехуровневой ИСОУ в сельском хозяйстве регионов;

- порядок финансирования разработки проектно-сметной документации на инновационные проекты по созданию ИСОУ, общесистемного программного обеспечения, прикладного программного обеспечения для решения сложных оптимизационных корпоративных задач и несложных технологических и аналитических задач постоянного использования и внедрения научно-технических достижений в практику управления производственными процессами;

- формы организации подготовки и переподготовки руководителей и специалистов сельхозорганов, СХП, других предприятий и организаций АПК и источники их финансирования;

- перечень НИИ и университетов (академий), на которые будут возложены организация и координация работ по созданию в регионах трехуровневых ИСОУ и обеспечивающих подсистем;

- форма соглашения между главами (губернаторами) регионов и Россельхозакадемией на проведение научно-технических работ по разработке и реализации проектной документации на ввод ИСОУ, включая подготовку кадров в регионах, а также участие ученых НИИ и университетов в создании модельных сельхозорганизаций с высокими экономическими показателями.

Второй целевой задачей развития информатизации является создание механизма развития информационных систем и технологий в сельском хозяйстве, обеспечивающего широкое применение современных научных методов программно-целевого управления производственными процессами, технологию внедрения которых необходимо реализовать при разработке соответствующих проектов роста производства сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время наиболее востребованными в сельскохозяйственном производстве являются информационные технологии, обеспечивающие решение следующих задач оперативного управления:

- повышение эффективности использования сельхозугодий, ферм, материальных и трудовых ресурсов;

- обеспечение прогнозирования объемных и экономических показателей и разработки хода выполнения Программ 13-20 на основе внедрения экономико-математических методов и моделей;

- формирование баз данных агрегированной информации успешности выполнения проекта (индикатор q) и разработка методических подходов получения итоговых показателей по внедрению продукции. Под индикатором q понимают некий обобщенный показатель (в %), отражающий возможности органа управления реагировать в режиме реального времени на складывающиеся негативные ситуации на объекте управления и принимать оптимальные управленческие решения в условиях постоянно изменяющейся организационно-технической, социально-экономической, природно-климатической и конкурентно-рыночной среды. В настоящее время может определяться только экспертным путем [2];

- освоение новых более интенсивных технологий производства зерна, молока и мяса;

- внедрение эффективных приемов защиты животных и растений от болезней и вредителей;

- повышение уровня селекционной работы в растениеводстве и животноводстве;

- выявление и усиление экономических стимулов для перехода структурных подразделений крупных сельхозорганизаций на внутрихозяйственный расчет.

Внедрение хозрасчетных отношений между их администрациями и структурными подразделениями (хозрасчетными коллективами (ХК)) на основе заключения договоров на производство сельскохозяйственной продукции с определением базовых технико-экономических и технологических показателей позволяет повысить заинтересованность всех работников ХК как в улучшении организации производственных процессов, так и в освоении новых эффективных технологических приемов, что соответственно будет способствовать росту заработной платы.

Однако переход на указанное хозрасчетное отношение возможен только при формализации функций управления руководителей и специалистов сельхозорганизации и, в первую очередь, руководителей и учетчиков ХК. Поэтому учетчик ХК кроме своей традиционной работы должен участвовать совместно с руководителем ХК в подготовке оперативных планов работ, проведении анализа технологических, технических и экономических показателей в рамках выполнения дневных и недельных заданий, выявлении причины нарушения графиков работ с последующим согласованием с диспетчером и отраслевыми специалистами внесения соответствующих корректировок в организационно-технологические процессы.

Следовательно, на учетчика ХК дополнительно возлагаются функции по осуществлению определенной планово-производственной деятельности и взаимодействию с планово-экономическим отделом сельхозорганизации в части контроля и учета использования матери-

ально-технических и финансовых ресурсов на конкретных видах работ.

Для отработки оптимальных вариантов построения и функционирования ИСОУ в крупной сельхозорганизации предложена схема ее построения, приведенная на рис. 2.

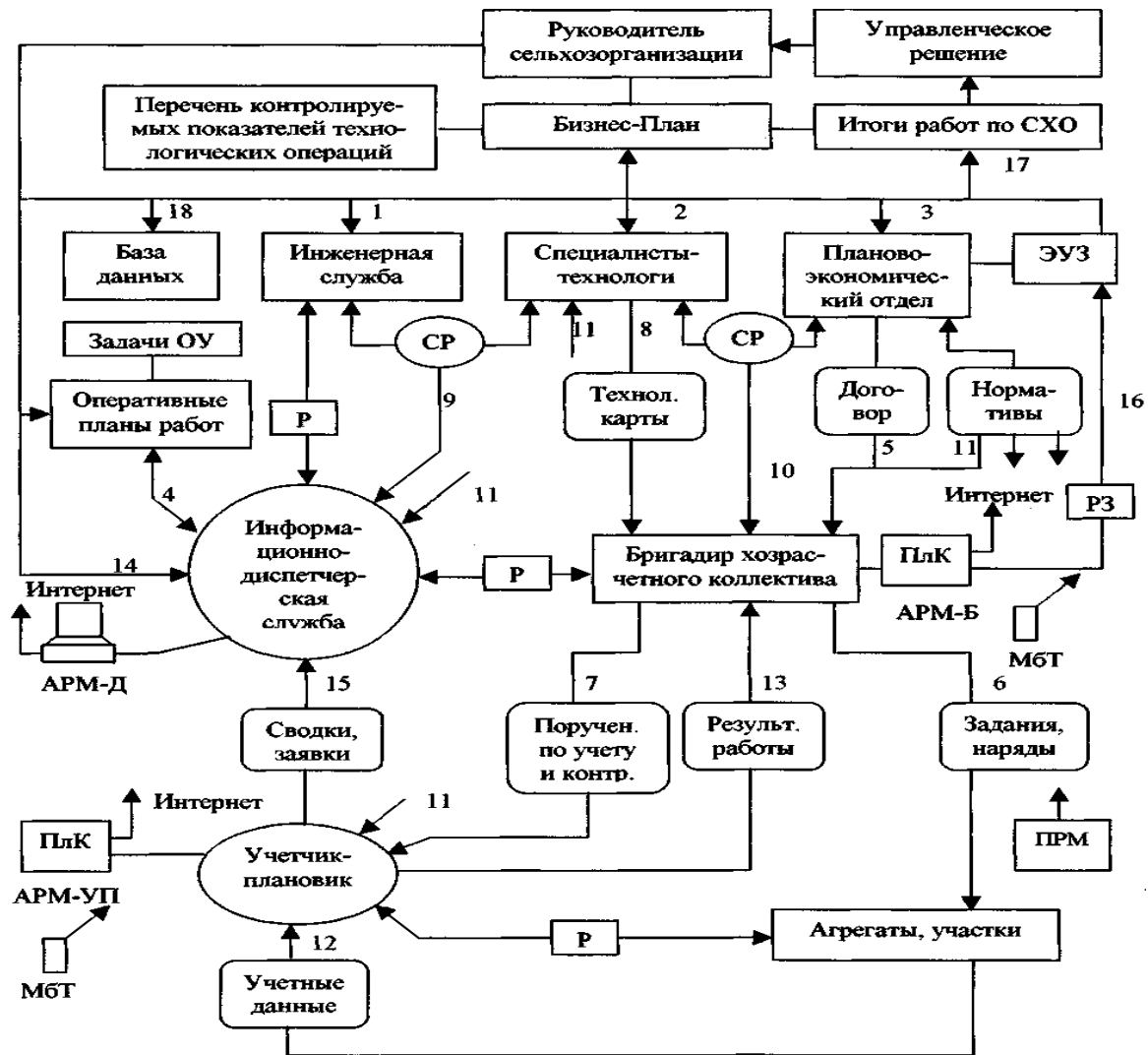


Рис. 2. Схема информационного обеспечения оперативного управления (ОУ):

СР – согласованное регулирование; ЭУЗ – экономист учета затрат; Р – регулирование хода работ; АРМ-Б, Д, УП – автоматизированные рабочие места бригадира, диспетчера, учетчика-плановика; МБТ – мобильный телефон; ПлК – планшетный компьютер; ПРМ – передвижная ремонтная мастерская; РЗ – регулирование затрат

Исходя из задач, функций и правового статуса хозрасчетного коллектива, его руководитель (бригадир) принимает все управленческие решения по выполнению установленных объемов работ самостоятельно (поток Р), используя технологические карты (поток 8), договорные обязательства (поток 5), нормативные документы (поток 11), организационно-

техническую документацию (поток 9) и экономико-технологическую поддержку (поток 10) руководителей и специалистов сельхозорганизации. После дополнительного рассмотрения этих данных бригадир перед началом смены доводит до механизаторов конкретные объемы и виды работ. Одновременно учетчик-плановик фиксирует их в учетных листах и согласовывает

с механизаторами организационно-технические показатели выполнения задания, время обеда, отдыха, технического ухода и др. (потоки 6, 7 и Р). По окончании смены учетчик-плановик обрабатывает данные о выполненных работах и информирует об этом бригадира (потоки 12, 13), после чего результаты работы передаются по Интернету с помощью ПЛК в БД ЛВС сельхозорганизации и затем поступают диспетчеру (объемные показатели) и экономисту учета затрат ПЭО (финансовые средства) (потоки 15, 16).

После обработки всей оперативной информации (поток 17) подводится итог работы за сутки (2-5 дней) и принимается управленческое решение по дальнейшей организации работ. Часть полученных показателей заносится в базу данных (поток 18). Таким образом информационный процесс разработанного оперативного плана заканчивается.

Отличительной особенностью внедрения хозрасчетных отношений в низовых звеньях сельскохозяйственного производства является автоматизация технологии сбора и обработки информации на основе использования персональных и планшетных компьютеров, информационно-программных модулей, Интернет и телекоммуникационных сетей.

Учитывая важность ускорения и актуальность широкого внедрения современных методов организации производства и управления в небольших коллективах (фермерских хозяйствах), перед учеными отраслевых НИИ и ВУЗов с участием опытных практиков сельского хозяйства стоит задача по разработке в 2014–2015 гг. рекомендаций и прикладных программ по реализации указанного внедрения на примере 7–10 базовых сельхозорганизаций в 3–5 пилотных регионах.

Для решения поставленной задачи необходимо осуществить мероприятия по повышению роли специалистов в освоении и внедрении информационных технологий и методики расчета и выбора оптимальных вариантов выполнения графиков работ по управлению производственными процессами, исходя из ресурсного их обеспечения, погодных условий и агросроков СХП регионов с использованием услуги распределенной обработки данных, предоставляемой трехуровневой ИСОУ.

Расширение функций специалистов в организации и повышении эффективности работы внутрихозяйственных структур наиболее емко можно осуществить при выполнении инновационного проекта «Производство и реализация

сельхозпродукции в 2014–2016 гг. на основе совершенствования организационно-экономического механизма программно-целевого управления производственными процессами и внедрения системы регулирования продовольственного рынка и поддержки доходов сельхозтоваропроизводителей».

Такой проект на примере крупной многоотраслевой сельхозорганизации должен быть разработан в большинстве регионов и являться на начальном этапе развития информационных систем рекомендациями по проведению анализа и функционированию инвестиционного механизма роста рентабельности и устойчивости сельскохозяйственного производства с применением современных методов и средств оперативного управления.

В инновационном проекте предполагается применение производственных моделей в растениеводстве и животноводстве на основе уточнения функций, выбора эффективных технологий и услуг, требуемого ресурсного обеспечения и целевых задач управления производством сельскохозяйственной продукции, определяющих объемные, технические, технологические, экономические и другие аспекты программно-целевого управления.

На основе полученного материала должны быть разработаны мероприятия по производству и реализации сельскохозяйственной продукции, включающие месячные планы работ и ответственных исполнителей, исходные показатели оперативного управления, прикладное программное обеспечение, организацию ведения баз данных, графики контроля выполнения объемных и экономических показателей.

Системная разработка и внедрение инновационных проектов на примере базовых сельхозпредприятий позволит обеспечить разработку рекомендаций по рациональному использованию новой энергонасыщенной техники, трудовых и финансовых ресурсов в соответствии с утвержденным бизнес-планом СХП и региональной стратегией машинно-технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

В современных рыночных условиях именно информационные системы, включающие компьютерные сети, информационно-программные модули (ИПМ) и диспетчерские службы, наделенные новыми обязанностями, должны стать для отраслевых специалистов важным и эффективным средством (инструментом), обеспечивающим формирование заданий по произ-

водству и реализации конкретного вида сельскохозяйственной продукции на предстоящий год и улучшение организации оперативного управления сельскохозяйственным производством, в особенности в растениеводстве в период сева и уборки зерновых, заготовки кормов.

Третьей целевой задачей развития информатизации является разработка и адаптация прикладного программного обеспечения.

Прикладные программы можно разделить на три группы:

- для решения несложных задач управления; используемые постоянно; они должны находиться в собственности сельхозпроизводителя;

- для решения оптимизационных задач, используемые периодически; они могут быть собственностью как сельхозтоваропроизводителя, так и районной информационно-консультационной службы или другой организации (НИИ, агрохолдинг и т.д.);

- для разработки программ социально-экономического развития и выбора направлений модернизации отраслей на перспективу в крупных сельхозорганизациях на основе применения экономико-математических моделей.

Их качественная разработка для решения технико-экономических, технологических и межотраслевых задач возможна только при детальном изучении каждой компоненты выполняемых технологических операций или производственного процесса.

Наиболее сложными задачами создания единого программного обеспечения сельхозорганизации являются задачи по реализации и переработке сельхозпродукции, оптимальному решению которых препятствуют ограничивающие факторы, не учтенные при постановке задачи:

- по сбыту – не все можно реализовать;
- по производственным возможностям – не хватит мощностей сельскохозяйственной техники, оборотных средств;
- по труду – потребуется привлечение дополнительной рабочей силы;
- по ценообразованию – есть риск снижения цен реализации как следствие роста производства отдельных культур.

Для устранения этих ограничений в погоне за приростом чистого дохода потребуется решение новых задач и принятие новых управленческих решений, для чего разработчикам указанных программных приложений необходимо изучить большое количество проблемных вопросов, включающих законодательные или другие нормативно-правовые акты и документы и подготовить предложения по их доработке

или отмене, если их нормы или решения не обеспечивают нормальную деятельность сельхозтоваропроизводителя.

Однако эти предложения должны быть подтверждены соответствующими исследованиями, проводимыми авторитетными организациями (НИИ, межведомственная комиссия, экспертный совет и др.).

Для проведения таких исследований разработана соответствующая методика, с помощью которой определяются возможности производителя на поставку в соответствии с графиком продуктового набора на переработку, и при согласии переработчика подписываются договорные обязательства об ответственности сторон за их нарушение.

Четвертой целевой задачей развития информатизации является разработка организационно-правовых мероприятий, позволяющих осуществить переход на автоматизированные технологии оперативного управления реализацией государственной программы развития сельского хозяйства на 2013-2020 гг.

Организация разработки указанных мероприятий должна исходить из необходимости выявления и устранения имеющихся недостатков в системном развитии информационных систем и технологий управления региональными программами и, в первую очередь, направленных на:

- определение целей, задач и функций каждого структурного подразделения, руководителя и специалиста при выполнении этапов и заданий;

- формирование оптимальной системы управленческих структур региональных органов сельского хозяйства;

- единство и интеграция управленческих действий как федерального, так и региональных органов сельского хозяйства;

- автоматизированную обработку данных и проведение анализа технико-экономических показателей выполнения производственных заданий и др.;

- определение перечня информационных технологий, являющихся инструментарием и средством информационной поддержки принятия управленческих решений, входящих в категорию государственных услуг;

- обеспечение прогнозирования объемных и технико-экономических показателей выполнения региональных программ и данных о возможностях появления рисков и путях их снижения;

- формирование баз данных агрегированной информации о выполнении программы;

- установление организационно-технического взаимодействия системы с пользователями на основе открытого доступа к региональным информационным ресурсам с целью получения услуг по автоматизированной обработке данных, проведения расчетов и технико-экономического анализа показателей выполнения программы, моделирования производства основных видов сельхозпродукции и других услуг на договорных условиях.

Однако система выдвигает жесткие требования к пользователям в части организации и регламента работы, достоверности информации, постоянного развития и совершенствования методов и моделей управления и обновления нормативной базы.

Поэтому пользователь должен хорошо знать производственные процессы, управление которыми осуществляется с применением системных информационных технологий, уметь быстро выявлять ошибки в расчетах, владеть методами автоматизированной обработки данных.

Вместе с тем, развитие информационных систем и технологий в регионах должно решаться в увязке с проблемами совершенствования организации и управления производством и переработкой сельскохозяйственной продукции на всех трех уровнях АП по четырем проблемным направлениям.

1. Повышение эффективности и комплексности научных исследований в области управления и информатизации. Анализ законченных НИОКР по указанной проблематике свидетельствует о важности и необходимости изменения устоявшихся методов их выполнения. Несмотря на актуальность и объективность решаемых задач в большинстве проводимых исследований результаты этих работ не востребованы ни сельхозорганами, ни бизнес-сообществом.

Причина видится в одном – отсутствие методов использования научных достижений в практической деятельности сельхозтоваропроизводителей.

Поэтому научные отчеты должны быть дополнены организационно-экономическим механизмом решения рассматриваемых вопросов или задач, обеспечивающих рост доходности сельхозорганизации и повышения конкурентоспособности сельхозпродукции на основе использования новых методик или программных приложений, полученных в результате исследований.

Необходимо также создать отраслевой стандарт на комплексные исследования востребованных научных разработок, определяющий формы их проведения от ТЗ до выходных результатов и включающий: участие в исследованиях нескольких НИИ и ВУЗов по соответствующим направлениям тематики, методики расчетов, разработку программного продукта или информационных технологий и акт их испытаний, лицензию на внедрение новых разработок. Только при этих условиях результаты научных исследований будут востребованы и коммерциализированы.

2. Создание системы проектно-технологических организаций и служб, обеспечивающих разработку, проектирование и эксплуатацию инфокоммуникационных систем и технологий в сельхозорганах, сельхозорганизациях, других предприятиях и организациях АПК.

В настоящее время комплексное внедрение научных разработок или проведение машинно-технологической модернизации в сельскохозяйственном производстве невозможно осуществлять без проектной документации, определяющей проектно-технические, организационно-экономические и иные решения, обеспечивающие создание новых видов производства, эффективных структур, более совершенной продукции. Такое направление успешно развивалось в сельском хозяйстве до 1991 г., в том числе и по организации АСУ. Хотя уровень отдельных проектов АСУ не был высоким, наличие проектной документации позволило эксплуатационному персоналу в короткие сроки обеспечивать профессиональное выполнение всех установленных регламентов работ.

В связи с отсутствием в системе Минсельхоза России указанных проектных организаций необходимо их создать на первом этапе при 5-8 ведущих НИИ как проектно-технологические центры аграрной информатизации по соответствующим направлениям.

3. Принимая во внимание перспективу развития инфокоммуникационных систем и технологий практически во всех отраслях сельского хозяйства первоочередной задачей организации этих работ должно являться создание эффективной и гибкой организационно-технической структуры управления указанным развитием от Минсельхоза России до фермерских и личных подсобных хозяйств с целью применения единых форм и методов определения и расчета экономических показателей производства и качества сельскохозяйственной продукции.

Во главе этой структуры должно быть самостоятельное подразделение, наделенное полномочиями централизованно осуществлять единую техническую политику в формировании и внедрении современных информационных технологий и услуг в сельском хозяйстве. Соответственно в регионах должны быть созданы технические службы по обеспечению сельхозтоваропроизводителей организационно-правовыми документами по разработке и эксплуатации информационно-вычислительных комплексов.

4. Широкое внедрение компьютеров и информационных технологий в сельскохозяйственном производстве выдвигает на первый план комплекс задач по подготовке и переподготовке кадров пользователей и разработчиков.

В связи с этим Минсельхозу России необходимо рассмотреть и принять решение о введении в программы ВУЗов специализированных курсов по применению ИКТ и ВТ с дистанционным обучением и практическими работами по внедрению ПК в собственных сельхозорганизациях и сельхозорганах.

На основании проведенных исследований и анализа разработанных и внедренных отечественных и зарубежных информационных систем в сельском хозяйстве предоставляется возможность сделать следующие **выводы**:

1. В современных экономических условиях сельское хозяйство, в первую очередь, крупных земледельческих регионов, остро нуждается в создании и совершенствовании информационной инфраструктуры системы организационного управления, обеспечивающей реализацию государственной программы развития сельского хозяйства на 2013–2020 гг. на базе внедрения трехуровневой информационной системы оперативного управления.

2. В целях ускорения и повышения эффективности применения информационных технологий и других научных методов организации оптимального годового планирования и регулирования производства и достижения гарантированного уровня доходов сельхозтоваропроизводителям необходимо принять в 2014 году отраслевую программу комплексных исследований и опытного внедрения инфокоммуникационных систем на примере базовых объектов 5–7 регионов, обеспечивающих совместную работу НИИ, агроуниверситетов (агроакадемий) и региональных сельхозорганов по разработке и апробации

эффективных методов и средств управления программными мероприятиями.

3. Принимая во внимание большой объем предстоящих работ по созданию и совершенствованию информационных инфраструктур в сельском хозяйстве регионов и их координацию, Минсельхозу России и Россельхозакадемии требуется совместно разработать и решить вопрос об образовании в составе 5–7 крупных отраслевых НИИ Научно-производственных центров и определении головного НИИ, на которые будут возложены обеспечение потребности сельхозорганов, сельхозорганизаций, других предприятий и организаций АПК в разработке и апробации научно-методических материалов, программных приложений, инновационных проектов и других организационно-нормативных документов.

4. Учитывая сложность организации разработки и внедрения инфокоммуникационных систем в подавляющем большинстве средних и небольших сельхозорганизаций и их неуверенность в эффективности компьютеризации, необходимо поручить группе отраслевых НИИ с участием региональных сельхозорганов до конца 2013 года подготовить доклад «О стратегии ускоренного развития информатизации в сельскохозяйственном производстве регионов в 2014–2016 годах» с последующим рассмотрением его на совместном НТС (или коллегии) Минсельхоза России, Минсвязи России, Россельхозакадемии и других заинтересованных ведомств и организаций. По результатам его обсуждения принять межведомственный организационно-правовой акт, определяющий объемы, сроки, порядок разработки, внедрения и финансирования указанных систем и при необходимости обратиться в правительство Российской Федерации с просьбой о решении возникающих вопросов развития информатизации на селе, входящих в его компетенцию.

Литература

1. Стребков Д.С., Сиптиц С.О., Кузнецов И.М. Кибернетика – основа управления инновационным развитием сельского хозяйства // Вестник ВИ-ЭСХ. 2013. Выпуск 2(11). С. 13-20.
2. Стребков Д.С., Кузнецов И.М., Макеев М.В. Совершенствование оперативного управления сельскохозяйственным производством // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. №6.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗОНАНСНЫХ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ И ОБЛУЧЕНИЯ

Канд. техн. наук А.Ю. Юферев
(ГНУ ВИЭСХ)

Рассматриваются пути повышения эффективности искусственных источников света. Один из способов – выбор источника света с наибольшей эффективностью и подбором его спектра и интенсивности соответствующим образом, чтобы его спектр и интенсивность соответствовали наибольшему воздействию на объект. Другой способ – разработка высокоэффективных электронных резонансных преобразователей напряжения для питания искусственных источников света.

Ключевые слова: резонансный преобразователь; источник света; ультрафиолетовое излучение.

Современная техника освещения и облучения нуждается в поисках путей повышения эффективности. Одним из способов повышения эффективности является использование резонансных свойств как источников света, систем питания, так и резонансных свойств воздействия на объекты.

Наиболее перспективным способом повышения эффективности является выбор искусственных источников света с большей светоотдачей и применение высокочастотных электронных схем включения. Разработки по повышению светоотдачи продолжают вестись с газоразрядными и твердотельными источниками света. Светоотдача серийных образцов в данный момент достигла 140 лм/Вт. Путь уменьшения потерь коммутации электронных схем – использование резонансных преобразователей с мягкой (при нулевом напряжении) коммутацией.

Основными узлами резонансного преобразователя являются силовые ключи $K1$, $K2$, блок управления $БУ$ и резонансный трансформатор, состоящий из емкости $C2$ и обмоток $L1$ и $L2$ (рис. 1).

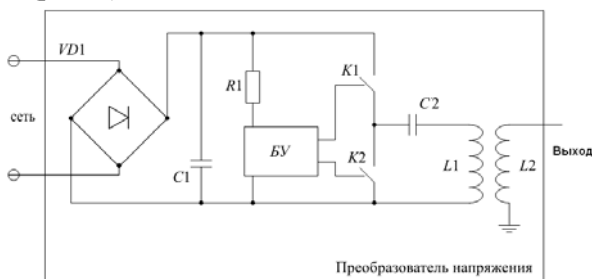


Рис. 1. Структурная схема резонансной системы передачи электроэнергии

How to improve the artificial light sources. The first – the choice of the light source with the greatest efficiency and selecting it in such a way that its spectrum and intensity consistent with the highest exposures to an object. Second – to create effective electronic resonant converters voltage to power artificial light sources.

Keywords: resonant converter; the light source; ultraviolet radiation.

Нагрузкой такого преобразователя напряжения могут быть светильники на основе светодиодов или компактных люминесцентных ламп со встроенными обратными преобразователями. При этом обратные преобразователи, на основе понижающего трансформатора, подключаются параллельно. КПД такой системы включения может составлять 90–95%.

Нагрузкой резонансного преобразователя напряжения является эквивалентная нагрузка силового контура R (рис. 2).

Резонансная частота преобразователя определяется параметрами контура LC (см. рис. 2) или $L1C2$ (см. рис. 1).

Максимальная выходная мощность зависит от напряжения, подаваемого на контур, напряжения на контуре, емкости контура, частоты и других параметров:

$$P_{\text{ВЫХ}} = \frac{U_{\text{ВЫХ}}^2}{R} = R(U_{\text{ВХ}} \omega C)^2 / 1,69, \text{ Вт},$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ – напряжение на контуре, В; $U_{\text{ВХ}}$ – входное напряжение контура (выходное напряжение преобразователя частоты), В; R – сопротивление нагрузки контура, Ом; C – емкость контура, Ф.

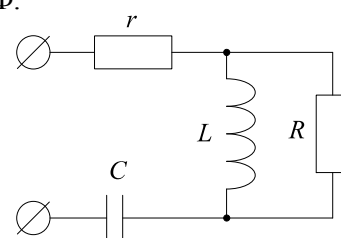


Рис. 2. Схема нагруженного контура: R – сопротивление нагрузки контура

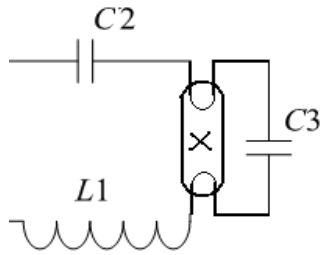


Рис. 3. Схема включения газоразрядной лампы в последовательный резонансный контур

В случае прямоугольной формы выходного сигнала преобразователя частоты K_ϕ зависит от скорости переключения ключей $K1, K2$ ($K_\phi \approx 1,6$).

Мощность резонансного преобразователя при заданной частоте определяется емкостью конденсатора контура. В свою очередь емкость контура рассчитывается следующим образом:

$$C = \frac{P_{\text{вых}} Q \cdot K_\phi}{U_{\text{вых}}^2 \omega} = \frac{P_{\text{вых}} K_\phi}{U_{\text{вых}} U_{\text{вх}} \omega},$$

где $U_{\text{вых}}$ – напряжение на контуре, В; $U_{\text{вх}}$ – входное напряжение контура (выходное напряжение преобразователя частоты), В; K_ϕ – коэффициент формы сигнала; Q – добротность нагруженного контура; $P_{\text{вых}}$ – максимальная мощность, снимаемая с контура, Вт.

Число витков силовой обмотки рассчитывается следующим образом:

$$W = \sqrt{\frac{L \delta}{1,25 \cdot 10^{-7} S_c K_c}},$$

где L – индуктивность, Гн; S_c – площадь сечения, см²; $K_c \approx 1,0$ – коэффициент заполнения магнитопроводящим материалом; δ – суммарный зазор, мм.

Если последовательно с элементами контура LC включить газоразрядную лампу, получится высокоэффективный электронный балласт (рис. 3).

Повышение эффективности воздействия искусственного источника света достигается подбором его таким образом, чтобы его спектр и интенсивность соответствовали наибольшему воздействию на объект.

Для освещения животных и птицы наибольший эффект достигается при использовании источников света, работающих в видимом диапазоне излучения 400–700 нм, а также с добавлением эритемного излучения в диапазоне 290–320 нм. Под действием эритемного излучения в коже животных и птиц провитамин D преобразуется в активный витамин D3, что повышает усвоение солей кальция, калия и других микроэлементов. В результате этого привесы телют повышаются на 7–13%, удои – на 9%. При

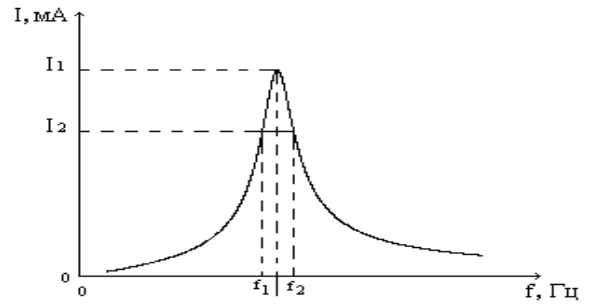


Рис. 4. Изменение тока источника света в резонансной системе при изменении частоты

добавлении в источник света ближнего УФ излучения 380–400 нм у птицы улучшается аппетит.

Для животных и птицы, содержащихся в замкнутых пространствах, необходимый уровень освещенности составляет 25–100 лк, при этом для птицы необходима система освещения с плавным включением-выключением «рассвет-закат», так как при резком включении освещения птица пугается, а при содержании большого количества птицы в клетках они при этом могут давить друг друга.

Уровень освещенности в резонансной системе освещения регулируется изменением частоты, при этом при отстраивании ее от резонансной в широких пределах регулируется передаваемая мощность (рис. 4). Таким образом, можно создавать регулируемые системы освещения.

При конструировании систем освещения на основе светодиодов со светоотдачей 120 лм/Вт потребляемая мощность системы освещения животноводческих и птицеводческих помещений с резонансной системой питания составляет 0,5–0,8 Вт/м².

Особенностью обеззараживания воздуха в животноводческих помещениях является необходимость проведения его в присутствии животных. К дезинфицирующим средствам в этом случае предъявляются следующие основные требования: они должны обладать сильным бактерицидным действием; быть безвредными для людей и животных даже при длительном использовании; не должны загрязнять окружающую среду, вызывать коррозию металла, выводиться из строя оборудование; применение их должно быть рентабельно и технологично.

К физическим методам обеззараживания относится коротковолновое УФ излучение, озон и искусственная ионизация воздуха, то есть биологические и физиологические процессы, осуществленные с помощью нанозлектрочастиц (электронов, протонов, ионов, фотонов) на уровне живых клеток и микроорганизмов.

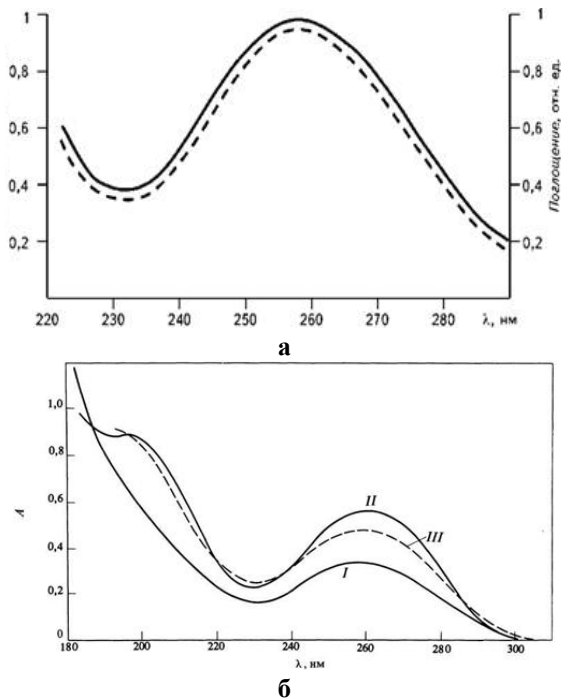


Рис. 5. Спектр поглощения РНК (а) и ДНК (б)

Образование озона в атмосфере происходит из молекул кислорода главным образом в результате фотохимических реакций в коротковолновом участке спектра 210–220 и 175 нм.

К стерилизующим достоинствам озона относят широкий спектр его биоцидного действия при низкой концентрации, возможность использования для обеззараживания труднодоступных поверхностей, более короткий период полураспада в сравнении с другими газами, а также наличие дезодорирующего эффекта.

Воздействие малыми дозами озона оказывает профилактическое и терапевтическое воздействие.

Бактерицидное действие УФ излучения наиболее выражено в интервале длин волн коротковолнового УФ излучения (230–280 нм). Оно позволяет улучшить газовые параметры микроклимата в животноводческих помещениях, повысить продуктивность животных, снизить число заболеваний и повысить сохранность животных.

При действии достаточно высоких доз УФ излучения, клетки микроорганизмов погибают непосредственно в момент облучения или вскоре после него. В этом случае имеет место общее широкое повреждение клеточного материала – коагуляции, дезинтеграция цитоплазмы. Совпадение спектра действия УФ лучей (254 нм) для подавления синтеза ДНК, РНК и белка со спектром поглощения нуклеиновых кислот дает основание допустить возможность одновременного повреждения ДНК и РНК (рис. 5).

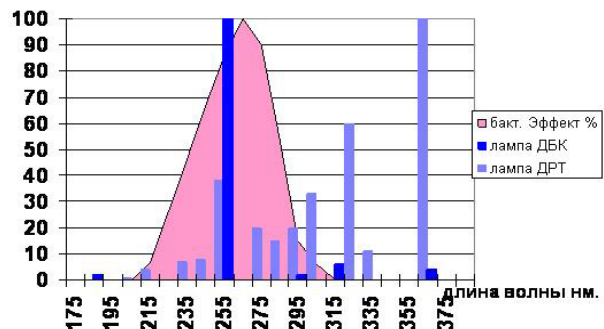


Рис. 6. Бактерицидное излучение ртутных газоразрядных ламп низкого (ДБК) и высокого (ДРТ) давления

Удельная мощность УФ облучателей для животноводческих и птицеводческих помещений составляет в среднем 0,2–0,6 Вт/м³.

Для одновременного УФ облучения и озонирования выпускаются специальные лампы серии ДБК с кварцевым стеклом, хорошо пропускающим вакуумный ультрафиолет с длиной волны короче 210 нм (рис. 6). Таким образом, одна и та же УФ лампа имеет как сильное бактерицидное излучение на длине волны 254 нм, так и излучение на длине волны 175 нм, образующее озон фотохимическим способом. На основе этих ламп разработан типоразмерный ряд облучателей «ОЗУФ» мощностью 10, 40 и 160 Вт с резонансной схемой включения УФ лампы.

Однако в последнее время появились ртутные бактерицидные лампы низкого давления нового поколения, позволяющие так же эффективно обеззараживать, как и комбинированные. Отличительной чертой этих ламп являются повышенная удельная мощность, увеличенный срок службы и высокий КПД на длине волны 254 нм, достигающий 40%.

На основе этих ламп разработаны новые модели УФ облучателей «ОЗУФ» мощностью 100 Вт, а на основе отработанных режимов обеззараживания разработана и утверждена «Технология применения».

Еще более двухсот лет назад голландские ученые заметили, что растения питаются водой, воздухом и светом. Основным источником естественного освещения, приемлемого для жизнедеятельности растений, является Солнце. Существует точка зрения, что «белый» солнечный свет является лучшим для растений, так как при нем растение развивается, оно к нему наиболее приспособлено, и фотосинтез происходит в широком диапазоне спектра (350–700 нм) (рис. 7).

Наибольшая урожайность достигается при уровнях облученности фотосинтез-активной радиацией 100–200 Вт/м².

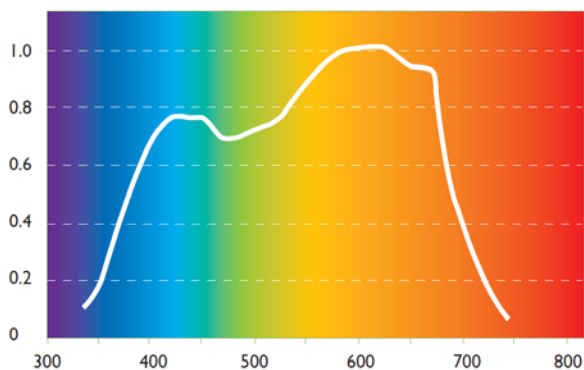


Рис. 7. Спектр фотосинтез-активной радиации [6]

Несмотря на это, доказано, что управлять развитием растений разных видов, на разных этапах роста можно, изменяя спектр, а также уровень освещенности. Для этих целей универсальную регулируемую систему освещения можно реализовать на современных твердотельных источниках света – светодиодах, так как современная промышленность выпускает цветные светодиоды более 15 различных спектров в диапазоне 360–990 нм, а также светодиоды белого цвета со сплошным спектром в диапазоне 430–700 нм.

Для применения в растениеводстве светильник может содержать матрицу из разноцветных светодиодов, каждый цвет в котором питается от отдельной регулируемой системы или отдельного регулируемого канала.

Однако в настоящее время в теплицах регулируемая система освещения не используется, так как применение светодиодного освещения такого вида потребует большого числа питающих проводов для каждого цвета отдельно. Из-за того что современные теплицы имеют значительные размеры, для электропитания светодиодных светильников потребуется большое число источников питания или провода большого сечения и сложность управления такой системой освещения.

Наиболее рационально создать систему питания и управления каждого цвета отдельно с помощью резонансной системы электропитания, которая существенно экономит капитальные затраты.

Уникальность нашей системы заключается в том, что она позволяет создавать регулируемое освещение растений, при этом регулировка спектра и уровня освещенности выполняется изменением частоты разных каналов преобразователя напряжения каждого цвета в отдельности.

Выводы

Наиболее рациональной системой искусственного освещения является резонансная система светодиодного освещения, которая имеет не только все преимущества светодиодного освещения, но и уменьшает капитальные затраты.

Для создания наиболее эффективной системы УФ облучения необходимо применять газоразрядные лампы низкого давления с увеличенной мощностью.

Литература

1. Юферев Л.Ю., Стребков Д.С., Роцин О.А. Экспериментальные модели резонансных систем передачи электроэнергии. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 208 с.
2. Системы освещения для птичников. <http://www.agrovent.ru/full/?id=41&branch=10>.
3. Voet D., Gratzner W.B., Cox R.A., Doty P. // *Biopolymers*, 2010, 1, 193 (1963).
4. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц. <http://www.ledprom.ru/?level=1&id=113>.
5. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы. Разработки // *Сельское хозяйство*. М.: СТА-ПРЕСС. 2010. №2. С. 76-82.
6. The role of light in the growth and development of plants. www.philips.com.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Асп. И.Р. Изияев, академик Россельхозакадемии Д.С. Стребков
(ГНУ ВИЭСХ)

В работе рассмотрен вопрос разработки конструкции электрического высокочастотного трансформатора с повышенной эффективностью преобразования и передачи электрической энергии, а также с повышенной надежностью и сроком службы.

Ключевые слова: резонансный высоковольтный трансформатор; индуктивность; емкость; добротность; электрическая изоляция.

Резонансный метод передачи электрической энергии по однопроводным линиям осуществляется емкостными токами повышенной частоты в режиме резонанса напряжения. Для передачи электрической энергии по одному проводнику или любой другой проводящей среде от источника энергии к приемнику используется четвертьволновый электрический трансформатор Тесла. У трансформатора Тесла, благодаря отсутствию замкнутого сердечника, вывод вторичной обмотки, прилегающий в первичной обмотке, имеет нулевой потенциал, а второй вывод имеет высокий потенциал, за каждый полупериод колебаний принимающий положительное или отрицательное значение [1].

Целью работы является разработка конструкции электрического высокочастотного трансформатора с повышенной эффективностью преобразования и передачи электрической энергии, а также надежностью и сроком службы.

Электрическая схема высокочастотного трансформатора представлена на рис. 1. Высокочастотный генератор 1 через емкости 2 подключен к низковольтной обмотке 3 высокочастотного трансформатора 4. Высоковольтная обмотка 5 выполнена в виде спиральной катушки с длиной проводника l_B , равной $1/4$ длины волны тока и напряжения.

$$l_B = \frac{C}{4f}, \quad (1)$$

где C – скорость электромагнитной волны.

При частоте генератора $f_0 = 25$ кГц:

$$l_B = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{4 \cdot 25 \cdot 10^3} = 3000 \text{ м.}$$

Для повышения эффективности преобразования и передачи электрической энергии не-

обходимо снижать потери на сопротивлении обмоток трансформатора при работе на повышенной частоте и увеличивать добротность высоковольтной обмотки. Для этой цели разработана конструкция электрического высокочастотного трансформатора со спиральной высоковольтной обмоткой, которая состоит из нескольких последовательно соединенных секций изолированного проводника, площадь сечения которого различна для каждой секции и уменьшается по мере удаления секции от начала спиральной обмотки согласно уравнению [2]:

$$\frac{\cos \varphi_i}{S_i} = \text{const}, \quad (2)$$

где $\cos \varphi_i$ – нормированное значение тока i -й секции; $\cos \varphi_i = I_i/I_0$, где I_i – ток в i -й секции, I_0 – ток в начале первой секции; S_i – сечение проводника в i -й секции; $0 \leq \varphi_i \leq \frac{\pi}{2}$.

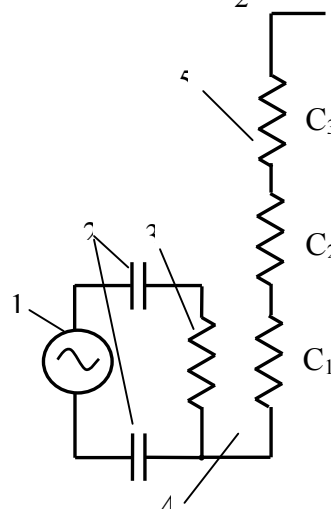


Рис. 1. Электрическая схема высокочастотного резонансного трансформатора

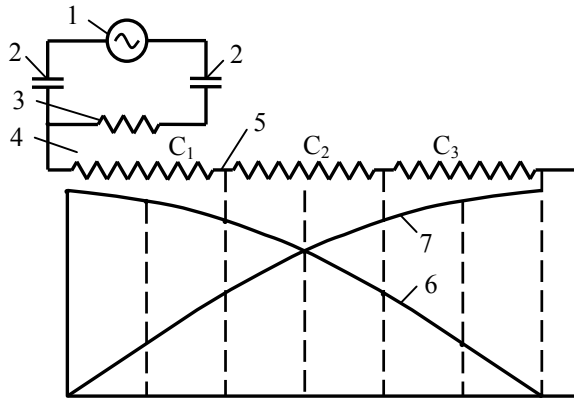


Рис. 2. Распределение тока (6) и напряжения (7) в секциях высоковольтной обмотки высокочастотного трансформатора

Начало спиральной обмотки соединено с концом низковольтной обмотки и через емкость с одним из выводов высокочастотного генератора.

Высоковольтная обмотка 5 состоит из секций C_1 , C_2 , C_3 с разным сечением проводника.

На рис. 2 показано распределение волны тока 6 и напряжения 7 четвертьволновой линии спиральной высоковольтной обмотки 5.

Средняя плотность тока j_i в каждой секции C_i равна:

$$j_i = \frac{I_i}{S_i} = \frac{I_0 \cos \varphi_i}{S_i},$$

где $I_i = I_0 \cos \varphi_i$ – средний ток в i -й секции; I_0 – ток в начале первой секции; S_i – сечение проводника в i -й секции.

Считая плотность тока $j_i = A$ постоянной вдоль проводника высоковольтной обмотки, получим уравнение:

$$\frac{I_0 \cos \varphi_i}{S_i} = A, \quad (3)$$

где $A = const$, постоянная величина.

Так как I_0 – фиксированная величина тока для данного трансформатора и режима передачи электроэнергии, разделим обе части равенства на I_0 , получим уравнение:

$$\frac{\cos \varphi_i}{S_i} = B, \quad (4)$$

где B – новая постоянная величина, а $\cos \varphi_i$ – нормированное значение тока в i -й секции спиральной обмотки.

$$\cos \varphi_i = \frac{I_i}{I_0}. \quad (5)$$

На рис. 2 высоковольтная спиральная обмотка четвертьволновой длиной 3000 м при частоте 25 кГц содержит три секции по 1000 м каждая. Примем средние значения нормированных токов для секции:

$$C_1 - \varphi_1 = 15^\circ, \cos \varphi_1 = 0,996;$$

$$C_2 - \varphi_2 = 45^\circ, \cos \varphi_2 = 0,707;$$

$$C_3 - \varphi_3 = 75^\circ, \cos \varphi_3 = 0,26.$$

Для выполнения условия (2) одинаковой плотности токов во всех секциях обмотки 5 получаем соотношения для сечений проводника в секциях:

$$S_1 = 0,966 B, \text{ где } B = const;$$

$$S_2 = 0,707 B;$$

$$S_3 = 0,26 B;$$

$$\frac{S_1}{S_2} = 1,37; \frac{S_2}{S_3} = 2,72; \frac{S_1}{S_3} = 3,71.$$

Выбирая для третьей секции сечение проводника $S_3 = 1 \text{ мм}^2$, получим $S_2 = 2,72 \text{ мм}^2$, $S_1 = 3,71 \text{ мм}^2$.

Пример выполнения высокочастотного трансформатора.

Число витков в низковольтной обмотке 3 $W_1 = 25$.

Число витков в высоковольтной спиральной обмотке 5 $W_2 = 1244$, число слоев – 21, общая длина обмотки 5 $l_B = 2474,02$ м. Обмотка имеет три секции. Первая секция выполнена из провода ПВЗ-10 длиной 355,63 м, сечением 10 мм^2 ; вторая – из провода ПЗ-6 сечением 6 мм^2 , длиной 409,61 м и третья – из провода ПВВ-1 сечением 1 мм^2 , длиной 2100,52 м. Сопротивление обмотки 5 на частоте $f_0 = 1$ кГц, $R = 450$ кОм, индуктивность $L = 0,93$ Гн, емкость обмотки 26,82 нф, добротность $Q_1 = 129$.

При выполнении высоковольтной обмотки 5 только из провода ПВВ-1 сечением 1 мм^2 длиной 2100,52 м добротность снизилась в 3,28 раза и составила $Q_2 = 39,3$.

Таким образом, по сравнению с трансформатором, у которого высоковольтная обмотка выполнена из проводника минимального сечения одинакового по всей длине высоковольтной обмотки, выполнение высоковольтной спиральной катушки из нескольких секций, в которых сечение проводника уменьшается в соответствии с соотношениями (2) – (4), снижает потери на сопротивлении обмоток, увеличивает добротность и эффективность преобразования

электромагнитной энергии в высокочастотном трансформаторе.

Секции C_1 , C_2 , C_3 высоковольтной обмотки 5 имеют разную толщину электрической изоляции проводника. Толщина изоляции увеличивается по мере удаления секции от начала спиральной обмотки согласно уравнению:

$$\frac{\sin \psi_i}{\delta_i} = const,$$

где $\sin \psi_i$ – нормированное значение напряжения i -й секции; $\sin \psi_i = V_i/V_0$, где V_i – напряжение в конце i -й секции, V_0 – ток в конце спиральной обмотки; δ_i – толщина электрической изоляции в i -й секции; $0 \leq \psi_i \leq \frac{\pi}{2}$.

Для увеличения электрической прочности изоляции высоковольтной обмотки необходимо изменять толщину изоляции по длине спиральной обмотки.

Максимальная величина электрического поля в изоляции в секции C_i равна:

$$E_i = \frac{V_i}{\delta_i} = \frac{V_0 \sin \psi_i}{\delta_i},$$

где $V_i = V_0 \sin \psi_i$ – напряжение в конце i -й секции; V_0 – максимальное напряжение в конце спиральной обмотки, равное номинальному напряжению высоковольтной обмотки высокочастотного трансформатора 4; δ_i – толщина изоляции i -й секции.

Считая электрическое поле постоянным по длине спиральной обмотки, получим уравнение:

$$\frac{V_0 \sin \psi_i}{\delta_i} = A_1,$$

где A_1 – постоянная величина; V_0 – номинальное напряжение высоковольтной обмотки 5 высокочастотного трансформатора 4 и является постоянной величиной. Разделим обе части уравнения на V_0 . Получим:

$$\frac{\sin \psi_i}{\delta_i} = A_2, \quad (5)$$

где A_2 – другая постоянная величина, а $\sin \psi_i$ – нормированное значение электрического напряжения в i -й секции спиральной обмотки:

$$\sin \psi_i = \frac{V_i}{V_0}.$$

На рис. 2 высоковольтная спиральная обмотка 5 четвертьволнового резонансного транс-

форматора 4 длиной 3000 м при частоте 25 кГц содержит три секции по 1000 м каждая. Принимая максимальное значение нормированного напряжения для секции:

$$\begin{aligned} C_1 - \psi_1 &= 30^\circ, \sin \psi_1 = 0,5; \\ C_2 - \psi_2 &= 60^\circ, \sin \psi_2 = 0,815; \\ C_3 - \psi_3 &= 90^\circ, \sin \psi_3 = 1. \end{aligned}$$

Для выполнения условия одинаковой величины электрического поля в изоляции проводника получаем соотношения для толщины изоляции в секциях:

$$\begin{aligned} \delta_1 &= \frac{0,5}{A_2}; \quad \delta_2 = \frac{0,815}{A_2}; \quad \delta_3 = \frac{1}{A_2}; \\ \frac{\delta_1}{\delta_2} &= 0,61; \quad \frac{\delta_1}{\delta_3} = 0,5; \quad \frac{\delta_2}{\delta_3} = 0,815. \end{aligned}$$

Выбирая для конца третьей секции C_3 напряжение $V_0 = 100$ кВ, толщину изоляции 15 мм, получим $\delta_1 = 7,5$ мм, $\delta_2 = 0,815 \cdot 15 = 12$ мм, $\delta_3 = 15$ мм.

Выполнение высокочастотного трансформатора 4 без сердечника обеспечивает несимметрию потенциалов на выводах высоковольтной обмотки 5 с нулевым потенциалом на выводе секции C_1 соединенной с низковольтной обмоткой 3 и полным потенциалом, равным номинальному напряжению V_0 высоковольтной обмотки 5, на конце секции C_3 . Использование незамкнутого сердечника с воздушным зазором 1–100 мм в зависимости от размеров трансформатора позволяет уменьшить размеры высокочастотного трансформатора за счет увеличения коэффициента электромагнитной связи при сохранении несимметрии потенциалов на выводах высоковольтной обмотки 5.

Пример выполнения высокочастотного трансформатора.

Высокочастотный трансформатор выполнен без сердечника.

Число витков в низковольтной обмотке 3 равно 4. Высоковольтная обмотка 5 имеет общую длину 1500 м. Обмотка имеет три секции по 500 м. Первая секция C_1 имеет сечение проводника 15 мм², толщину изоляции 7,5 мм; вторая – C_2 имеет сечение проводника 6 мм², толщину изоляции 12 мм, третья – C_3 имеет сечение проводника 4 мм, толщину изоляции 15 мм.

Таким образом, по сравнению с трансформатором, у которого высоковольтная обмотка выполнена из проводника с изоляцией одинаковой по всей длине высоковольтной обмотки, выполнение высоковольтной спиральной катушки из нескольких секций, в которых толщина изоляции увеличивается в соответствии с соотношением (5), увеличивает электрическую прочность изоляции, надежность и срок службы резонансного высокочастотного трансформатора.

Выводы

Выполнение трансформатора с высоковольтной спиральной катушкой из нескольких секций, в которых сечение проводника уменьшается в соответствии с соотношениями (2) – (4),

снижает потери на сопротивлении обмоток, увеличивает добротность и эффективность преобразования электромагнитной энергии в высокочастотном трансформаторе.

За счет выполнения высоковольтной спиральной катушки из нескольких секций, в которых толщина изоляции увеличивается в соответствии с соотношением (5), увеличивается электрическая прочность изоляции, надежность и срок службы резонансного высокочастотного трансформатора.

Литература

1. Стребков Д.С., Некрасов А.И. Резонансные методы передачи и применения электрической энергии. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2008. - 351 с.
 2. Патент РФ № 2337423. Электрический высокочастотный трансформатор / Стребков Д.С., Некрасов А.И. и др. // БИ. 2008. № 30.
-

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЕВЫХ МАТРИЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Канд. техн. наук В.К. Борисов
(ГНУ ВИЭСХ)

Проводится сравнительная оценка первичной и финишной отмывок кремниевых пластин после щелочного и кислотного травлений. Показано, что наиболее эффективна финишная обработка поверхности в перекисно-аммиачном растворе, обеспечивающая минимальную концентрацию ионов щелочных металлов и физических загрязнений.

Ключевые слова: солнечный элемент, травление, чистота поверхности, поверхностный заряд.

Электрические характеристики солнечных элементов (СЭ) во многом обуславливаются степенью совершенства кристаллической решетки и чистотой обрабатываемой поверхности пластин, снижающих скорость рекомбинации фотогенерированных носителей заряда. Поэтому обязательным условием получения бездефектных полупроводниковых структур является отсутствие на поверхности кремния нарушенного слоя, являющегося следствием механической обработки и каких-либо загрязнений.

Наиболее эффективным методом удаления нарушенного слоя и загрязнений с поверхности пластин является использование химического травления кремния, которое одновременно выполняет функцию утоньшения пластины. Обычно стандартные пластины монокристаллического кремния имеют толщину, значительно превосходящую диффузионную длину неосновных носителей заряда. С учетом механической прочности кремниевых пластин при технологических обработках оптимальная толщина планарного СЭ размером Ф100 составляет в настоящее время около 200 мкм. Для матричных солнечных элементов (МСЭ) генерируемая фотоЭДС пропорциональна количеству микроципов в устройстве и, следовательно, тем больше, чем тоньше исходная пластина.

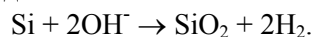
Процесс травления кремниевых пластин состоит в растворении их приповерхностного слоя путем взаимодействия с соответствующими химическими реагентами (щелочами, кислотами, их смесями и солями). В результате удаляются приповерхностный слой и имеющиеся на поверхности загрязнения. Химическое травление пластин кремния происходит на границе

A comparative estimation by primary and finish washings of silicon wafers after alkaline and acid etching is conducted. It is shown that finish treatment of surface is most effective in peroxide - ammoniac solution, providing the minimum concentration of alkaline metals and physical contaminations.

Keywords: solar cell, etching, clean the surface, surface charge.

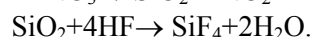
твердой и жидкой сред, и его можно рассматривать как гетерогенную реакцию. Процесс травления состоит из пяти стадий: диффузии реагента к поверхности; адсорбции реагента; поверхностной химической реакции; десорбции продуктов реакции; диффузии продуктов реакции от поверхности. Скорость всего процесса определяется скоростью наиболее медленной контролирующей стадии. При травлении кремния контролирующими стадиями могут быть либо диффузия реагента к поверхности, либо поверхностная химическая реакция, что определяется видом травителя.

Водные растворы щелочей относятся к селективным травителям, для которых контролирующей стадией является химическая реакция:



Щелочные растворы действуют как окислители.

В кислотных травителях (например, смеси азотной и плавиковой кислот) контролирующей стадией является диффузия реагента к поверхности. Поверхностные химические реакции при кислотном травлении протекают в два этапа: окисление поверхностного слоя и перевод оксида в растворимую соль:



С целью отработки способов травления для создания высокоэффективных МСЭ проведено сравнение химического и щелочного травления. Для сравнительного анализа брались стандартные соотношения и концентрации используемых реагентов. В полирующем кислотном травителе соотношение реагентов составляло $\text{HNO}_3 : \text{HF} = 2 : 1$, в качестве щелочного

Таблица 1

Реагент		Темпера- тура обработки, °С	Время обработ- ки, мин.	Плотность заряда кул/см ²
Наименование	Состав			
Травитель щелочной (ТЩ)	20% водный раствор КОН + 15мин. обработки в холодной и горячей деионизов. воде.	105	10 ± 1	5×10 ¹²
Травитель щелочной (ТЩ)	20% водный раствор КОН + 5мин. холодные H ₂ O: HCl = 1 : 40 + 5мин. холодная H ₂ O	105	10 ± 1	9×10 ¹¹
ТЩ +кислотно-перекисный	HNO ₃ : H ₂ O ₂ : H ₂ O = 1 : 1 : 1	70	7 ± 1	4×10 ¹¹
ТЩ +перекисно-аммиачный (ПАР)	H ₂ O ₂ : NH ₄ OH : H ₂ O = 1 : 1 : 4	70	7 ± 1	5×10 ¹⁰
ТЩ +перекисно-соляный	HCl : H ₂ O ₂ : H ₂ O = 1 : 1 : 4	70	7 ± 1	1×10 ¹¹

травителя использовался 20%-ный раствор КОН. Травление осуществлялось на установке химико-динамической полировки при скорости вращения 5 об./мин. Все используемые реагенты имели степень очистки ОСЧ, проточная деионизованная вода обладала сопротивлением не менее 5 МОм.

Для эксперимента использовались три кремниевые пластины Ф76 КДБ10[100]. Проверка качества травления осуществлялась визуально на микроскопе Метам Р-1. Как показал эксперимент, кислотное травление выявляет ростовые дефекты кремния, дислокации, дефекты упаковки и др., при этом высота микронеоднородностей достигает 0,5 мкм. В отличие от кислотного травления поверхность пластин, прошедших ХДП в щелочном травителе, имеет меньшую шероховатость и не содержит дефектов. Щелочной травитель при температуре раствора 105°С обеспечивал скорость травления кремния на плоскости [100] ~ 8 мкм/мин, скорость травления полирующего кислотного раствора при T = 22-25°С была значительно выше и менее контролируема – V = 20-25 мкм/мин.

Существенным недостатком щелочного травления является сложность удаления ионов калия с поверхности пластин после травления. Количественная оценка присутствия ионов щелочных металлов осуществлялась посредством измерения плотности заряда на окисленных пластинах. В результате окисления в приповерхностном слое кремния возникает положительный заряд, обусловленный нестехиометрией границы раздела SiO₂-Si. Наличие на поверхности ионов щелочных металлов приводит к росту величины заряда и появлению в запрещенной зоне полупроводника дополнительных (медленных) по-

верхностных состояний, увеличивающих рекомбинационную активность поверхности.

Испытываемые пластины кремния, прошедшие после щелочного травления различные финишные отмывки, окислялись в сухом кислороде при температуре 1000°С, толщина окисла составляла 0,1 мкм. Предварительно кварцевая оснастка хлорировалась при температуре окисления в парах двухпроцентного раствора соляной кислоты. Плотность поверхностного заряда определялась посредством измерений вольтамперных характеристик МОП структур на частоте 1 МГц (табл. 1). В качестве верхней обкладки конденсатора использовался слой индия диаметром около 1 мм.

Как видно из табл. 1, лучшие результаты по удалению щелочных и других ионных примесей с поверхности кремниевых пластин обеспечивает финишная обработка в перекисно-аммиачном растворе.

В процессе очистки поверхности подложек в ПАР между двумя химическими компонентами происходит компенсационное взаимодействие: перекись водорода окисляет кремний и образует слой оксида кремния непосредственно на поверхности подложки, а аммиак, напротив, подтравливает образовавшийся слой SiO₂. В результате протекания указанных процессов слой оксида кремния постоянно образуется и удаляется, а подтравливание слоя SiO₂ под частицами способствует удалению с поверхности Si пластин загрязнений.

При изготовлении солнечных элементов возможные виды загрязнений проявляются комплексно, и на разных стадиях изготовления к качеству чистоты поверхности предъявляются различные требования. Наиболее важна очистка поверхности после механической обработки

Таблица 2

Реагент		Температура обработки, °С	Время обработки, мин.	Количество светящихся точек, шт.
Наименование	Состав			
Перекисно-аммиачный (ПАР)	$H_2O_2 : NH_4OH : H_2O = 1 : 1 : 4$	70	7 ± 1	62 - 81
КАРО	$H_2SO_4 : H_2O_2 = 3 : 1$	130	10 ± 1	65 - 75
КАРО + Кислотно-перекисный	$HNO_3 : H_2O_2 : H_2O = 1 : 1 : 1$	130 70	10 ± 1 7 ± 1	40 - 51
КАРО + Перекисно-соляной	$HCl : H_2O_2 : H_2O = 1 : 1 : 4$	130 70	10 ± 1 7 ± 1	35 - 42
КАРО + ПАР	$H_2O_2 : NH_4OH : H_2O = 1 : 1 : 4$	130 70	10 ± 1 7 ± 1	8 - 15
Полир.кислотн. травитель + ПАР	$HF : HNO_3 : CH_3COOH = 3 : 1 : 1$	50	10 ± 1 7 ± 1	26 - 39

(резка, шлифовка, полировка) перед термическими процессами.

В качестве первичной отмычки тонких пластин кремния, не требующих утоньшения, перед диффузией бора и фосфора была опробована обработка кремния в смеси соляной кислоты и перекиси водорода (смесь КАРО) с последующей очисткой в перекисных растворах. Указанная отмычка была впервые применена фирмой RCA (США) и в настоящее время широко используется в микроэлектронике. В классическом составе смеси КАРО для химической очистки поверхности кремния и оксида кремния объемное соотношение компонент находится в пределах $H_2SO_4 : H_2O_2 = 3 : 1$, очистка в этой смеси проводится при $T = 130^\circ C$ в течение 10 мин. Смесь КАРО позволяет очистить поверхность кремниевой пластины от органических загрязнений и, частично, от ионных и атомарных примесей. Раствор устойчив в кислых средах и является очень сильным окислителем. Для последующей финишной очистки исследовались обработки в перекисно- и кислотно-аммиачных растворах.

После каждой очистки пластины отмывались в проточной деионизованной воде с сопротивлением в протоке 5 МОм до достижения номинального значения сопротивления и сушились на центрифуге. Отмывка водой применялась для очистки полярных растворителей после обезжиривания, от остатков травителей, кислот, щелочей, солей и других соединений. Так же, как и в органических растворителях, отмывка в воде сопровождается растворением загрязнений или механическим смыванием пылинок, ворсинок и других частиц.

После обработки в смеси КАРО на поверхности пластин образуется тонкий слой SiO_2 . После снятия оксида посредством окунания в раствор плавиковой кислоты и промывки в деионизованной воде пластины подвергались стандартной обработке в перекисных растворах при температуре $70^\circ C$ в течение 7 мин. После каждой отмывки, проводимой по циклу: обработка в растворе – отмывка в деионизованной воде – сушка на центрифуге, оценивалось качество отмывки пластины. Исследование чистоты поверхности производилось на микроскопе Метам Р-1. В темном поле микроскопа на пластине оценивалось количество светящихся точек больших 1 мкм.

В табл. 2 представлены результаты исследования качества отмывки поверхности пластин в различных реагентах. Каждому виду обработки подвергались по 3 пластины кремния Ф76 КДБ10[100]. Здесь же для сравнения представлена отмывка в полирующем кислотном травителе с финишной обработкой в перекисно-аммиачном растворе.

Анализ полученных результатов показывает, что наименьшая концентрация физических загрязнений достигается при обработке кремниевых пластин в смеси КАРО с последующей отмывкой в перекисно-аммиачном растворе. Данная обработка обеспечивает эффективное удаление с поверхности кремния жиров и механических примесей, а также ионов щелочных металлов.

Автор благодарит сотрудников ОАО «НПО Орион» Микертумянца А.Р. за проведение ряда химических операций и Демидова С.С. за измерение вольт-фарадных характеристик МДП-структур.

ПОВЫШЕНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СРЕДСТВ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Д-р техн. наук Т.В. Ерёмина, асп. Д.С. Шурыгин
(Восточно-Сибирский Государственный университет технологий
и управления (ВСГУТУ), г. Улан-Удэ)

Дан анализ состояния условий труда и определены основные негативные факторы при эксплуатации нестационарных электроустановок. Приведены результаты экспериментальных исследований разработанной виброзащиты ручного механизированного инструмента. Определена сравнительная оценка параметров вибрации электропневмоинструмента.

Ключевые слова: нестационарная электроустановка; вибробезопасность; вибротравматизм; средства виброзащиты; ручной механизированный инструмент.

Нерешенные на протяжении многих лет задачи улучшения условий труда при эксплуатации средств малой механизации, в частности нестационарных электроустановок (НЭУ), приводят к росту травматизма. В связи с этим необходимо отметить, что применение НЭУ, например ручного электроинструмента в сельскохозяйственном производстве, фермерских хозяйствах и бытовых условиях, связано с воздействием на человека опасных и вредных факторов, а именно вибрации. Поэтому безопасность НЭУ будет определяться состоянием электробезопасности и условиями вибробезопасности.

В свою очередь анализ использования вибрационной техники показал, что до 90% средств малой механизации являются виброопасными. Исходя из анализа несчастных случаев за период с 1998 по 2007 год видно, что 70% вибротравм возникает в результате использования ручной мобильной техники, т.к. по мере роста интенсивности работы данной техники, возросли уровни передаваемой вибрации на руки человека [1].

Основной причиной возникновения вибротравматизма при использовании вибрационных технологий является увеличение использования средств малой механизации с существующей несовершенной системой виброзащиты.

Несчастные случаи, такие как электротравматизм и вибротравматизм, являются частью негативных последствий эксплуатации НЭУ, вызванных, с одной стороны, неполным устранением опасных и вредных факторов, с другой – отсутствием единого подхода к рас-

The analysis of a condition of working conditions is given and the major negative factors are defined at operation of non-stationary electroinstallations. Results of pilot studies of the developed vibroprotection of the manual mechanized tool are given. The comparative assessment of parameters of vibration electro - the pneumotool is defined.

Keywords: non-stationary electroinstallation; vibrosafety; vibrotraumatism; means of vibroprotection; the manual mechanized tool.

смотрению процесса работы НЭУ как сложной социально-технической системы, при рассмотрении которой необходимо учитывать взаимосвязи между элементами системы, выявлять роль каждого из них в общем процессе функционирования, учитывать комплексное воздействие экономических, социальных, технических и психологических факторов.

Известно, что основными факторами, влияющими на тяжесть поражения электрическим током, являются условия получения электротравмы, индивидуальные особенности организма человека, т.е. его физическое и особенно психическое состояние. Кроме того, вибрация увеличивает степень риска, оказывает отрицательное влияние на психомоторную работоспособность, эмоциональную сферу, умственную деятельность человека, повышает вероятность возникновения несчастных случаев [2].

При работе с НЭУ в результате воздействия вибрации на человека происходит нарушение психических процессов, а именно сужение внимания, сопровождающееся замедленностью в принятии решения и нарушением способности оценки ситуации.

Приведенные выше данные отражают влияние важнейших факторов опасности, присущих тому или иному конкретному виду производственной деятельности человека, и при использовании НЭУ такими факторами являются электрический ток и вибрация.

Таким образом, фактор вибрации оказывает негативное воздействие на безопасность

НЭУ, а значит и на состояние электробезопасности. С учетом этого для устранения травматической опасности при эксплуатации НЭУ целесообразно выполнить технические мероприятия по снижению воздействия на человека самых опасных факторов, тем самым качественно улучшить безопасность НЭУ.

Наряду с решением главного вопроса – обеспечения электробезопасности – одной из важнейших проблем НЭУ является защита человека от воздействия вибрации.

Проблема обеспечения вибробезопасности НЭУ является весьма важной социальной задачей. На предприятиях и в быту в ежедневном употреблении продолжает оставаться значительное количество этой техники, требующей к себе пристального внимания с точки зрения виброзащиты людей. Специальные средства виброзащиты ограничивают воздействие вибрации на работающего и обеспечивают снижение уровня локальной вибрации.

Из всего многообразия средств малой механизации, применяемых в сельском хозяйстве, для каких-либо видов работ используются не только НЭУ, но и пневматические установки, например, при заготовке кормов в высокогорных районах, при строительстве животноводческих помещений и др. Поэтому в целях определения вибрационных характеристик были проведены исследования работы электрической и пневматической ручной мобильной техники.

Основными средствами виброзащиты являются пружинные и резиновые амортизаторы. В качестве упругих элементов использованы металлические пружины, которые обладают высокой стабильностью виброизоляционных свойств, снижают воздействие вибрации низкой частоты на руки работающего, обеспечивают виброизолятору большую прочность и долговечность. Резиновые амортизаторы гасят вибрацию высокой частоты, имеют малую жесткость, небольшую массу, бесшумные в работе.

Метод снижения уровня вибрации мест контакта инструмента с руками оператора с помощью специальных виброзащитных средств является основой для разработки виброзащиты для электрических и пневматических установок ударного действия [3, 4].

Использование виброизоляторов позволяет существенно снизить жесткость виброизоляции, уменьшить передачу динамических нагрузок и амплитуду колебаний.

При разработке средств виброзащиты бы-

ли выполнены исследования вибрационных параметров ручного инструмента. Целью исследования является определение уровней локальной вибрации, с одной стороны, для изучения условий вибробезопасности, а с другой – для обоснования влияния конструктивных параметров виброзащиты на эффективность снижения интенсивности колебаний.

Измерение уровня вибрации показало, что предельно допустимые величины нормируемых параметров вибрации для ручного электро- и пневмоинструмента с виброзащитой соответствуют санитарным нормам [5].

Параметры вибрации, а именно уровень виброскорости ручного механизированного инструмента без виброзащиты, значительно превосходят нормативные значения, т.е. предельно допустимые значения. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими санитарные нормы более чем на 12 дБ в какой-либо октавной полосе недопустима. Используемый ручной инструмент без виброзащиты является виброопасной техникой.

Эффективность виброзащиты была определена при сравнении результатов измерений параметров вибрации с теми уровнями, которые имели место до введения в систему «человек-машина» средств виброзащиты. Сравнительная оценка параметров вибрации в результате испытаний виброзащищенного электро- и пневмоинструмента с параметрами вибрации существующего ручного механизированного инструмента приведена на графиках зависимости частоты от нормируемого параметра.

Уровни колебательной скорости (кривая II, рис. 1 и 2) в различных полосах среднегеометрических частот спектра имеют значительные изменения.

Расположение пиковых значений виброскорости значительно в области низких частот (16–31,5 Гц), а также в области средних и высоких частот.

Из рис. 1 и 2 видно, что при наличии виброзащиты параметры виброскорости ниже санитарных норм (кривая III). Уровень виброскорости электроинструмента с виброзащитой на 47–53 дБ ниже предельно допустимого значения, пневмоинструмента с виброзащитой – на 32–44 дБ также ниже допустимого значения.

Таким образом, экспериментальная проверка ручного механизированного инструмента с виброзащитой показала значительное уменьшение параметров вибрации.

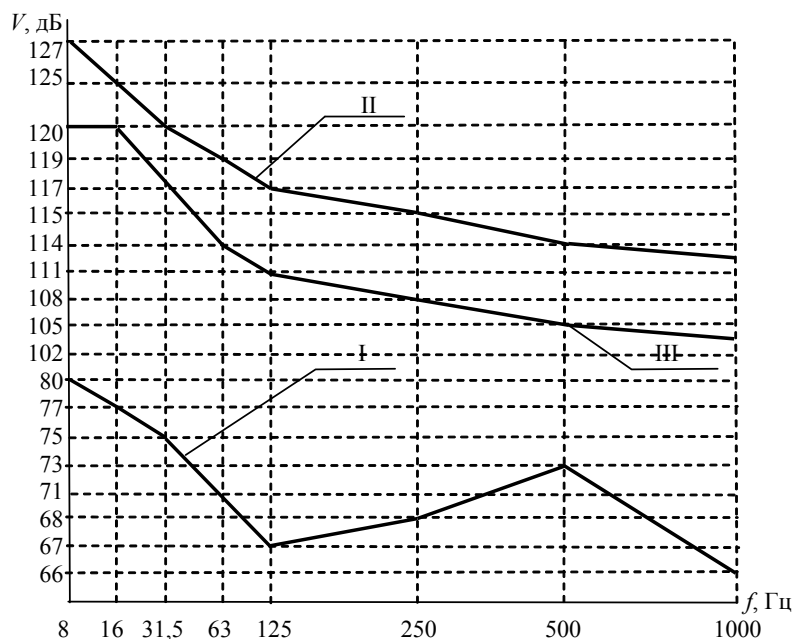


Рис. 1. Сравнительная оценка параметров вибрации ручного электроинструмента: I – уровень вибрации ручного инструмента с виброзащитой; II – уровень вибрации ручного инструмента без виброзащиты; III – предельно допустимый уровень вибрации согласно санитарным нормам [5]

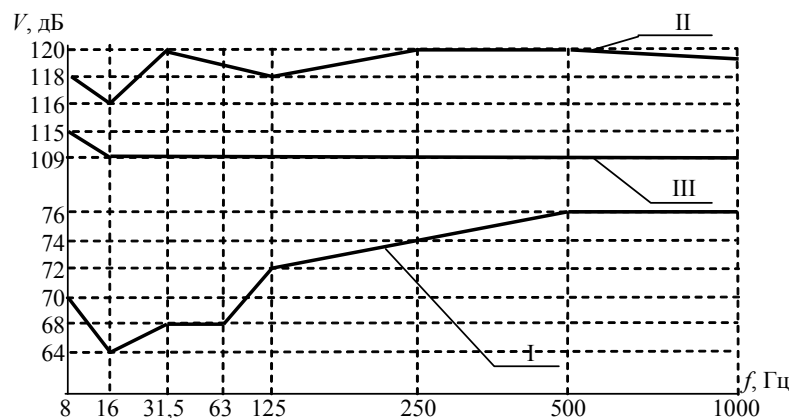


Рис. 2. Сравнительная оценка параметров вибрации ручного пневмоинструмента: I – уровень вибрации ручного инструмента с виброзащитой; II – уровень вибрации ручного инструмента без виброзащиты; III – предельно допустимый уровень вибрации согласно санитарным нормам [5]

Выводы

1. Проведенные исследования по разработке средств виброзащиты электрического и пневматического ручного инструмента, используемого в сельском хозяйстве в технологических процессах, строительстве, электромонтажных и других видах работ, представляют возможность сделать вывод о том, что виброизоляция обеспечивает значительное снижение уровня локальной вибрации, ограничивая ее воздействие на человека.

2. Экспериментальная эксплуатация виброзащищенного ручного механизированного инструмента показывает снижение уровня вибрации на 30-40%.

Литература

1. Тимофеева И.Г., Ерёмина Т.В. Прогнозная оценка условий безопасности средств малой механизации // Безопасность труда в промышленности. 2008. №5. С. 36-37.
2. Сидоренко Г.И. Гигиена окружающей среды. М.: Медицина, 1985. – 129 с.
3. Патент №79826 РФ. Электрический ручной молоток ударного действия / Т.В. Ерёмина, И.Г. Тимофеева // БИ. 2009. №2.
4. Патент №34112 РФ. Пневматический инструмент ударного действия / А.П. Ожогин, И.Г. Тимофеева, Т.В. Ерёмина // БИ. 2003. №33.
5. Санитарные нормы и правила. Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий: 2.2.4/2.1.8.566-96 М.: Инф. изд. центр Минздрава России, 1997. – 30 с.

СИЛОВАЯ ГАЗОВАЯ ТУРБИНА, УВЕЛИЧИВАЮЩАЯ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ ДВС

А.И. Кусков
(ГНУ ВИЭСХ)

При подключении к выхлопу четырехтактного ДВС турбоагнетателя и силовой газотурбинной расширительной машины, имеющей кинематическую связь с валом двигателя, продукты сгорания поступают в расширительную машину и совершают дополнительную полезную работу. Благодаря двухступенчатому расширению продуктов сгорания топлива (в двигателе и силовой турбине) в таком комбинированном двигателе происходит более эффективное использование энергии сгораемого топлива, т.е. повышается мощность и экономичность двигателя.

Ключевые слова: комбинированный двигатель; роторный двигатель; динамическая камера сгорания; силовая газотурбинная расширительная машина.

При работе любого двигателя внутреннего сгорания (ДВС) фактически происходит неполное расширение продуктов сгорания. При выпуске выхлопных газов из двигателя в атмосферу давление газов остается высоким, и создается большой шум. Это требует применения глушителя, поглощающего до 30% энергии двигателя.

Проблема более эффективного использования энергии сгораемого топлива в энергетических установках остается. Над этой проблемой с переменным успехом работают во многих странах с давних пор.

Создатели ДВС давно пришли к выводу о целесообразности передачи газовой турбине роли дополнительной расширительной машины в комбинированном турбопоршневом двигателе (ТПД), передающей утилизируемую энергию на выходной вал двигателя или на вал нагнетателя воздуха. Целью является получение большей мощности, используя ТПД одновременно как генератор рабочего тела (газа) для такой расширительной машины.

Благодаря расширению продуктов сгорания в свободной расширительной машине (газовой турбине) до атмосферного давления с совершением полезной работы, они используются более эффективно – для осуществления турбонаддува или увеличения мощности двигателя, что является отличительной особенностью и преимуществом комбинированных двигателей

When connected to the exhaust of a 4 stroke engine turbo-compressor and gas turbine power expansion of the machine, which has a kinematic connection with the shaft of the motor, combustion products will be available in the expansion of the car and do more useful work.

Thanks to the 2 stepwise expansion of products of combustion of fuel (in the engine and power turbine) in the combined engine is more efficient use of energy of burning fuel, i.e. increased capacity and efficiency of the engine.

Keywords: combined motor; rotary engine; dynamic combustion chamber; power gas turbine expansion machine.

по сравнению с простыми двигателями внутреннего сгорания. Эффективность комбинированных двигателей с наддувом выше, чем ДВС без наддува.

Первые комбинированные двигатели были с механическим наддувом. Механические генераторы газов для работы силовой расширительной машины турбинного типа распространения в те и последующие годы не получили, а развитие комбинированных двигателей ограничилось широким применением турбонаддува ДВС. Турбокомпрессор, впервые предложенный швейцарцем А. Вуччи еще в 1905 году, до 1950-х годов применялся исключительно только для наддува судовых, тепловозных и авиационных двигателей.

Сегодня более 50% автомобилей, 100% тяжелых грузовиков и почти все тракторы выпускаются с турбонаддувом. Двигатели без наддува теряют около 40% энергии, полученной от сгорания топлива, эта энергия выбрасывается вместе с отработанными газами. Теперь дизельные двигатели средней и большой мощности без турбонаддува не разрабатываются и не выпускаются.

Примером поршневого двигателя с турбоагнетателем (рис. 1), в котором помимо наддувочного компрессора часть мощности турбины через сложный механический редуктор передавалась на вал двигателя, является авиационный

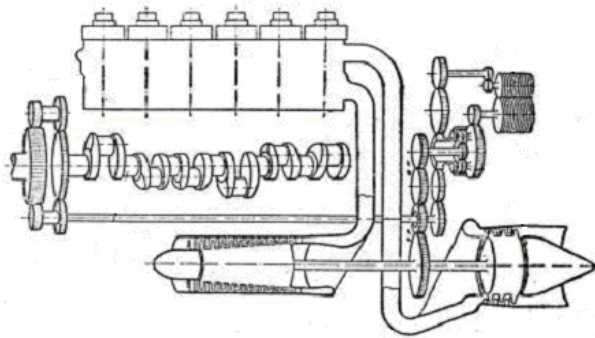


Рис. 1. Комбинированный двигатель фирмы «Нэпир» (Англия)

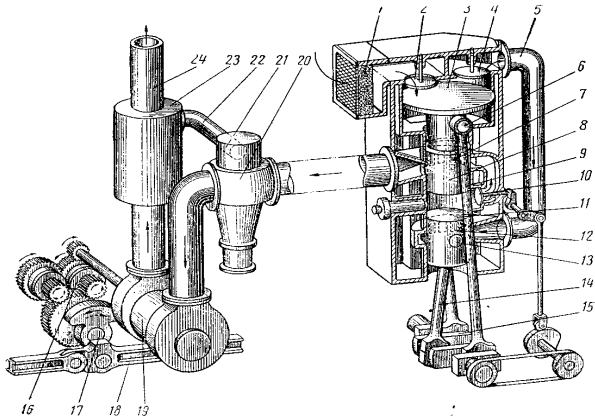


Рис. 2. Двигатель фирмы Гёттаверкен:
 1 – воздушный фильтр; 2 – впускной клапан;
 3 – поршень компрессора; 4 – нагнетательный клапан; 5 – труба продувочного воздуха; 6 – валик крейцкофа; 7 – выпускные окна; 8 – верхний поршень; 9 – боковой шатун; 10 – клапан регулировки сжатия; 11 – нижний поршень; 12 – продувочные окна; 13 – поршневой палец; 14 – внутренний шатун; 15 – коленчатый вал; 16 – фрикционная муфта; 17 – тяговый вал; 18 – сцепные дышла; 19 – турбина; 20 – главный вентиль турбины; 21 – перепускной (продувочный) клапан; 22 – труба перепуска газа; 23 – глушитель; 24 – выпускная труба

двигатель «Номад», построенный в 1951 г. фирмой «Нэпир» (Англия). В этом двигателе мощности, снимаемые с вала поршневого двигателя и с вала турбины, были примерно одинаковыми [1]. Это не единственный пример.

В авиационном двигателе с турбонаддувом ВД-4К (конструктора В.А. Добрынина) путем частичной утилизации была эффективно использована энергия выхлопных газов двигателя. С помощью трех турбин, механически связанных с валом двигателя, часть энергии выхлопных газов передавалась на выходной вал двигателя. Это дало положительный эффект – получена повышенная мощность (4300 л.с.) и рекордная экономичность (160 г/л.с.ч) двигателя, с которым самолет Ту-85 совершал сверхдальние полеты [2].

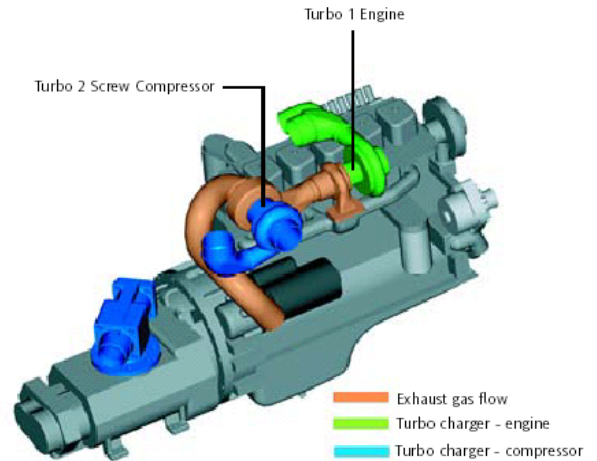


Рис. 3. Двигатель Cummins с турбонаддувом и турбокомпрессором

В 1933 г. на заводе Гёттаверкен был построен локомотив с расширительной машиной турбинного типа (рис. 2). Номинальное давление генерированных газов составляло 4,2 атм, максимальное давление сгорания в цилиндрах генератора достигало 60 атм. В 1939 г. был спроектирован механический генератор газов для замены паровой турбинной установки на минном заградителе мощностью 6000 л.с. [1].

Еще одним примером аналогичного двойного использования энергии выхлопа двигателя является современный двигатель Cummins с турбонаддувом и турбокомпрессором (рис. 3) для получения сжатого воздуха немецкой компании CompAir.

Однако из-за высокого давления сгорания, получаемого за счет дальнейшего повышения давления наддува, увеличивается возможность быстрого разрушения двигателя с поршнями, шатунами, коленчатым валом. Поэтому применение такого двигателя в качестве эффективного генератора газов с целью двойного использования энергии выхлопа двигателя *оказывается проблематичным*.

Кроме того, комбинированные поршневые двигатели остаются тяжеловесными, с большим количеством деталей движения, и от такой комбинации эффект получается небольшой. В итоге проблема более эффективного использования энергии топлива в двигателях внутреннего сгорания остается до настоящего времени не решенной.

Чтобы более полно использовать энергию расширяющихся в цилиндре ДВС газов, не допускать чрезмерного давления сгорания, повысить тепловую эффективность и экономичность двигателя немецкий инженер Миллер предло-

жил сократить такт сжатия за счет такта впуска, сохранив такт расширения без изменения, т.е. сделать такт сжатия механически более коротким, а такт расширения (рабочий ход) продолженным.

В итоге двигатель Миллера имеет значительно большую степень расширения, чем двигатель Отто. Дальнейшее развитие этой технологии позволило инженерам компании Mazda создать двигатель Miller Cycle с приемлемыми характеристиками удельной мощности. При этом расход топлива у этих двигателей снизился по сравнению с обычным двигателем такой же мощности *на 20 % – до четырех с небольшим литров на 100 км пробега*. Кроме того, токсичность мотора с «циклом Миллера» на 75 % ниже современных экологических требований. Таким образом сделан первый шаг в решении существующей проблемы продолженного расширения продуктов сгорания в ДВС.

Четырехтактный ДВС имеет четыре рабочих такта: всасывание, сжатие, расширение (или рабочий ход) и выталкивание, но только один из них работает с пользой – это такт «расширение», а остальные считаются вспомогательными и используют механическую энергию, полученную при рабочем ходе.

Однако в двигателях с турбонаддувом, когда частично используется энергия выхлопных газов, такт «выталкивание» становится полезным, когда на преодоление противодействия на выхлопе от турбины приходится использовать часть мощности двигателя, полученной при рабочем ходе.

Но если к выхлопу четырехтактного ДВС подключить помимо турбоагрегата силовую газотурбинную расширительную машину (СРМ), имеющую кинематическую связь с валом двигателя, то можно обеспечить, чтобы получаемые от СРМ и ДВС мощности *были одинаковыми*. При работе СРМ от выхлопных газов четырехтактного ДВС за период такта «выталкивание» *все* продукты сгорания поступают в расширительную машину и совершают дополнительную полезную работу.

Благодаря двухступенчатому расширению продуктов сгорания топлива (в двигателе и СРМ) до атмосферного давления в таком комбинированном двигателе *происходит более эффективное использование энергии сгораемого топлива*. Предлагаемая технология работы СРМ является подтверждением предложений Миллера по снижению тепловых потерь, уносимых обработавшими газами, путем двукратного

по сравнению с коэффициентом сжатия увеличения общего коэффициента расширения в комбинированного двигателя, но уже с использованием СРМ вне двигателя.

Можно ли, обеспечив продолженное расширение продуктов сгорания, *снять большие половины или всю* полезную мощность двигателя не с его вала, а с вала СРМ, как это было в двигателе фирмы Гёттаверкен 80 лет назад?

Для этого потребуются продуктам сгорания топлива расширяться преимущественно за пределами двигателя – в газотурбинной расширительной машине с получением большей полезной работы, чем в турбине при турбонаддуве.

В таком варианте часть энергии от такта «расширение» по-прежнему будет расходоваться на всасывание и сжатие воздуха, привод вспомогательных агрегатов (насосов масла и охлаждающей жидкости, вентилятора, генератора), а остальная энергия – на выталкивание продуктов сгорания в силовую газовую турбину.

При этом необходимо рассчитать процесс расширения так, чтобы двигатель работал в основном на преодоление противодействия при выталкивании продуктов сгорания в СРМ для получения в ней полезной механической работы от продолженного расширения продуктов сгорания. Известно, что в четырехтактном ДВС давление выхлопа может в 2–3 раза превышать давление на входе в двигатель.

Иными словами, ДВС становится *динамической камерой сгорания и поршневым газогенератором* со сгоранием топлива *при постоянном объеме* для работы силовой расширительной машины с продолженным расширением продуктов сгорания.

Алгоритм работы комбинированного двигателя может быть таким: в двигателе будет происходить внутреннее сжатие воздуха, а затем (после сгорания топлива) – внутреннее расширение продуктов сгорания с совершением полезной механической работы, как для привода вспомогательных агрегатов, так и для создания давления и выталкивания газов в СРМ. Внешнее расширение продуктов сгорания с совершением механической работы будет происходить в расширительной машине, которая будет работать на полезную нагрузку как силовой агрегат.

В таком комбинированном двигателе благодаря высоким параметрам горения топлива, а также *двухступенчатому расширению продуктов сгорания повысится эффективность использования энергии топлива*, т.е. повысится мощность и КПД. СРМ при расширении выхлоп-



Рис. 4. Турбонасосная установка СРМ

ных газов почти до атмосферного давления частично заменит глушитель, отбирающий и рассеивающий в атмосфере до 30% энергии от сгораемого топлива.

Созданная и испытанная турбонасосная установка с приводом от газовой турбины мощностью 80 л.с., работающей от сжатого воздуха или выхлопных газов ДВС (рис. 4), является прототипом силового агрегата с газотурбинной расширительной машиной и динамической камерой сгорания с повышенным КПД для привода различных машин и механизмов. Помимо турбонасоса это может быть турбогенератор, турбокомпрессор или привод транспортного средства без коробки передач (катера, беспилотника, автомобиля).

Крутящий момент газотурбинной расширительной машины, в отличие от ДВС, подобен моменту паровой машины или электродвигателя, он обратно пропорционален частоте вращения на всем диапазоне частоты вращения ($M_{кр} = N/\omega$), а также имеет максимальное значение при минимальной частоте вращения ($\omega = 0$ 1/сек). При механической связи СРМ с валом ДВС скоростная характеристика комбинированного двигателя будет благоприятной для привода генератора с постоянной частотой вращения, а также для привода транспортного средства, так как крутящий момент на валу КД будет достаточным для использования коробки передач с меньшим числом передач или вообще без использования коробки передач.

Для привода генератора заданной мощности потребуются двигатель меньшей мощности.

СРМ будет добавлять крутящий момент на вал генератора, и для обеспечения заданной мощности генератора и поддержания его постоянной частоты вращения суммарного момента двух приводных агрегатов будет достаточно.

Но если приводной двигатель оставлять прежней мощности, то при полной электрической нагрузке вследствие прибавления мощности СРМ на вал генератора, регулятор частоты вращения приводного двигателя не увеличит, а уменьшит подачу топлива для сохранения частоты вращения вала генератора неизменной. В результате мощность приводного двигателя понизится, уменьшится расход топлива и увеличится ресурс двигателя. Сброс и наброс нагрузки на генератор при наличии СРМ будет создавать меньше проблем со стабилизацией частоты тока и напряжения.

Благодаря большому крутящему моменту СРМ на малых оборотах и максимальному моменту при $\omega = 0$ (стоповый момент) СРМ используется в качестве стартера для авиационных ГТУ, работая на сжатом воздухе.

Комбинированный двигатель с утилизацией энергии выхлопных газов в СРМ быстрее приблизится по удельной массе к уровню газотурбинного двигателя, если будет оснащен роторным двигателем, который имеет массу в 2 раза меньше массы поршневого двигателя при одинаковой мощности; имеет на 40% меньше деталей; рабочий ход происходит за каждый оборот выходного вала, а не за два; может работать при 10 тыс. об./мин; не имеет кривошипно-шатунного механизма (КШМ) и остановок ротора в процессе работы и т.д.

Если при создании поршневых двигателей с наддувом, чтобы не превышать допустимое максимальное давление цикла и, следовательно, чтобы исключить возможное разрушение двигателя, давление нагнетателей ограничивают специальным приспособлением, то в рассматриваемом сочетании ограничивать мощность роторного газогенератора не требуется, а энергия выхлопных газов утилизируется в СРМ в повышенном масштабе и в полной мере.

При работе РД с электрическим генератором с постоянной частотой вращения и прибавкой крутящего момента СРМ ресурс РД будет большим, т.к. нагрузка на РД станет меньше. Роторный двигатель может стать динамическим газогенератором высокого давления с частотой циклов сгорания в одной секции до 150 в секунду для силового агрегата комбинированного двигателя.

Таким образом, модульное исполнение в сочетании СРМ с роторным двигателем явля-

ется наиболее перспективным вариантом использования СРМ при расширении продуктов сгорания и утилизации энергии выхлопных газов. Применение легкого, совершенного, высокооборотного *роторного двигателя-газогенератора*, обеспечивающего работу силовой турбины с более высокой энергией выхлопных газов, *улучшит экономические и массогабаритные характеристики комбинированного двигателя*, так как при большой частоте вращения вала масса и габариты КД будут минимальными. Удельная мощность повысится за счет использования малых диаметров роторов, вращающихся быстрее.

При создании демонстрационного комбинированного двигателя можно было бы, к примеру, использовать серийные автомобильные роторные двигатели японской компании «Mazda» мощностью 230 л.с. или других компаний. При этом будут использованы преимущества, *присущие роторным двигателям*, чтобы обеспечить уменьшение удельной массы и работу КД с СРМ помимо бензина на газе, дизельном топливе, авиационном керосине и других видах топлива.

Выбор того или иного газогенератора для газотурбинной силовой расширительной машины будет определяться требованиями по мощности, массе и габаритам, экономичности, экологичности, крутящему моменту на выходном валу силовой установки того или иного назначения.

Роторный двигатель с высокочастотным импульсным сгоранием топлива обеспечивает за счет утилизации энергии выхлопных газов работу СРМ. В перспективе разработанная силовая установка с роторным двигателем и СРМ может послужить основой для создания базового ста-

ционарного энергетического узла или – для транспортного средства.

Эти особенности роторного двигателя определяют небольшую удельную массу и высокую эффективность новой энергетической установки, достигаемую за счет работы в комбинации с газотурбинной расширительной машиной, которая, *являясь основным или дополнительным силовым агрегатом, одновременно уменьшает потери энергии сгораемого топлива, уходящие безвозвратно в атмосферу с выхлопными газами.*

Более полное использование энергии выпускных газов, естественно, позволит уменьшить выброс тепла в атмосферу по сравнению с современными бензиновыми, газовыми и дизельными двигателями. Таким образом *СРМ как вращающийся глушитель отчасти заменит собой классический глушитель ДВС* и совместно с нейтрализатором улучшит параметры выхлопа по уровню шума, температуре и содержанию вредных веществ.

Экономичный комбинированный двигатель энергетического узла, *включающий роторный двигатель*, должен быть надежным агрегатом, чтобы применяться как экономичный малоразмерный агрегат, прежде всего, в качестве привода автономных наземных энергоустановок, экономичного двигателя для беспилотных летательных аппаратов, силовой установки вертолетов, турбовинтовых двигателей самолетов, гибридного двигателя гусеничных и тяжелых колесных транспортных средств, тепловозов и др. *Потребность в высокомоментной, экономичной и малоразмерной ЭУ с СРМ безгранична.*

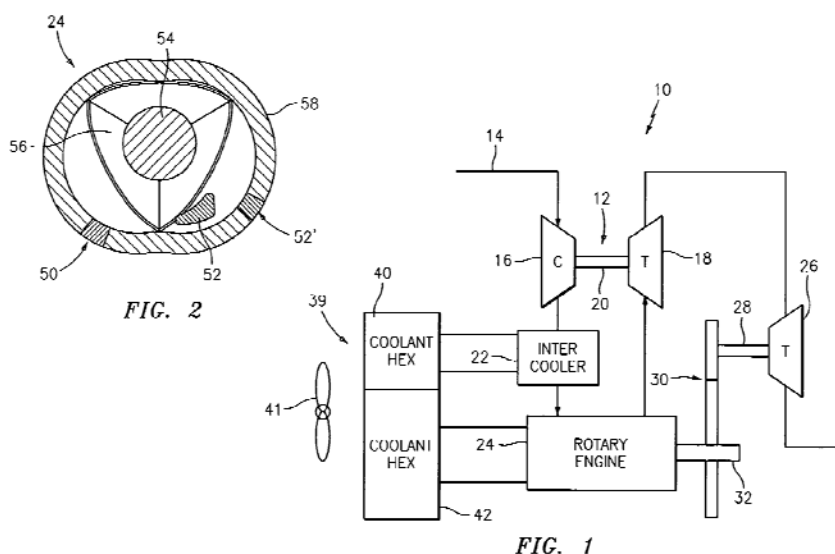


Рис. 5. Схема КД с роторным газогенератором с СРМ

Наиболее близкие аналоги комбинированного двигателя.

1. В 1980–1995 гг. ОАО «Рыбинские моторы» и Компания «Garrett» (США) занимались разработкой комбинированных двигателей (КД), используя в качестве газогенератора для газовой турбины двухтактные двигатели с навстречу движущимися поршнями и двумя кривошипно-шатунными механизмами.

2. По патенту РФ № 42067 (2004 г.) комбинированный двигатель, в котором сжатие топливоздушная смеси и ее сгорание происходит в роторном газогенераторе, а расширение продуктов сгорания с получением полезной работы происходит, в основном, за его пределами, т.е. в лопаточной расширительной машине – в силовой газовой турбине.

3. По патенту РФ № 67185 (2007 г.) комбинированный двигатель, в котором сжатие топливоздушная смеси и ее сгорание происходит в нескольких роторных газогенераторах, а расширение продуктов сгорания с получением полезной работы происходит в одной роторной объемной расширительной машине.

4. По патенту США № 7753036 (2010 г.) двигатель комбинированного цикла имеет роторную машину, которая генерирует выхлопные газы, а также имеет одну или более турбин для того, чтобы использовать энергию выхлопного газа (см. Fig. 1 и 2 патента США, рис. 5).

Указанные в перечисленных патентах РФ и США комбинированные двигатели по совокупности имеющихся признаков являются наиболее близкими к рассмотренным в статье комбинированным двигателям.

Выводы и предложения

1. Начать рекомендуется с разработки, изготовления и испытания газотурбинной расширительной машины, работающей на выхлопных газах ДВС.

2. При выполнении работы на начальном этапе предполагается создание демонстрационных образцов комбинированных двигателей

с СРМ с последующей оценкой мощностных, массогабаритных и топливно-экономических показателей КД.

3. Стендовые испытания комбинированного двигателя позволят уточнить расчетные параметры и подтвердят отличие и превосходство предлагаемой силовой установки над обычными поршневыми двигателями по многим параметрам, чтобы стать превосходящей альтернативой современным силовым установкам с поршневыми ДВС, в том числе зарубежным. Удельная масса установки при сохранении рабочего объема КД может уменьшиться до 0,4 кг/кВт.

4. Проработка предложений по применению новых конструктивных материалов с учетом температурных и механических напряжений, требований по износостойкости и долговечности при расчетных температурах и давлении, а также мирового и отечественного опыта двигателестроения, на начальном этапе работы, позволит в кратчайший срок скомпоновать демонстрационный образец КД с использованием существующих серийных составляющих элементов КД.

5. Создание новой силовой установки, которая за счет утилизации энергии выхлопных газов и наиболее полного расширения продуктов сгорания топлива, а также за счет других особенностей КД, развивает большую мощность, чем обычный двигатель без СРМ, будет являться не только усовершенствованием двигателя внутреннего сгорания, но и настоящим прорывом в двигателестроении.

6. Изложенный анализ обосновывает целесообразность выполнения НИОКР по созданию прототипов энергоустановок с комбинированным двигателем, включающим роторный двигатель и СРМ.

Литература

1. Шелест П.А. Комбинированные турбопоршневые двигатели. М.: Машгиз, 1958.
2. Журнал «Двигатель». 2004. №4.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСТАВОК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В РОССИИ

Канд. техн. наук Ю.С. Борисов, С.В. Марчевский, А.В. Ефимов
(ГНУ ВИЭСХ)

В статье представлены перечень основных поставщиков асинхронных электродвигателей, указана номенклатура поставляемых каждым из них электродвигателей, приведена таблицы наценок для более совершенных электродвигателей, результатов анализа розничных цен по стране и их соотношений.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель; поставщик; номенклатура; наценка; розничная цена; соотношение.

подавляющее большинство производителей сельскохозяйственной продукции обычно приобретает одновременно не более трех электродвигателей (ЭД), причем осуществляется одна покупка в несколько лет. Поэтому нами анализировались розничные цены, которые в среднем по стране на 10% превышают оптовые. Таким образом, рассматривался наименее благоприятный вариант торговых отношений. Основное внимание уделено наиболее распространенным сериям 4А, АИР, 5А, РА, АИС, АД и некоторым другим. Цены на них (по уровню 2011 г. с НДС 18%) получены из прейскурантов и прайс-листов заводов-изготовителей и посреднических фирм (дилеров). Ниже указаны основные из них, индекс «П» означает «поставщик».

- П1 – ООО ТД «АМКТ» (Владимир, Рязань, Саратов);
- П2 – ООО «ЭЛЕКТРОМАШ», филиал – ООО ТД «Промприбор» (Ливны Орловской обл., Москва, С.-Петербург);
- П3 – ОАО «СИБЭЛЕКТРОМОТОР» (Томск, представительства в Екатеринбурге, Павлодаре, Москве, отделениях: «Дальний Восток», «Западная Сибирь», «Север России, Урал», «Центр и Юг России, Поволжье»);
- П4 – ОАО «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ» (Москва, Екатеринбург, Нижний Новгород);
- П5 – ОАО «ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ» (Могилев, Беларусь; представительства в Москве, С.-Петербурге, Воронеже, Уфе);
- П6 – Российский электротехнический концерн (РЭК) «РУСЬЭЛПРОМ», ОАО

The article contains the list of main suppliers of asynchronous electrical motors, the prices, product ranges and extra charges.

Keywords: electrical motor, supplier, product range, extra charge.

- «Владимирский электромоторный завод» (Владимир);
- П7 – ООО «ИЖМАШСТРОЙКОМПЛЕКТ» (Ижевск);
- П8 – ЗАО МПО «ЭЛЕКТРОМОНТАЖ» (Москва);
- П9 – ООО «ВЕНТНАБГРУП» (Москва);
- П10 – ОАО «ELDIN» (Ярославль);
- П11 – ОАО «УРАЛЭЛЕКТРО», (Медногорск);
- П12 – «МОСЭЛЕКТРОМАШ» (Лобня Московской обл.);
- П13 – ОАО «ЗВИ» – завод им. Владимира Ильича (Москва);
- П14 – ОАО «ПОЛЕСЬЭЛЕКТРОМАШ» (Лунинец, Беларусь);
- П15 – РСК «ЭЛЕКТРОМАРКЕТ» (Москва);
- П16 – ЗАО «СТРОЙСНАБКОМПЛЕКТ» (Москва);
- П17 – ОАО «ЭЛЕКТРОМОТОР», (Полтава, Украина);
- П18 – ОАО «Санкт-Петербургский электротехнический завод», (С.-Петербург);
- П19 – ЗАО «ЭЛМАШ» – Воронежский электромеханический завод, (Воронеж, представительства в Москве, Краснодаре, Владимире, Екатеринбурге, Новосибирске, Кургане, Казани, Ижевске, Донецке).

Эти поставщики снабжают ЭД всю территорию России. Торговые фирмы получают ЭД со всех указанных заводов, а также от Харьковского (ХЭЛЗ, HELZ), Днепропетровского (ДЭМЗ), Псковского и Баранчинского (п. Баранчинск Свердловской обл.) электромеханических заводов. Так, «Электромонтаж» обеспечивается девятью заводами, «Электромаркет» – одиннадцатью.

Таблица 1

Номенклатура поставляемых асинхронных электродвигателей

Параметр	Шифр поставщика				
	П1	П2	П3		
Серия	АИР	АИР	АИР	АИРМ	АД
Мощность, кВт	0,18...200	0,37...3	4; 5,5; 30; 75	7,5	0,75...3; 11; 15...55
	0,12...200	0,25...2,2	3; 4; 7,5; 90	5,5	0,55...2,2; 7,5; 11; 15...55
	0,18...132	0,37...1,5	2,2; 45; 55	3; 4	1,5; 5,5; 7,5; 11; 37
	0,25...110	-	1,5; 45	2,2; 3	0,18...0,75; 4; 5,5...37

Параметр	Шифр поставщика					
	П3		П4		П5	
Серия	6А	АИС	АИР	4АМН	АИР	АИРЕ
Мощность, кВт	0,75...2,2	4...7,5	0,18...315	37; 45	0,18...30	0,12...2,1
	0,55...1,5	3...7,5	0,12...315	30; 37	0,12...30	0,12...1,4
	0,37...1,1	2,2...4	0,18...200	22	0,18...18,5	-
	0,18...0,55	1,5...3	0,25...160	15	0,25...15	-

Параметр	Шифр поставщика					
	П5		П6		П7	
Серия	АИС	5А	АИРР	5АМ	АИРС	АИР
Мощность, кВт	4...7,5	1,5...250	-	1,5...132	12,5	0,18...30
	3...7,5	1,1...200	22; 30	1,1...132	8,5...22	0,12...30
	2,2...4	0,75...160	18,5	0,75...90	6,3...18,5	0,18...18,5
	1,5...3	0,37...132	15	2,2...75	15...26,5	0,25...15

Параметр	Шифр поставщика					
	П7		П8		П9	
Серия	5А	5АМ	АИР	5АИ	АД	АИР
Мощность, кВт	37...55	75...200	0,18...7,5	0,25...18,5	0,75...55	0,18...315
	37...55	75...200	0,12...15	0,12...18,5	0,55...55	0,12...315
	22...37	45...132	0,18...4	0,18...15	1,5...37	0,18...200
	18,5...30	37...110	-	-	0,18...37	0,18...160

Параметр	Шифр поставщика					
	П10		П11			
Серия	А	АИР	РАЕ	АДМ	АДММ	
Мощность, кВт	0,75...11; 22...250	15...22	0,18...2,2	0,37...30	0,18...2,2	
	0,55...11; 30...355	15...22	0,18...1,5	0,25...30	0,12...1,5	
	0,75...11; 30...355	15...22	-	0,18...5,5	0,18...1,1	
	15...250	7,5; 11	-	0,25...3	0,25...0,55	

Параметр	Шифр поставщика					
	П11		П12			
Серия	АДМЕ	АДМП	АДМЕ	ИММ	ИММЕ	АИР
Мощность, кВт	0,75...4	-	0,75...2,2	0,37...7,5	0,55...1,1	0,18...1,1
	1,1...5,5	-	0,55...2,2	0,25...7,5	0,37...2,2	0,12...0,75
	3	0,37...0,75	-	0,18...4	-	0,18...0,55
	-	-	-	0,55...3	-	-

Параметр	Шифр поставщика					
	П12		П13		П14	
Серия	АИС	АИРЕ	6А	5АН	5АНК	АИР
Мощность, кВт	0,09...1,1	0,18...1,1	160...315	160...400	-	0,75...7,5
	0,06...0,75	0,06...0,55	160...315	132...400	22...132	0,55...5,5
	0,18...0,55	-	110...200	75...315	55...110	0,37...3
	-	-	90...160	75...250	37...110	1,1

Окончание табл. 1

Параметр	Шифр поставщика					
	П14		П15		П16	
Серия	АИРЕ	АИРП	АИР	АИР, АД, А	5АН	6А
Мощность, кВт	1,1...2,2 0,75...1,5	-	0,18...18,5 0,12...18,5	0,18...200 0,12...200	110...400 110...400	160...250 160...250
	-	0,37	0,18...15	0,18...132	75...250	110...200
	-	-	-	0,25...110	75...250	90...160

Параметр	Шифр поставщика					
	П16		П17			
Серия	АНК	АИР	АИРМ	АИРЕ	АИРМУТ	АИРС
Мощность, кВт	-	0,37...2,2	4; 5,5	0,75; 1,1	0,37...1,5	1; 1,2
	55...400	0,25...1,5	0,25; 3	0,55; 0,75	0,25...0,75	0,6; 0,8
	75...200	0,18...0,55	-	0,37; 0,55	-	0,4; 0,63
	75...200	0,12...0,25	-	0,25	-	0,37

Параметр	Шифр поставщика					
	П19					
Серия	АИР	АИС	АИРЕ	АИСЕ	АИС2Е	7АНН
Мощность, кВт	0,18...315	0,09...37	0,12...2,2	0,09...3	0,18...5,5	55...315
	0,12...315	0,06...30	0,12...2,2	0,06...3	0,12...4	45...400
	0,18...315	0,09...22	-	0,09...1,1	-	45...250
	0,25...250	0,09...15	-	-	-	37...200

Примечания. 1. Числовые строчки относятся к частоте вращения, мин⁻¹: верхняя - 3000, вторая - 1500, третья - 1000, нижняя - 750.

2. ИММ и ИММЕ - экспортные варианты, АНК - с фазным ротором, АИРЕ, АИСЕ, АИС2Е, АИРМУТ (АИРЗУТ, АИРУТ) однофазные общепромышленного назначения.

3. Распродаются остатки ЭД 4АНН брызгозащищенного исполнения, выпуск серии 4А в основном прекращен.

В таблице 1 указана номенклатура ЭД, предлагаемых разными поставщиками.

В стране пользуются спросом, главным образом, односкоростные ЭД с одним свободным концом вала, исполнения: монтажного ИМ1081 (на лапах) и ИМ3081 (с фланцем), климатического УЗ, со степенью защиты IP44 и IP54. Именно для них составлены прејскуранты поставщиков. Цены таких ЭД можно принять в качестве базовых С_б. По желанию заказчика могут поставляться ЭД на лапах и с фланцем (ИМ2081), с двумя свободными концами вала, с нестандартным рабочим концом вала (например с коническим сечением торца), со встроенными в обмотку статора термодатчиками (в обозначении ЭД добавляется буква «Б»), с повышенными скольжением («С») или пусковым моментом («Р»), со степенью защиты IP23, IP65 и другими, сельскохозяйственного назначения, многоскоростные, с фазным ротором («К»), однофазные («Е»), малозумные, с разным расположением коробки выводов, с импортными подшипниками, в станине из чугуна или алюминиевого сплава, пропиленовым или алюминиевым вентилятором, с изоляцией класса «Н», ЭД для привода осевых вентиляторов и насосов, специальные (для лифтов, гидротолкателей, бетоно-

мешалок и др.), погружные, экспортные, со встроенным электромагнитным тормозом, морозо- и химостойкие, тропические, вертикальные, встраиваемые в рабочие машины и механизмы, взрывобезопасные (такие могут применяться, например, на мельницах, элеваторах, складах горючих материалов, газовых установках и некоторых других).

Дополнительные свойства ЭД, естественно, усложняют конструкцию, в них используются улучшенные материалы - цена С повышается, т.е. К = С/С_б (табл. 2).

Электродвигатели новых серий РА, 5А, 6А, 7А более совершенны и дороже по сравнению с серией АИР, которая, в свою очередь, прогрессивнее серии 4А. Например, в «Сибэлектромоторе» розничная цена ЭД серии 6А разных мощностей и частоты вращения в 1,1...1,3 раза выше таких цен для серии АД, а АИС к АИР таких же параметров - в 1,15...1,2 раза. Также различаются цены на новые однотипные ЭД разной частоты вращения - они уменьшаются с возрастанием частоты. Стоимости одинаковых ЭД серии АИР исполнения ИМ1081 от разных поставщиков отличаются для различных мощностей, в среднем, на 10...46% (для 3000 мин⁻¹), на 5...47% (для 1500 мин⁻¹), на 5...100%

Таблица 2

Наценки на некоторые специальные исполнения электродвигателей

Особенность конструкции электродвигателей	Наценка К по стране, отн. ед.	
	Средняя	Диапазон
С двумя свободными концами вала; исполнения: монтажного IM2081 и IM3081, для умеренного климата и для использования на открытом воздухе при этих условиях, по степени защиты IP65, сельскохозяйственного; установка импортных подшипников SKF, FAG и NSK; обеспечение вибрации класса R или пополнения смазки; расположение коробки выводов со стороны вентилятора; установка роликовых подшипников; изготовление общепромышленных ЭД с высотой оси вращения 112...180 мм в чугуновой станине.	1,06	1,02...1,1
Повышенная точность по установочным размерам, удлиненный конец вала, встройка термодатчиков в лобовую часть статорной обмотки, исполнение для умеренно-холодного и холодного климата, нестандартный рабочий конец вала, обеспечение степени вибрации по классу B (R, S).	1,1	1,05...1,2
Исполнения: по степени защиты IP55, влагоморозостойкое, вертикальное, с повышенным скольжением, с расположением коробки выводов сбоку; установка вентилятора из алюминия, обеспечение цвета по заказу.	1,03	1,02...1,05
Встраиваемое исполнение (сердечник статора с обмоткой и бочкой ротора), поставка неокрашенного ЭД.	0,8	0,7...0,9
Применение класса изоляции «Н», тропическое исполнение («Т»), экспортные (улучшенные) варианты.	1,26	1,15...1,4

Примечания. 1. Указанные значения К относятся к каждой из перечисленных особенностей ЭД.

2. Для многоскоростных ЭД коэффициент К в среднем по стране равен: 2-х - 1,3; 3-х - 1,4; 4-х - 1,5.

(для 1000 мин⁻¹) и 5...34% (для 750 мин⁻¹) (табл. 3). Это объясняется различной удаленностью складов того или иного посредника от заводов-изготовителей, размерами спроса на ЭД разных параметров, затратами на погрузку-разгрузку оптовых партий, всевозможными начислениями.

Отмечается существенный разброс розничных цен на однотипные по номинальным данным ЭД у разных поставщиков. Результаты их обобщенного статистического анализа по всем сериям, типам и поставщикам приведены в табл. 4. В ней коэффициент $K_p = C_n/C_m$, где C_n – наибольшая цена ЭД по всем поставщикам.

Таблица 3

Соотношение цен на наиболее востребованные электродвигатели серии АИР разных поставщиков

Мощность, кВт	С _м , руб.	Индекс (шифр) поставщика										
		П1	П2	П3	П4	П5	П7	П8	П9	П12	П14	П17
0,37	1664	1,12	2,30	-	1,06	1,34	1,10	1,62	1,07	1,26	-	1,00
	1748	1,06	2,19	-	1,03	1,28	1,06	1,85	1,05	1,15	-	1,00
	2088	1,10	1,07	-1,20	1,01	1,26	1,04	2,15	1,00	1,24	1,14	1,03
	2494	1,35	-	1,16	1,00	1,30	1,34	-	1,19	-	-	-
0,55	1748	1,06	2,19	-	1,03	1,28	1,06	1,93	1,05	1,20	-	1,00
	2088	1,10	2,01	1,20	1,01	1,26	1,04	2,15	1,00	1,19	1,14	1,03
	2112	1,08	1,05	1,23	1,00	1,30	1,05	1,93	1,00	1,23	1,18	1,06
	3000	1,16	-	1,00	1,06	1,16	1,19	-	1,12	-	-	-
0,75	2088	1,10	1,14	-	1,01	1,26	1,04	1,58	1,00	1,24	1,14	1,03
	2112	1,08	1,05	-	1,00	1,30	1,05	1,84	1,00	1,17	1,18	1,06
	2357	1,38	1,00	-	1,06	1,20	1,38	2,70	1,20	-	1,20	-
	3740	1,24	-	-	1,00	1,24	1,28	-	1,20	-	1,05	-
1,1	2112	1,08	1,18	1,23	1,00	1,30	1,05	2,12	1,00	1,23	1,18	1,06
	2357	1,38	1,00	1,19	1,06	1,34	1,38	2,15	1,20	-	1,20	1,26
	2683	1,25	2,09	1,08	1,00	1,26	1,29	2,01	1,14	-	1,13	-
	4311	1,19	-	-	1,12	1,19	1,22	-	1,17	-	1,00	-
1,5	2357	1,38	1,00	-	1,06	1,34	1,38	2,39	1,20	-	1,20	1,36
	2357	1,42	1,00	-	1,14	1,43	1,47	2,27	1,30	-	1,29	1,47
	3339	1,23	2,31	-	1,00	1,22	1,25	2,23	1,14	-	1,10	-
	5390	1,14	-	-	1,00	1,17	1,14	-	1,05	-	-	-

Окончание табл. 3

Мощность, кВт	С _м , руб.	Индекс (шифр) поставщика										
		П1	П2	П3	П4	П5	П7	П8	П9	П12	П14	П17
2,2	2357	1,42	1,00	-	1,14	1,43	1,47	2,29	1,30	-	1,29	1,46
	3339	1,24	2,31	1,11	1,00	1,22	1,25	2,15	1,14	-	1,10	-
	4932	1,12	-	-	1,00	1,24	1,20	2,09	1,09	-	1,12	1,17
	6674	1,19	-	-	1,00	1,10	1,22	-	1,12	-	-	-
3,0	3351	1,23	1,00	1,13	1,09	1,21	1,24	2,24	1,17	-	1,09	-
	3800	1,36	-	1,00	1,09	1,47	1,41	1,99	1,22	-	1,32	1,40
	5951	1,27	-	1,09	1,00	1,21	1,34	2,36	1,23	-	1,21	-
	6494	1,19	-	1,00	1,01	1,11	1,23	-	1,10	-	-	-
4,0	4125	1,25	-	-	1,00	1,35	1,30	2,05	1,12	-	1,22	1,29
	4932	1,12	-	-	1,00	1,21	1,17	1,78	1,08	-	1,09	1,17
	6494	1,18	-	1,00	1,01	1,10	1,22	1,67	1,12	-	-	-
	8634	1,22	-	-	1,00	1,14	1,20	-	1,19	-	-	-
5,5	5280	1,15	-	-	1,00	1,13	1,09	1,77	1,02	-	1,12	1,09
	5951	1,29	-	1,09	1,00	1,21	1,34	1,83	1,23	-	1,21	-
	8562	1,18	-	-	1,00	1,13	1,20	-	1,19	-	-	-
	9843	1,21	-	-	1,00	1,13	1,20	-	1,19	-	-	-
7,5	6768	1,18	-	1,00	1,14	1,11	1,23	1,68	1,13	-	1,11	-
	7492	1,26	-	1,13	1,00	1,19	1,25	-	1,19	-	-	-
	9607	1,17	-	1,04	1,00	1,13	1,20	-	1,19	-	-	-
	16724	1,03	-	1,20	1,00	1,21	1,32	-	1,09	-	-	-

Примечания. 1. С_м – минимальная для всех поставщиков цена ЭД в 2011 г. с НДС 18%.

2. Прочерки свидетельствуют об отсутствии продажи ЭД соответствующей мощности теми или иными поставщиками.

3. Частотам вращения ЭД 3000, 1500, 1000 и 750 мин⁻¹ соответствуют первая, вторая, третья и четвертая строка.

4. Представлены поставщики ЭД одинаковых мощностей серии АИР.

Таблица 4

Статистические показатели коэффициента K_p для новых электродвигателей

Статистическая характеристика	Частота вращения, мин ⁻¹				
	3000	1500	1000	750	750...3000
Среднее значение	1,92	2,05	1,91	1,44	1,76
Среднеквадратичное отклонение	0,59	0,73	0,59	0,22	0,60
95%-ный доверительный интервал	1,71...2,13	1,78...2,32	1,69...2,13	1,35...1,52	1,65...1,87
Коэффициент вариации, %	30,7	35,5	31,1	15,4	34,0
Показатель точности, %	11,0	13,6	11,2	8,5	5,7
Объем выборки	30	30	29	27	116
Диапазон значений	1,23...3,18	1,17...3,69	1,1...3,3	1,1...2,07	1,1...3,69

Естественно, приобретение ЭД непосредственно у изготовителей обходится потребителю дешевле. Например, МПО «Электромонтаж» реализует ЭД 5,5 кВт 1500 мин⁻¹ по цене в 1,76 раза больше их цены приобретения непосредственно на заводе «ELDIN». Нужно также учитывать транспортные расходы, которые могут оказаться соизмеримыми с С (Сб).

Следует отметить ежегодное удорожание ЭД – в среднем на 22%. У заводов-изготовителей этот рост, как правило, меньше. Некото-

рые из них, например «Уралэлектро», практически оставили цены неизменными в течение 2009...2011 годов.

У большинства поставщиков предусмотрена гибкая система скидок от 5 до 35%, в зависимости от типа ЭД, объема заказа и расстояния от продавца до завода. Например, «Электромонтаж» предоставляет при совершении разовой покупки процентные снижения цены: при сумме сделки от 15 до 50 тыс., от 50 до 100 тыс., от 100 до 250 тыс. руб. соответственно 5; 7 и 10%.

Изложенная информация соответствует первой половине 2011 года. В другие годы возможны определенные изменения, скажем, меняется номенклатура выпускаемых тем или иным заводом ЭД. Так, упомянутый «Уралэлектро» в 2009 г. выпускал ЭД: с частотой вращения 3000 мин^{-1} – 11...250 кВт, 1500 мин^{-1} – 5,5...315 кВт, 1000 мин^{-1} – 5,5 и 11 кВт, 750 мин^{-1} – не выпускал вообще. В 2011 году он стал выпускать при указанных частотах вращения ЭД соответственно мощностями, кВт: 0,18...30; 0,12...30; 0,18...7,5 и 0,25...3. Такое изменение обусловлено потребностями страны.

Некоторые поставщики продают также специальные ЭД. Например, «Сибэлектромотор» и «Полесьэлектромаш» предлагают ЭД АДП и АРП «птичники» 0,37 и 0,75 кВт на 1000 мин⁻¹ для привода осевых вентиляторов. Кроме того, первый из них изготавливает двух- и трехскоростные ЭД серий АД и АИРМ; с повышенным скольжением АИРСВМ; АИР, АД и АИС со встроенным («ЕК») и пристроенным («Е») электромагнитным тормозом; однофазные ЭД БАЕ общепромышленного назначения, а второй – бытовые центробежные насосы «Палессе-2», погружные электронасосы для загрязненных вод

«Гном 10×10» и комплект запасных частей к ним, ЭД для насосов («ЖУ-2») со встроенными термодатчиками. Организация «АМКТ» предоставляет насосы, редукторы, вентиляторы, автоматику, частотные преобразователи, «Электромотор» – мотор-редукторы одноступенчатые типа МРЧМ 50 и РЧМ-50, АИР со встроенным тормозом ЭД КДМ для привода бытовых стиральных машин, радиальные вентиляторы ВР среднего давления, электронасосы БЦ «ВОРСКЛА», электрокультиваторы, кормоизмельчители «ЭЛИКОР», передвижные компрессорные станции. Более подробную информацию о поставляемой продукции и ценах на нее можно получить непосредственно у продавцов и по Интернету.

Изложенные сведения позволяют всем желающим ориентироваться на российском рынке ЭД. Даты приобретения ЭД целесообразно увязывать с прогнозируемыми сроками их службы [1].

Литература

1. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А., Ефимов А.В. Определение технического состояния асинхронных электродвигателей // Сельский механизатор. 2011. №4. С. 28-29.

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.