

# ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 631.371

## ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

*С.Н. Шахматов*

Анализ имеющейся научной и технической информации по способам предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур (стимуляция и обеззараживание) позволяет разделить их на две большие группы: химические и физические.

В целом возможность использования химических веществ для предпосевной обработки достаточно широко исследована, и высокая эффективность такого агроприема в общем-то не вызывает сомнений.

В настоящее время накоплен большой научно-исследовательский материал по использованию различных физических воздействий для стимуляции и обеззараживания семян сельскохозяйственных культур.

Имеются сведения о попытках использования в качестве стимулирующих самых различных физических воздействий, в частности, переменных факторов микроклимата (влажность и температура). Такой способ широко применяется в практике сельскохозяйственного производства для ряда культур. Часто используют механический способ обработки семян путем разрушения (скарификации) семенной оболочки, особенно для семян кормовых и бобовых трав. В связи с бурным развитием радиоэлектроники начались исследования по всем возможным диапазонам электромагнитного излучения. Так, изучалось влияние на семена предпосевого облучения низкочастотными (50 Гц) электромагнитными полями (ЭМП), полем ВЧ- и СВЧ-диапазона (от 13 МГц до 2450 МГц), ЭМП инфракрасного, видимого и ультрафиолетового диапазона. Большой цикл работ посвящен предпосевной стимуляции семян монохроматическим светом, генерируемым лазером. Проведены обширные работы по использованию гамма-излучения в целях стимуляции прорастания. Опробовано действие на семена акустических колебаний (ультразвука) и целого ряда других воздействий.

Основной целью всех этих исследований было установление оптимальных значений действующих факторов, при которых достигается наи-

больший эффект стимуляции. Многие работы доведены до создания образцов установок для обработки семян [12].

Проведенный анализ научно-технической информации по классификации способов обработки семян показал, что все способы оказывают влияние на посевные качества, увеличивая всхожесть, энергию прорастания и способствуя получению большего урожая (табл. 1). В среднем величина эффектов от предпосевной обработки семян любыми физическими методами составляет 10-15% [14].

Однако ни в одной из известных конструкций установок для предпосевной обработки семян не предлагается устройств и элементов, позволяющих непосредственно в ходе обработки контролировать качество проведения процесса, например, путем измерения количества поглощенной семенами энергии или по выходной температуре обработанных семян [12].

Кроме того, приводимые в литературе результаты агробиологических исследований и полевых испытаний носят зачастую противоречивый характер и не поддаются объективному и количественному анализу.

В связи с переходом сельскохозяйственного производства на промышленную основу возникла проблема создания принципиально новых технологий, способных изменить производство продукции, многократно повысить ее количество и улучшить ее качества. Один из путей решения этой проблемы – электрофизическое воздействие на биологические объекты [1, 5, 6, 7, 10].

Использование электромагнитных полей высоких и сверхвысоких частот открывает новые возможности для создания экологически чистых технологических процессов производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции. При этом возможно минимум вдвое снизить энергозатраты и материалоемкость линий, получить конечный продукт высокого качества.



Поисковыми исследованиями применения ВЧ- и СВЧ-полей охвачено более 100 технологических процессов. В НИИ и вузах страны успешно ведутся работы, связанные с применением ЭМП ВЧ и СВЧ для предпосевной и послеуборочной обработки семян с целью повышения энергии прорастания, обеззараживания и сушки продукции сельскохозяйственного производства, уничтожения бактерий и грибов в тепличном грунте, пчеловодстве и т.д. Кроме этого, изучаются биологические аспекты воздействия ВЧ- и СВЧ-энергии на живые организмы, разрабатываются методы расчета, конструирования и метрологического обеспечения ВЧ- и СВЧ-установок.

Завершены и подготовлены для производственной проверки разработки по следующим технологическим процессам: предпосевная обработка и обеззараживание семян, сушка семян и специй, обеззараживание почвы под рассаду и закрытого грунта и т.д.

На основании литературного обзора [11] приведена условная классификация направлений и технологических процессов использования ВЧ- и СВЧ-энергии в народном хозяйстве (рис. 1). В основе большинства технологических процессов, выполняемых с помощью ВЧ- и СВЧ-энергии, лежит диэлектрический нагрев обрабатываемого материала.

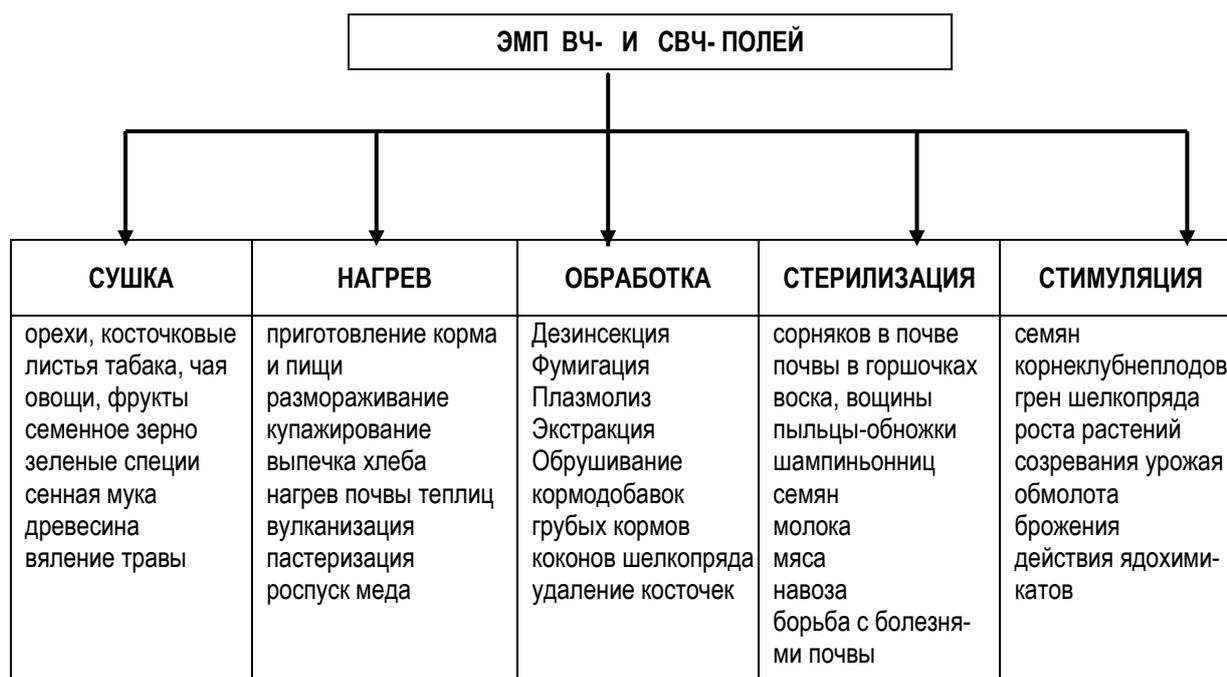


Рис. 1. Классификация применения электромагнитных полей высоких и сверхвысоких частот

ВЧ- и СВЧ-нагрев следует отнести к новому виду энергосберегающей электротехнологии благодаря ряду преимуществ по сравнению с обычным температурным нагревом.

Основное преимущество диэлектрического нагрева по сравнению с другими видами нагрева состоит в его тепловой безынертности, т.е. в возможности практически мгновенного включения-выключения теплового воздействия на обрабатываемый материал, а также в высоком КПД преобразования энергии в тепловую (90%).

Важным преимуществом диэлектрического нагрева является использование в технологических процессах сельскохозяйственного производства уникальных видов нагрева: избирательного, равномерного, сверхчистого и саморегулирующего.

Стимуляция – это процесс, при котором происходит интенсификация физиологических процессов, увеличивается выход продукции и повышается ее качество. ВЧ- и СВЧ-обработка семян увеличивает всхожесть, энергию прорастания и, как

следствие, повышает урожайность и качество продукции.

Удельная мощность протекания процессов стимулирования лежит в широких пределах и начинается уже при 0,05 кВт/кг, а при небольших экспозициях иногда отмечается при 1,0 кВт/кг, причем темп нагрева составляет 0,035-0,48 °C/с.

Сушка – это процесс удаления влаги из продуктов и материалов и доведение влажности до 10-14%. Режимы ВЧ- и СВЧ-сушки существенно зависят от материала и на начальной стадии достигают наиболее критических значений. Так, темп нагрева лежит в пределах 0,7-0,9°C/с при удельной мощности 0,5-0,7 кВт/кг. Скорость сушки лимитируется конечной температурой нагрева материала и временем воздействия ВЧ- и СВЧ-поля, так как превышение одного из этих факторов приводит к коагуляции белка, что снижает качество продукта.

Стерилизация (обеззараживание) – это процесс, при котором происходят снижение жизнеспособности и гибель биообъектов растительного, жи-

вотного происхождения и микроорганизмов. Гибель биообъекта происходит в результате денатурации белка при сравнительно невысоких темпах нагрева - 0,5-0,8°C/с при удельной мощности 0,09-0,3 кВт/кг, а при увеличении темпа нагрева до 1,2-1,6°C/с – за счет диэлектрического разрушения клеток живой ткани.

Обработка – это процесс, наступающий при ВЧ- и СВЧ-нагреве за счет создания в клетках, порах и капиллярах нагреваемого материала большого избыточного давления. Такое явление при микронизации зерна, скарификации косточковых семян и т.д. при удельной мощности от 3,0 до 4,5 кВт/кг и скорости нагрева 1,0-1,5°C/с может быть использовано для обработки концентрированных кормов и микродобавок, но иногда его называют диэлектрическим разрушением, которое происходит при высокой удельной мощности энергоподвода – 4,5-6,0 кВт/кг и выше, темпы нагрева составляют 1,5-2,0°C/с.

Применяемый в настоящее время тепловой конвективный способ обработки продуктов сельскохозяйственного производства энергоемок и не обеспечивает обеззараживания от вирусов и бактерий.

Таким образом, необходимо применение новых физических методов обработки продуктов сельскохозяйственного производства. При решении такой проблемы были тщательно проанализированы все свойства паразитных бактерий, приводящие к болезням и гибели растений и других продуктов переработки, определены способы и технические средства обработки продуктов. К данному методу относится ВЧ- и СВЧ-технология, которую можно использовать в различных технологических процессах при минимальных энергетических затратах и которая является экологически чистой.

Как уже отмечалось, диэлектрический нагрев позволяет применять в технологических процессах сельскохозяйственного производства такие виды нагрева, как избирательный, равномерный, саморегулирующийся, сверхчистый.

*Избирательный нагрев* основан на зависимости потерь в диэлектрике от длины волны (зависимость тангенса угла диэлектрических потерь как функции длины волны). При этом в многокомпонентной смеси диэлектриков будут нагреваться сильнее те части, у которых тангенс угла диэлектрических потерь более высокий.

*Равномерный нагрев* происходит за счет того, что обрабатываемый материал нагревается сразу по всему объему, и градиенты температуры, давления и влажности направлены из центра материала к его поверхности. Кроме того, можно не только равномерно нагреть диэлектрический материал по его объему, но и получить по желанию любое заданное распределение температур.

*Сверхчистый нагрев.* ВЧ- и СВЧ-энергии можно подводить к обрабатываемому материалу через защитные оболочки из твердых диэлектриков с малыми коэффициентами диэлектрических потерь (стекло, бумага, пластмасса, керамика и др.).

*Саморегулирующийся нагрев.* При сушке материала его качества улучшаются за счет автоматического прекращения нагрева, так как тангенс угла диэлектрических потерь многих сельскохозяйственных материалов пропорционален влажности. Поэтому с уменьшением влажности в процессе сушки потери ВЧ- и СВЧ-энергии уменьшаются, а нагрев продолжается в тех участках обрабатываемого материала, где еще сохранилась повышенная влажность.

В таблицах 2-3 приведены сравнительная эффективность, технологические решения ВЧ- и СВЧ-нагрева и применяемость в настоящее время методов обработки [2].

Заканчивая сравнительный анализ различных методов обработки семян сельскохозяйственных культур, можно сказать следующее. В данное время, с экологической точки зрения, рекомендуется протравливание семян сельскохозяйственных культур пленкообразующими составами и препаратами с использованием жидких комплексных удобрений, натриевой соли и т.д. Это позволяет в несколько раз снизить нормы расхода пестицидов. Но, несмотря на успешное применение пестицидов, которые ухудшают плодородие почвы и качество наземной и подземной воды, отравляют пищу и вызывают рост заболеваемости, до настоящего времени в нашей стране и за рубежом практически не разработана технология обеззараживания семенного материала против вирусных инфекций, применимая в производстве. Рекомендуемые для этой цели термический, термохимический и химический методы, применяемые в течение от 2 до 72 ч, очень трудо- и энергоемкие и не дают желаемых результатов.

Поэтому нами предлагается физико-биологический метод подготовки семян к посеву с использованием энергии ВЧ- и СВЧ-полей, позволяющий исключить использование пестицидов при обработке семян, в десятки раз ускоряющий процесс термообработки и дающий возможность использовать для этого микроэлементы, физиологически и биологически активные вещества. С помощью этого метода можно при одном и том же наборе оборудования в линии использовать ее и для других технологических операций - таких, как обработка (комбикормов, грубых кормов и т.д.), сушка (зерна, овощей, фруктов, зеленых специй и т.д.), стимуляция (семян зерновых и овощных культур и т.д.), нагрев (приготовление корма; размораживание, пастеризация и т.д.).

Эффективность технологических режимов обработки семян

Культура	Способ обработки	Болезни					Эксперты	
		вирусные	грибков		бактериальные			
		ВТМ и др.	гель-минриоз	фуза-риоз	головня	септо-риоз		бакте-риоз
Пшеница	Пестициды	-	+	+	+		+	ВИЗР
	Термообработка		+	+	+		+	КНИИСХ
	ВЧ и СВЧ (= 27, 40, 81, 2450 МГц)	+	+	+	+			Совхозы Красноярского края

Проблема разработки экологически безопасных и энергоресурсосберегающих технологий подготовки семян сельскохозяйственных культур к посеву является актуальной. Научные энерготехнологические основы создания ВЧ- и СВЧ-техники позволяют разработать методологию формирования экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологических линий подготовки семян сельскохозяйственных культур к посеву. Традиционные способы предпосевной обработки семян с использованием химических протравителей и термообработок для освобождения семян от различной инфекции и улучшения посевных качеств достаточно широки, но и степень оздоровления семян варьирует в широких пределах. Несмотря на достаточно высокую активность, протравители полностью не уничтожают инфекцию, а термообработки, проводимые в термощафах и в водных растворах, аналогичны применению химических препаратов.

Рекомендуемые для подготовки семян к посеву технологические линии с использованием химических, термических и термохимических методов экологически опасны. К тому же они трудо- и энергоемки и не дают желаемых положительных результатов. Применяемые ядохимикаты и пестициды, как отмечалось выше, ухудшают плодородие почвы и качество наземной и подземной воды, отравляют пищу и вызывают рост заболеваемости населения. До настоящего времени в нашей стране и за рубежом практически не разработана технология обеззараживания семенного материала от вирусных инфекций, приемлемая для производства. Существующие методы ВЧ- и СВЧ-обработки семян достаточно эффективны, но не разработаны научные энерготехнологические основы создания ВЧ- и СВЧ-техники формирования оптимальной структуры технологических линий подготовки семян сельскохозяйственных культур к посеву.

Таблица 3

Технологические режимы обеззараживания и подготовки семян сельскохозяйственных культур к посеву

Культура	Способ обработки	Болезни			Время обработки	Конечная температура семян, °С
		вирусные	грибков	бактериальные		
Пшеница	Пестициды	-	+	+	2 - 4 ч	
	Термообработка	+	+	+	30-50 с	38-40
	СВЧ и ВЧ	+	+	+	120-150 с	45-50
Ячмень	Пестициды	-	+	+	2-4 ч	
	Термообработка	+	+	+	30-50 с	38-40
	СВЧ и ВЧ	+	+	+	120-150	45-50
Рожь	Пестициды	-	+	+	2-4 ч	
	Термообработка	+	+	+	30-50 с	38-40
	СВЧ и ВЧ	+	+	+	120-150	45-50

Целью данного исследования является разработка оптимальных энерготехнологических процессов с использованием ВЧ- и СВЧ-техники для формирования оптимальной структуры технологических линий подготовки семян сельскохозяйственных культур к посеву, позволяющие при полной экологической безопасности снизить энергоматериальные за-

траты в 15...20 раз по сравнению с действующими технологическими комплексами. Разработанные методика расчета и методология формирования оптимальной структуры технологической линии позволяют разработать оптимальный опытный образец технологической линии подготовки семян к посеву [14].

Предлагаемая технология обработки продуктов сельскохозяйственного производства защищена многими авторскими свидетельствами, патентами и публикациями [3, 4, 8, 9, 11, 13].

Технологическая линия должна включать в себя систему машин, механизмов и аппаратов, выполняющих один технологический цикл, характеризующийся точностью и непрерывностью рабочего процесса, а это можно достигнуть только с помощью системы автоматического управления всем технологическим процессом.

Кроме автоматического управления технологическим процессом в системе автоматического управления должен быть предусмотрен автоматический контроль регулирования технологического процесса.

Приведем основные требования, предъявляемые к технологической линии по обработке продуктов сельскохозяйственного производства с использованием ВЧ- и СВЧ-энергий. Поскольку линия должна использоваться для различных технологических процессов (концентрация, типизация и специализация по видам и технологиям производства), то она должна обеспечивать:

- стимуляцию;
- нагрев семян сельскохозяйственных культур до температуры 36-45 °С за 20-60 с;
- термическое обеззараживание;
- нагрев предварительно увлажненных семян сельскохозяйственных культур до температуры 38-65°С за время 20-80 с, при этом относительная влажность семян должна быть не более 17%, а неравномерность смачивания семян не должна превышать  $\pm 1\%$  от среднего значения; полное обеззараживание семян от инфекций и бактерий, частичную подсушку при сохранении качественных показателей.

В линию должны входить следующие основные машины (рис. 2):

- дозаторы (весовые или объемные) микроэлементов, витаминов, биологически активных и биологически защитных веществ;
- смеситель-увлажнитель (инкрустатор);
- термоустановка (ВЧ- или СВЧ- устройство);
- емкость для приготовления инкрустированного раствора;
- бункер-дозатор семян;
- семяпроводы.

Машины, входящие в линию, должны обеспечить:

- дозирование микроэлементов, витаминов, биологически активных и биологически защитных веществ в определенном соотношении и подачу в емкость раствора;
- приготовление и подачу инкрустированного раствора в экспозиционную емкость инкрустатора семян;
- прием и дозированную подачу семян и раствора в рабочую камеру инкрустатора;

- перемешивание семян с раствором в соотношении 10-30 л раствора на 1 т семян, в зависимости от их культуры и выдержки в экспозиционной емкости в течение 3-15 мин;

- при обработке семян нагрев их до температуры 36-65 °С в зависимости от технологического процесса 20-300 с.

Для обеспечения нормального технологического процесса при обработке семян необходимо автоматизировать:

- дозированную подачу раствора и семян при их замачивании;
- контроль и поддержание заданной производительности (частоты вращения) транспортирующих и рабочих органов установки;
- контроль и поддержание температуры семян на выходе из рабочей камеры СВЧ-установки в заданных пределах от 20 до 80 °С или за счет изменения частоты вращения транспортирующего органа ВЧ-, СВЧ- установки или за счет плавного регулирования подводимой СВЧ колебательной мощности в рабочую камеру установки.

Данная технологическая линия рассчитана для работы в каждом отдельном хозяйстве, поэтому его производительность должна составлять от 1,0 до 3,0 т/ч, что удовлетворит все потребности любого хозяйства как по предпосевной обработке семян, так и по другим технологическим процессам, включая производство и обеззараживание комбикорма.

Рассмотрим пример производства комбикорма с его одновременным обеззараживанием (рис. 2). Из бункера-дозатора 19 зерносмесь (тройчатка) поступает в увлажнитель-шелушитель 20, где происходит увлажнение и частичное снятие поверхностной оболочки с семян. Увлажненные семена из увлажнителя-шелушителя самотеком поступают в бункер-дозатор 21, а откуда - в рабочую камеру ВЧ- или СВЧ-модуля 22, где под действием электромагнитного поля происходит обеззараживание всей зерновой массы. Обеззараженные семена посредством транспортирующего механизма подаются в зернодробилку 23. Из дробилки комбикорм поступает в емкость для хранения. Если есть необходимость вносить в комбикорм добавки микроэлементов или другие добавки в зависимости от рациона животных, то технологический цикл будет происходить следующим образом. Обеззараженный комбикорм из накопительной емкости подается в бункер-дозатор, откуда он посредством переключения регулятора поворота заслонки 7 направляется в увлажнитель 20. Одновременно в увлажнитель 20 из дозаторов 17 будут поступать добавки. В увлажнителе 20 происходит смешивание компонентов без воды. При этой технологической схеме в емкости 18 водный раствор отсутствует, а она используется как дозатор микроэлементов и других добавок.

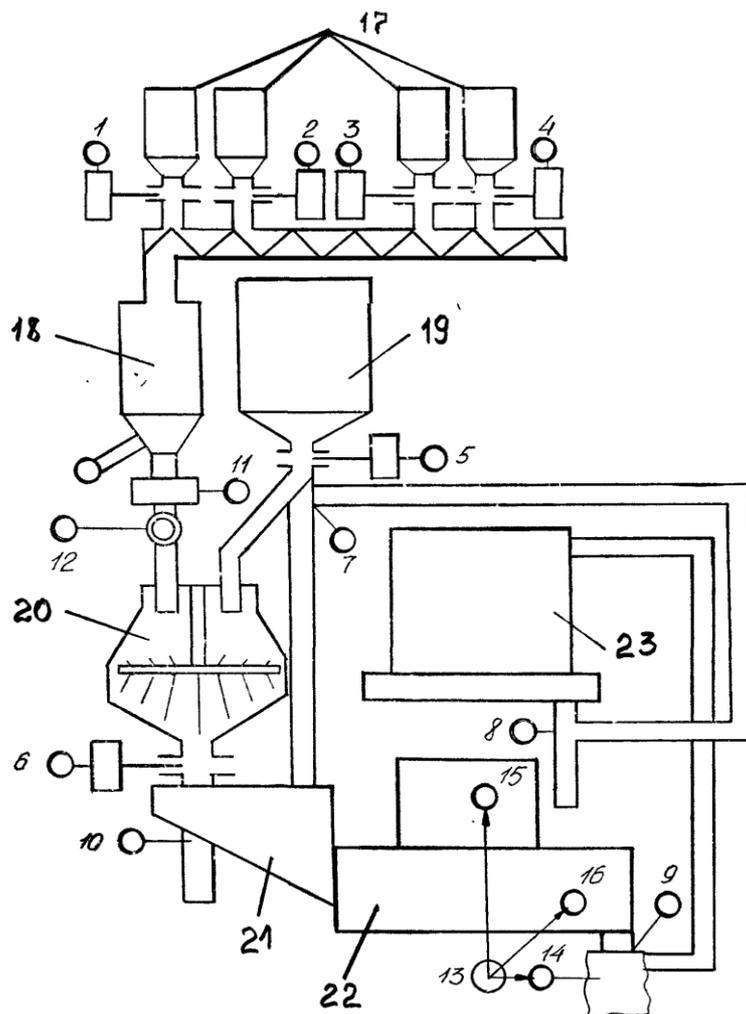


Рис. 2. Схема расположения исполнительных, регулирующих и контролирующих приборов и оборудования в технологической схеме:

1-6 - регуляторы шиберных заслонок; 7-10 - регуляторы поворота заслонок; 11 - регулятор расхода жидкости; 12, 16 - регуляторы частоты вращения; 13 - устройство контроля и регулирования температуры; 14 - датчик температуры; 15 - регулятор мощности; 17 - дозаторы микроэлементов, прилипателей, биологически защитных и биологически активных веществ; 18 - емкость готового раствора; 19 - бункер-дозатор исходного материала (зерно-зерносмеси); 20 - увлажнитель-шелушитель; 21- бункер-дозатор зерносмеси; 22 - рабочий модуль (ВЧ или СВЧ); 23 - дробилка

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Шахматов С.Н. Исследование обеззараживания комбикорма энергией ВЧ-поля // Наука - сельскохозяйственному производству: Тез. науч. конф. КрасГАУ. - Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1993.
2. Цугленок Н.В. и др. Интенсификация тепловых процессов подготовки семян к посеву энергией ВЧ и СВЧ: Метод. рекомендации. - М.: Агропромиздат, 1989. - 40 с.
3. Цугленок Н.В., Шахматов С.Н. Способ стерилизации комбикорма: Патент РФ № 2033054 от. 17.02.92.
4. Цугленок Н.В., Шахматов С.Н. Термическая установка: Патент РФ № 1790839 от 06.09.91.
5. Цугленок Н.В., Шахматов С.Н. Технологическая линия для термического обеззараживания и сушки семян зерновых культур энергией ВЧ-поля // Применение СВЧ-энергии в энергосберегающих технологических процессах: Тез. докл. V науч.-техн. конф. - Саратов, 1986. - С. 115 (ДСП №110).
6. Цугленок Н.В., Шахматов С.Н., Цугленок Г.И. Результаты исследований обеззараживания комбикорма электромагнитными полями радиочастотного диапазона // Высокоэффективные электротехнологии по производству продуктов с.х., их переработке и хранению: Тез. Всерос. науч.-техн. семинара / МГАУ им. Горячкина. - М., 1993. - С. 29.

7. Цугленок Н.В., Шахматов С.Н., Цугленок Г.И. Энергетика сельскохозяйственных предприятий. Система ведения с.х. Красноярского края: Рекомен. / СО ВАСХНИЛ, Краснояр. НИИСХ. – Новосибирск, 1988. – 240 с.
8. Шахматов С.Н., Цугленок Н.В. Противоточная сушилка: А.с. СССР № 1196637 пр. 26.09.84.
9. Шахматов С.Н., Цугленок Н.В. Способ обработки семян: А.с. СССР № 1655326 // Бюл. - 1991. - № 22.
10. Шахматов С.Н., Цугленок Г.И. Технологическая схема для термического обеззараживания и сушки семян зерновых культур энергией ВЧ-поля // Науч.-техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – М., 1986. - Вып. 26. - С. 38-40.
11. Шахматов С.Н., Цугленок Н.В. Применение ВЧ-энергии в энергосберегающих процессах сушки семян с.-х. культур при их термическом обеззараживании: Сб. тр. ВНИИПТИМЭСХ. - зерноград, 1989 (ДСП № 522).
12. Шахматов С.Н., Цугленок Н.В., Арляпов А.В. Термический модуль: Патент РФ № 2097945 пр. 20.02.95.
13. Шахматов С.Н., Цугленок Н.В., Цугленок Г.И. Способ обработки семян и устройство для его осуществления: Патент РФ № 2051552 от. 22.04.92.
14. Шахматов С.Н. Технология высокочастотной адсорбционно-контактной сушки при подготовке семян пшеницы к посеву: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Алт. гос. техн. ун-т. - Барнаул, 1990. - 23 с.



УДК 63(571.51)

## ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЯ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

*Н.В. Цугленок  
Я.А. Кунгс*

В ходе предварительного обследования наружных осветительных установок (ОУ) г. Красноярска и частичных замеров освещенности выяснилось, что уровень освещенности площадей, улиц, дорог не соответствует нормам СНиП 23-05-95 [1].

Не удовлетворяет современным требованиям и состояние электрических сетей наружного освещения (НО).

Поэтому необходима реконструкция освещения города Красноярска с доведением освещенности улиц до нормированных значений, создание архитектурного освещения наиболее художественно значимых зданий и памятников, использование в рекламном освещении современных технических средств. Кроме улучшения социальной атмосферы, реконструкция освещения позволит резко поднять уровень энергоиспользования в наружном освещении города.

Для улучшения эстетического вида города и рационального использования электроэнергии в установках НО при повышении качества освещения необходимо:

- разработать программу «Светлый город» на 2001-2006 гг.;
- пересмотреть архитектурно-светотехническую планировку освещения улиц и площадей города с выявлением зон и участков с повышенными требованиями к освещенности и качеству освещения;
- разработать проектно-сметную документацию с дизайнерским и светотехническим решением подсветки зданий;
- провести энергоаудит во всех установках НО, принадлежащих как ЖКХ, так и другим организациям, согласно «Базовой методике энергетических обследований систем электрического освещения»;

- провести паспортизацию установок и сетей НО на основе программы ПЭВМ;

- реконструировать НО с заменой устаревших элементов НО (светильников с нарушенными отражателями и рассеивателями, ламп с низкой светоотдачей, проводок и др.);

- заменить устаревшие щиты управления НО на щиты ДЗНВА;

- перевести линии НО города на самонесущий изолированный провод;

- внедрить автоматическую систему позонного диспетчерского телемеханического управления с обратной связью с автоматическим контролем освещенности (яркости) и технического состояния линий в управляемых зонах (АСДУ);

- совершенствовать эксплуатацию установок НО, ввести групповые замены ламп, ремонт светильников и т.п., а также нормализовать уровни напряжения в сетях НО;

- приобрести спецтехнику (АП-17).

В программу "Светлый город" необходимо включить следующие разделы:

- паспорт программы;
- эффективность использования энергии;
- основные проблемы;
- цели и задачи программы;
- программа работ;
- экономическая и экологическая эффективность реализации программы: экономия ресурсов, экономическая внутренняя норма рентабельности (%), чистая приведенная стоимость (тыс. руб.), простой срок окупаемости (лет);
- механизмы реализации;
- основные проекты в рамках программы;