

БУЛЕТИНУЛ  
АКАДЕМИЕЙ де ШТИИНЦЕ  
а РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ

ИЗВЕСТИЯ  
АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ШТИИНЦА»

АКАДЕМИЯ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

**БУЛЕТИНУЛ  
АКАДЕМИЕЙ де ШТИИНЦЕ  
а РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ**  
**ИЗВЕСТИЯ**  
**АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР**

**№ 9**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ШТИИНЦА»  
АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР  
КИШИНЕВ • 1962

Н. Б. РЕКАНТ, М. К. БОЛОГА

## ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПОЛИРОВАННОГО И АНОДИРОВАННОГО АЛЮМИНИЯ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОКСИДНОЙ ПЛЕНКИ

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Академики Академии наук Молдавской ССР  
**Я. С. Гросул** (главный редактор), **А. В. Аблов**  
 (зам. главного редактора), **Б. Р. Лазаренко**, член-  
 корреспондент Академии наук Молдавской ССР  
**Г. В. Чалый**, кандидаты технических наук **Г. М. Левин**, **В. Т. Паруга**, **Г. М. Федорищенко**.

Эффективность отражения света от любой поверхности, помимо физико-химических свойств материала, также зависит и от состояния самой поверхности. Действительно, общая отражательная способность слагается из направленной и рассеянной, а соотношение между ними в свою очередь зависит от гладкости поверхности, так как шероховатость увеличивает диффузное отражение.

Чтобы тело отражало свет по закону «зеркального отражения», размеры неровностей не должны превышать четверти длины падающей волны (условие Релея), т. е. для зеркального отражения видимой части спектра ( $\lambda=0,38-0,78 \text{ мк}$ ) неровности поверхности не должны превышать  $0,095 \text{ мк}$ .

Среди металлических отражающих поверхностей, обычно используемых для зеркал и рефлекторов, широкое применение получили поверхности из алюминия и его сплавов.

Для получения высококачественных отражателей рекомендуется применять Al чистоты не ниже 99,9%, так как отражательная способность металла зависит от его химического состава [8].

Это хорошо видно из табл. 1, где приводятся данные для алюминия без анодирования и его сплавов.

Таблица 1

Коэффициент отражения алюминия в зависимости от его химического состава

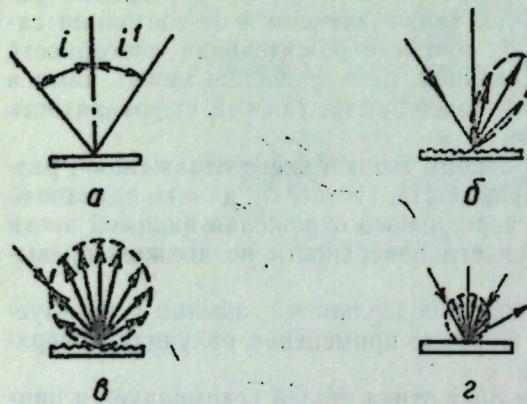
Марка	Название материала	Коэффициент отражения $R, \%$	Химический состав					
			Al	Fe	Si	Cu	Mg	Mn
ABO	Чистый алюминий нагартованный . . . . .	85	99,91	0,04	0,04	0,01	—	—
Al	Технический алюминий . . . . .	75	99,61	0,26	0,13	—	—	—
A2	Технический алюминий . . . . .	73	99,40	0,35	0,15	—	0,03	0,04
AMг	Алюминиево-магниевый сплав . . . . .	77	96,20	0,47	0,40	0,09	2,70	0,14
AMц	Алюминиево-марганцевый сплав . . . . .	69	97,20	0,68	0,55	0,18	0,04	1,35
AVч	Алюминиево-кремниево-магниевый сплав . . . . .	66	98,78	—	0,42	—	0,80	—

п38722  
 Центральная научная  
 БИБЛИОТЕКА  
 Академии наук Кириллской ССР

С другой стороны, с увеличением чистоты алюминий становится более мягким и полировать его до зеркального блеска очень трудно, а в случае плоских зеркал почти невозможно. Вполне удовлетворительный результат в отношении увеличения жесткости дает нагартовывание мягкого алюминия в процессе его прокатки в холодном состоянии. Лучшим решением является плакировка жесткого сплава алюминием высокой чистоты. В этом случае сплав служит конструкционным основанием, а чистый алюминий образует отражательную поверхность. По такому принципу иностранные фирмы изготавливают плоские металлические зеркала. В частности, швейцарское электрополированное зеркало, оптические характеристики которого исследовались нами, представляет собой сплав, плакированный алюминием высокой чистоты, толщиной 60 мк, с наружной оксидной пленкой в 14—15 мк.

Спектральный анализ этого сплава, по данным ВИАМ, дал следующий состав: цинк — 3,5%, хром — 0,12, магний — 1,5, железо — 0,3%, остальное — алюминий.

Выше указывалось, что алюминий и его сплавы трудно отполировать до оптической «чистоты». При этом обычно имеет место направленно-рассеянное отражение (рис. 1) и телесный угол отраженного пучка лучей увеличивается за счет рассеивания неоднородностями поверхности. Отражение света, близкое к зеркальному (с наименьшим телесным углом), удается получить от алюминиевой поверхности, изготовленной методом холодного проката на зеркальных валах [7]. Для увеличения коэффициента отражения проката его необходимо подвергать дополнительному электрополированию.


 Рис. 1. Типовые случаи отражения:  
 а — зеркальное, б — направленно-рассеянное,  
 в — диффузное, г — смешанное

Задача поверхности электрополированного алюминия от коррозии, а также повышение износостойкости и твердости осуществляется анодированием — нанесением оксидной пленки  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Поскольку в будущем предполагается наладить производство металлических плоских зеркал методом электролитического полирования и анодирования, авторы считают необходимым остановиться более подробно на некоторых физических особенностях анодной пленки.

В технике принято различать три типа анодных пленок: тонкослойные — толщиной 0,01—1,50 мк; утолщенные — толщиной 3—20 мк и толстослойные — толщиной 50—100 мк. По сечению пленка состоит из двух слоев: первого, внешнего, сравнительно мягкого и микропористого, и второго, прилегающего непосредственно к металлу, микроскопического стекловидного, который обладает очень высокой твердостью [1].

Оксидная пленка растет внутрь, т. е. каждый ее новый слой образуется под ранее сформировавшимся. Диаметр пор в пределах 0,05—0,10 мк. При этом следует отметить, что поры структурные, а не технологические.

Образование пленки сопровождается совместным действием двух процессов: формирования оксида и растворения пленки электролитом. При прохождении тока через электролит выделяется большое количе-

ство тепла, которое сосредоточивается главным образом в порах. Столбики электролита в порах являются основным сопротивлением для протекающего тока. Повышение температуры сильно ускоряет процесс растворения окисного слоя.

При постоянной плотности тока скорость образования пленки всегда одинакова, а скорость ее растворения возрастает, так как с увеличением длины пор повышается их сопротивление, что приводит к увеличению количества выделяемого тепла в зоне роста пленки. Наконец, наступает критическая температура, при которой скорость образования пленки становится равной скорости ее растворения [1]. Заметим, что критическая температура повышается с увеличением плотности тока.

Пористая часть пленки представляет собой гидратированную окись. Объем пор при этом составляет 20—25%. При толстослойном анодировании объем пор несколько меньше (10—20%).

Для получения толстых анодных пленок поверхность анодирования искусственно охлаждается, а электролит поддерживается при температуре не выше 10°C. Твердость некоторых анодных пленок превышает твердость закаленной стали. Ниже приводим сравнительные данные по микротвердости различных металлов [6]:

Материал	Микротвердость, кг/мм <sup>2</sup>
Корунд (природный)	2000
Анодная пленка на химически чистом алюминии	1500
Закаленная инструментальная сталь У-10 с твердостью по Роквеллу $R=66$	1100
Закаленная и отпущенная при 300°C сталь У-10 при $R=58$	642
Анодная пленка на техническом алюминии	600
Инструментальная сталь У-10, нагретая до 200°C и охлажденная на воздухе	364
Анодная пленка АК-4	350
Хлористая сталь с содержанием 17% хрома	321
Сплав АК-4	93
Алюминий литой	30

Уместно отметить, что твердость пленок, нанесенных на алюминиевую поверхность, мало изменяется с увеличением плотности тока; зато химический состав анодируемого металла сильно влияет на качество анодной пленки. Очень вредной примесью является медь, которая способствует получению рыхлых осадков. Магний и кремний (до 1%) не оказывают значительного влияния на процесс анодирования. Наиболее качественная пленка получается на чистом алюминии; самая плохая — на сплаве типа дюралюминий. Более подробную информацию о некоторых из затронутых вопросов можно найти в цитируемой литературе и монографии В. Тегарта [5].

Следует, однако, отметить, что процесс анодирования уменьшает отражательную способность алюминиевой поверхности вследствие частичного поглощения падающего лучистого потока стекловидной оксидной пленкой. Интегральный коэффициент отражения, согласно экспериментальным данным [2, 4], почти линейно уменьшается с увеличением толщины защитной пленки.

С точки зрения создания концентраторов лучистой энергии солнца важно иметь зеркала с максимальной отражательной способностью при высокой износостойкости. Оба эти качества отражателя зависят от толщины оксидной пленки, поскольку с увеличением толщины последней увеличивается износостойкость и в то же время уменьшается коэффициент отражения.

На основании специальных исследований [4] было установлено, что для электрополированного алюминия, применяемого в солнечных отражателях, оптимальная толщина оксидной пленки может быть принята 13–15 мк.

Известно [9, 10], что почти все металлы, в том числе и алюминий, хорошо отражают длинноволновую часть спектра (рис. 2). Однако недостаточно изучен вопрос о спектральном отражении электрополированного и анодированного алюминия. В связи с этим в качестве объекта исследования в данной работе был выбран анодированный алюминий.

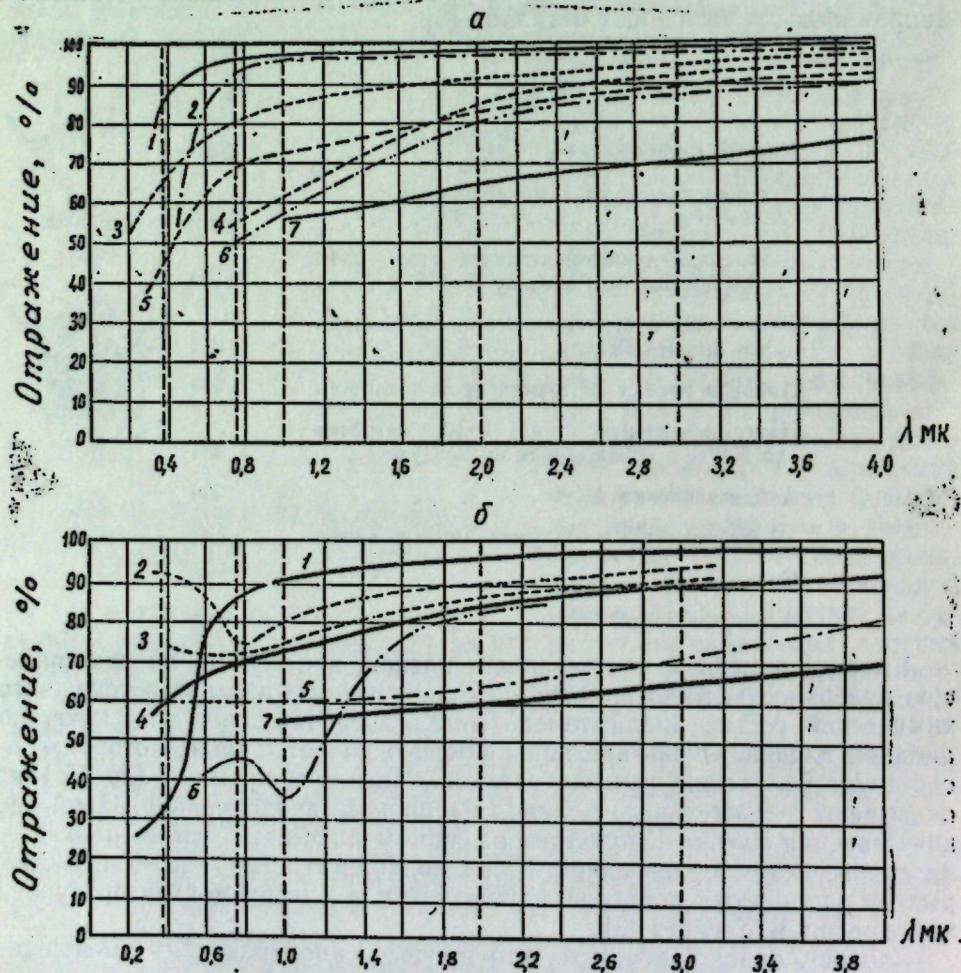


Рис. 2. Отражательная способность некоторых материалов.  
а: 1 — серебро, 2 — золото, 3 — радиев, 4 — вольфрам, 5 — платина, 6 — молибден, 7 — железо-сталь; б: 1 — медь, 2 — анодированный алюминий, 3 — полированный алюминий, 4 — никель, 5 — хром, 6 — цинк, 7 — сурьма

Для измерений были использованы образцы электрополированного алюминия швейцарских фирм с оксидной пленкой в 14 мк. Спектральное отражение в диапазоне длин волн от 0,3 до 3 мк было замерено на специально приспособленных спектрофотометрах СФ-4 и ИКС-11.

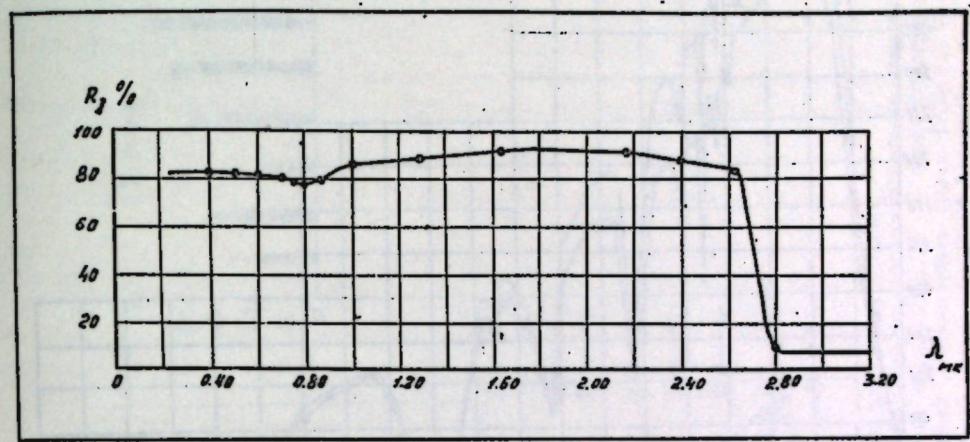


Рис. 3. Спектральное отражение от электрополированного оксидированного алюминия

Зависимость  $R_3 = f(\lambda)$ , полученная на основании экспериментальных данных, представлена на рис. 3. Как видно из кривой, наличие утолщенной оксидной пленки на алюминиевой поверхности несколько искажает общую картину спектрального отражения, характерную для чистых полированных металлов. Провалы  $R_3$  при  $\lambda > 2,6$  мк можно объяснить технологией обработки оксидной пленки. Действительно, для уплотнения оксидной пленки после анодирования (с целью уменьшения абсорбционного явления) изделие кипятится в воде в течение 10–15 минут. Падение коэффициента отражения в указанной области является результатом полосы поглощения гидрата водяных паров.

Для определения интегрального коэффициента отражения по отношению к солнечному спектру ( $\lambda = 0,3 \div 2,2$  мк) нами использовался графоаналитический метод. Следует отметить, что изучение оптических характеристик в естественных условиях требует наличия устойчивой солнечной радиации. Последний фактор весьма относительный и во многом ограничивает возможности проведения экспериментальных исследований. Учитывая это обстоятельство, нами был применен графоаналитический метод определения отражательной и пропускательной способности материалов с использованием кривой распределения энергии в спектре солнца.

С этой целью были использованы экспериментальные данные по распределению энергии в спектре солнца у поверхности земли [10] и спектральное отражение исследуемых образцов. Приняв расчетные значения: массу атмосферы — 1,5, солнечную постоянную — 1,9 кал/см<sup>2</sup>. мин и коэффициент прозрачности — 0,74, мы получили кривую распределения в спектре солнца, изображенную на рис. 4 (кривая 1).

Площадь, ограниченная кривой  $E_0(\lambda)$  и осью абсцисс, выражает среднюю плотность потока прямой радиации солнца на перпендикулярную лучам поверхность на уровне земли.

Интегрирование дает:

$$E_0 = \int_{0,3}^{2,2} E_0 \lambda d\lambda = 840 \text{ вт/м}^2,$$

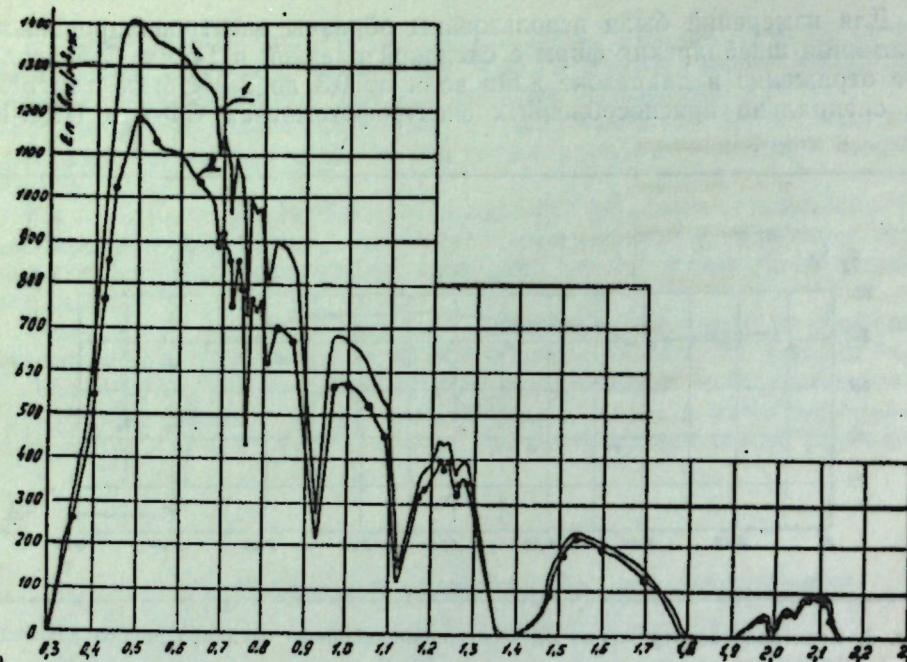


Рис. 4. Распределение энергии в спектре солнца у земной поверхности:  
1 — спектр солнечного излучения; 2 — спектральное отражение электрополированного алюминия,  $R_3 = 0,825$

или  $E_0 = 723 \text{ ккал}/\text{м}^2 \cdot \text{час}$ , что находится в хорошем соответствии с принятой расчетной величиной радиации.

Если зависимость  $R_3 f(\lambda)$  построить в масштабе интенсивности солнечного излучения, получим кривую спектральной яккотности солнечного лучистого потока, отраженного от электрополированного и анидированного алюминия (рис. 4, кривая 2).

Интегральный коэффициент отражения  $R_3$  подсчитывался как отношение площади, ограниченной кривой 2, к площади, ограниченной кривой 1, по формуле

$$R_3 = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R_3 \lambda E_0 d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_0 d\lambda}.$$

Согласно проведенному расчету  $R_3 = 0,82$ . Определение коэффициента отражения этих же образцов на рефлексометре с селеновым фотоэлементом (по отношению к белому свету) показывает величину 0,79—0,80, что и видно из рис. 3. Однако, изменяя величину  $R_3$  как отношение между отраженным и падающим световым потоком, получаем количественную оценку отражательной способности материала без учета распределения энергии. Подобная оценка, естественно, является недостаточной. Поэтому для более полной и детальной оценки отражательной способности зеркальных поверхностей следует определить индикаторы отраженного светового потока.

В качестве примера на рис. 5 изображены индикаторы отраженного светового потока для семи типов зеркал. Измерения проводились на рефлексометре, снабженном передвижной диафрагмой диаметром 2 мм, при угле падения лучей  $i = 10^\circ$ .

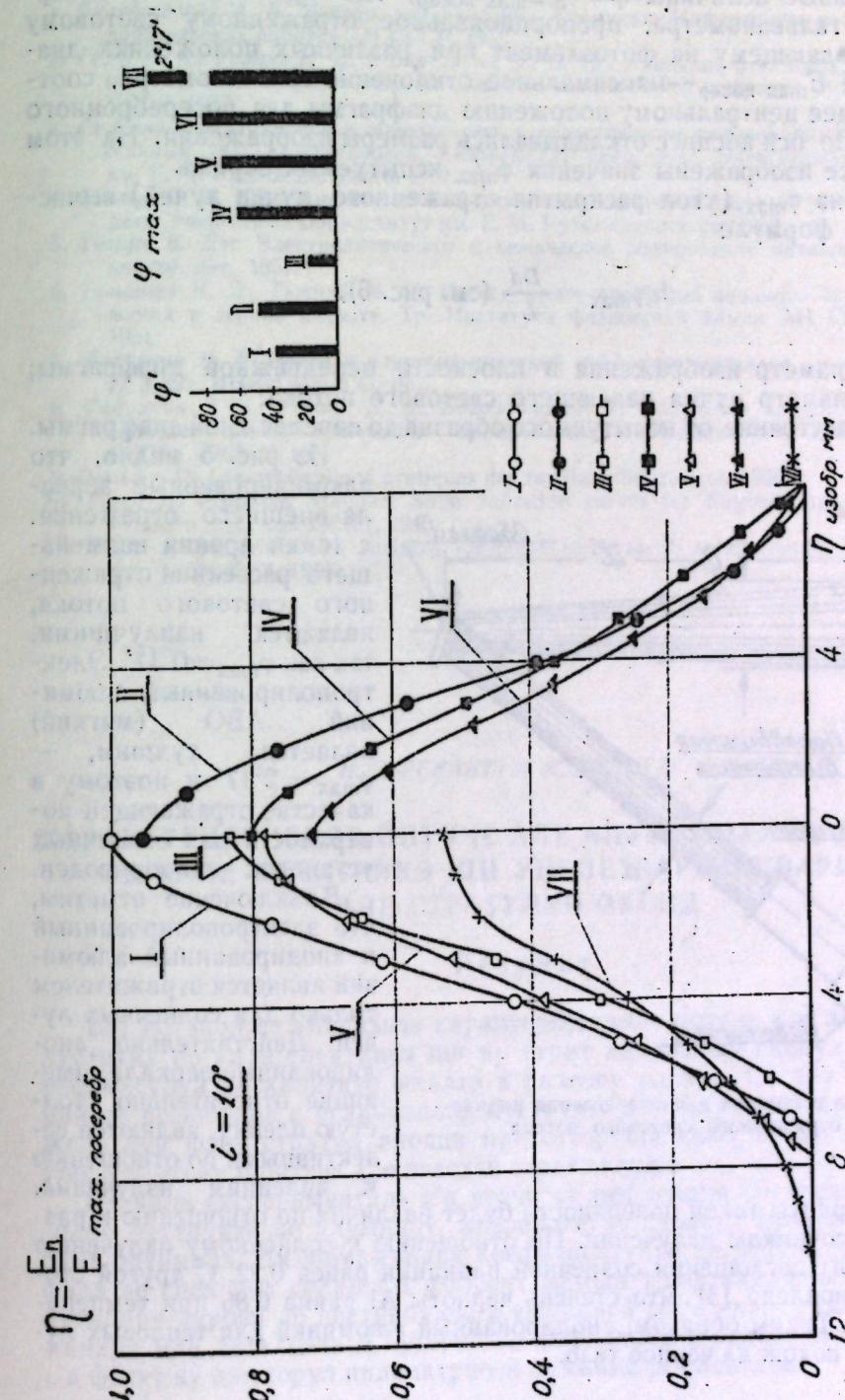


Рис. 5. Индикаторы отраженного светового потока для различных зеркал:  
I — стеклянное зеркало внутреннего отражения; II — швейцарский зеркальный сплав 1956 г.; III — алюминиевый сплав АВО; IV — стеклянное зеркало внутреннего отражения; V — электрополированный алюминиевый сплав 1958 г.; VI — швейцарский зеркальный сплав 1939 г.; VII — электрополированный алюминий АВОМ (мягкий)

При построении кривых (рис. 5) по оси ординат откладывались относительные величины  $\eta = E_p/E_{\max}$  посер, где  $E_p$  — отклонение зеркального гальванометра, пропорциональное отраженному световому потоку, падающему на фотоэлемент при различных положениях диафрагмы, а  $E_{\max}$  посер — максимальное отклонение гальванометра, соответствующее центральному положению диафрагмы для посеребренного зеркала. По оси абсцисс откладывались размеры изображения. На этом же рисунке изображены значения  $\varphi_{\max}$  испытуемых зеркал.

Величина  $\varphi_{\max}$  (угол раскрытия отраженного пучка лучей) вычислялась по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi_{\max} = \frac{Dd}{L} \quad (\text{см. рис. 6}),$$

где  $D$  — диаметр изображения в плоскости передвижной диафрагмы;  $d$  — диаметр пучка падающего светового потока;  $L$  — расстояние от испытуемого образца до передвижной диафрагмы.

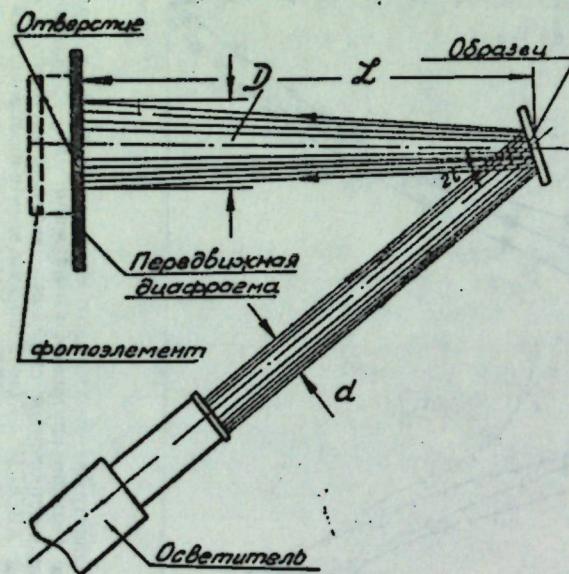


Рис. 6. Схема установки для определения индикаторы отраженного светового потока

Степень черноты такой поверхности будет различна по отношению к различным источникам излучения. По отношению к солнечному излучению коэффициент поглощения солнечной радиации равен 0,22. С другой стороны, установлено [3], что степень черноты Al равна 0,85 при температуре 100°C. Таким образом, анодированный алюминий для тепловых лучей весьма похож на черное тело.

## ЛИТЕРАТУРА

- Блобжеский А. В. Методы анодирования алюминия. Информация о научно-исследовательских работах АН СССР, 1955.
- Гарф Б. А., Рекант Н. Б. и Бороздина М. С. Исследование отражающих поверхностей солнечных установок. Использование солнечной энергии, сб. 1. Изд. АН СССР, 1957.
- Гэ Синь-Ши. Применение поверхностей с селективными радиационными характеристиками для гелиоустановок. Автореферат канд. дисс. Энергетический институт им. Г. М. Кржижановского, 1961.
- Рекант Н. Б. Исследование отражающих поверхностей солнечных установок. Канд. дисс. Энергетический институт им. Г. М. Кржижановского, 1959.
- Тегарт В. Дж. Электролитическое и химическое полирование металлов. М., Изд. иностран. лит., 1957.
- Томашев Н. Д., Тюкина М. Н. Исследование процессов анодного окисления алюминия в серной кислоте. Тр. Института физической химии АН СССР, вып. 2, 1951.
- Федуркин В. В. Новое в электролитической полировке металлов и сплавов. Сб. № 3(22), ВНИИ МИ и О, 1957.
- Федуркин В. В., Рекант Н. Б., Бороздина М. С. Получение алюминиевых зеркал методом электролитического полирования. «Медицинская промышленность СССР», 1959, № 10.
- Deribère M. Les applications pratiques des rayons infrarouges, 1956.
- Parry H. Proposed Standart Solar radiation curves for Engineering Use J. of the Franklin Inst., vol. 230(5), 1940.
- Wight R. Materials and surfaces for solar furnaces. J. solar energy sci. a. engng., vol. 1, No. 2, 3, 1957.

Н. Б. РЕКАНТ, М. К. БОЛОГА

## КАРАКТЕРИСТИЧЕЛЕ ОПТИЧЕ АЛЕ АЛУМИНИУЛУЙ ЛУСТРУИТ ПЕ ҚАЛЕ ЕЛЕКТРИКЭ ШИ ҮНЕЛЕ ПАРТИКУЛАРИТЭЦЬ АЛЕ СТРАТУЛУЙ ОКСИД

### Резумат

Ын артикол се анализазз карактеристичиле оптиче але алуминиулуй луструтит пе қале електрикэ ши ку страт анодик ын скопул обцинерий рефлексулуй де қалитате ыналтэ а разелор соларе. Се дау коефициенций де рефлекции а оглинзилор луструтите дин алуминиу ши дин алиажеле луй фэрэ стратул анодик протектор ши сынт экспусе тот одате үнеле партикуларитэць але ачстуй страт оксид.

Пе қале эксперименталэ с'а черчетат рефлекция спектралэ а оглинзилор луструтите де алуминиу, акоперите ку стратул протектор де гроcиме оптимальз. Ла детерминая коефициентулуй де рефлекции интеграл фасэ де спектрал солар с'а фолосит метода графоаналитикэ ку ынтребунцаря курбей де дистрибуущие а енержией ын спектрал солар. Детерминая май деталиятэ а путерий де рефлекции а оглинзилор черчетате с'а фэкют ку ажуторул индикатричей луминий рефлектате.

В. В. СЛАСТИХИН

## О ХАРАКТЕРЕ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ЛИВНЕВЫХ ПОТОКОВ НА СКЛОНАХ МОЛДАВИИ

Объем эрозионной работы ливневого стока по своим размерам нередко сопоставим с селевыми выносами [2]. Как известно, характерной чертой селевых паводков является большая концентрация наносов. В Молдавии в летний период имеют место условия, необходимые для формирования двухкомпонентных потоков высокой плотности. Основными из них являются: 1) периодически выпадающие интенсивные ливневые осадки и 2) слабая противоэрзационная стойкость поверхности почвы.

В летнее время в Молдавии обычно выпадают конвективные ливневые осадки, покрывающие ограниченные площади. Некоторые представления о эрозионноопасном характере осадков на территории республики можно получить из наших работ [3, 4].

Противоэрзационная стойкость поверхности почвы зависит от условий ее увлажненности перед выпадением ливня и от характера хозяйственной деятельности на территории водосбора. Продолжительные периоды бездождя и высокие летние температуры приводят к почти полной дезагрегации поверхностного слоя почвы, не защищенного или слабо защищенного растительным покровом. Пониженная стойкость агрегатов объясняется и малогумусностью почв Молдавии.

Современные условия хозяйственной деятельности на склонах также способствуют формированию ливневых потоков с высокой концентрацией наносов. Большие площади склоновых земель заняты пропашными культурами, садами и виноградниками. Борьба с сорняками на них ведется путем периодической культивации междуурядий. Такие участки склонов являются наиболее подготовленными для больших потерь почвы и возникновения ливневых потоков с высокой мутностью (рис. 1). Легко размываются ливневыми водами насыпные откосы террас, особенно в первые годы после их постройки (рис. 2).

Ливневые потоки, несущие большой объем наносов, нередко наблюдаются в устьях действующих оврагов. Большие выносы из оврагов встречаются там, где овражная эрозия осложнена оползнями, временно перепрограммирующими русла оврагов (рис. 3) [5].

Перечисленные выше виды ливневых потоков по характеру насыщения наносами можно отнести к селевидным.

Классификация селевых потоков, предложенная Д. Л. Соколовским [6], позволяет считать, что в Молдавии ливневые потоки на склонах являются переходными от жидким к селевым, а отдельные из них относятся к типичным селевым потокам. Д. Л. Соколовский отметил, что приближенной границей между жидким и селевым потоком является содержание наносов в размере 50—100 кг на 1 м<sup>3</sup> воды, что соответ-

ствует объемному весу потока — 1,02—1,04. Потоки, переходные к селевым, содержат 100—500 кг наносов на 1 м<sup>3</sup> воды, а их объемный вес колеблется от 1,05 до 1,20. Типичные селевые потоки несут 500—1000 кг наносов в 1 м<sup>3</sup> воды и имеют объемный вес от 1,30 до 1,60.

Исходя из приведенных выше данных, Д. Л. Соколовский следующим образом формулирует понятие селя: «Сели — это паводки, насыщенные большим количеством наносов, свыше 100 кг на 1 м<sup>3</sup> воды и имеющие турбулентный характер движения и пульсационный заторный режим. При содержании свыше 1000 кг на 1 м<sup>3</sup> воды сели приобретают характер связных или структурных потоков, движущихся как одно сплошное тело, с ламинарным характером режима».



Рис. 1. Струйчатые размывы после ливня



Рис. 2. Ступенчатые террасы после ливня

среднегодовая мутность стока равнялась 438 кг/м<sup>3</sup>.

По нашим наблюдениям, на склоне крутизной до 5°, занятом молодым виноградником (с. Балцы Криулянского района МССР), средняя мутность ливневого стока составила 340 кг/м<sup>3</sup>. Максимальные же значения весового содержания наносов в ливневом стоке доходили до 860 кг/м<sup>3</sup> воды. Еще более высокая концентрация наносов в стоке имела место при искусственном дождевании склона крутизной 7°, на котором возделывалась сахарная свекла (совхоз «Цветущая Молдавия» Страшенского района, июль 1957 г.).



Рис. 3. Глиняный «катун» и песчаные наносы, вынесенные ливневым паводком на пойму р. Ботни из донного оврага левобережной балки

Если пользоваться классификацией, предложенной Д. Л. Соколовским, то большая часть двухкомпонентных ливневых потоков на склонах, где нет почвозащитного растительного покрова, должна быть отнесена к категории селевых с турбулентным характером режима. При благоприятных условиях склоновые потоки или отдельные их фазы могут приобретать характер даже связных, структурных, селевых потоков с ламинарным или переходным к нему характером режима.

Применительно к грязевым потокам, образующимся на пахотных склонах Молдавии, классификация Д. Л. Соколовского должна быть дополнена показателем их вязкости. Вязкость потока в значительной степени зависит от количества глинистых частиц, находящихся в потоке в дисперсном состоянии. Она характеризует внутреннее сопротивление жидкости при движении одного ее слоя по другому. С вязкостью склонового потока тесно связано представление о скорости его движения, ибо с повышением вязкости, при прочих равных условиях, заметно падает скорость потока.

При одном и том же объемном весе потока, его вязкость может быть различной. Так, например, при объемном весе 1,5 смесь воды с жирной глиной подобна густому тесту, а смесь воды с тощей глиной напоминает жидкий кисель [7].

Характерной особенностью двухкомпонентных ливневых склоновых потоков являются значительные колебания их транспортирующей способности по пути движения. Насыщенный поток легко сбрасывает наносы при увеличении шероховатости поверхности или уменьшении уклона. Местом систематической разгрузки ливневых потоков являются подножья склонов, балочные и речные долины. Именно в этих местах образовались за счет наносов, принесенных с распаханных склонов, многометровые слоистые отложения, под которыми погребены балочно-долинные почвы доагрикультурного периода.

Как указывает Ф. К. Кочерга [1], методике расчетов селевых потоков большое внимание уделил М. Ф. Срибный. Он ввел в научный оборот понятие о «коэффициенте селеносности»  $\varphi$ , под которым понимается отношение количества твердых частиц  $c$ , поступающих в поток с единицы площади в единицу времени, к интенсивности ливня  $i$ :

$$\varphi = \frac{c}{i}. \quad (1)$$

Этот коэффициент может быть представлен и в виде отношения объема наносов в селевом потоке  $V_n$  к объему воды в нем  $V$ :

$$\varphi = \frac{V_n}{V}, \quad (2)$$

т. е. коэффициент селеносности связан с мутностью потока и его можно определить по формуле:

$$\varphi = \frac{\gamma_c - \gamma}{\gamma_n - \gamma_c}, \quad (3)$$

где  $\gamma$  — объемный вес воды;

$\gamma_c$  — объемный вес селевой массы;

$\gamma_n$  — объемный вес твердой фазы потока.

Уравнение (1) подверглось справедливой критике в работе Ф. К. Кочерги [1], так как нельзя ставить селеносность в прямую зависимость только от интенсивности осадков.

Для оценки характера двухкомпонентных ливневых склоновых потоков представляют интерес уравнения (2) и (3), предложенные М. Ф. Срибным. Однако, как мы полагаем, для ливневых склоновых потоков целесообразно ввести понятие о «коэффициенте эрозионного насыщения потока»  $\Psi$ . Наиболее просто такой коэффициент может быть представлен как синхронное отношение интенсивности смыва почвы  $G$  в  $\text{мм}/\text{мин}$  к интенсивности жидкого стока  $S$  в  $\text{мм}/\text{мин}$ :

$$\Psi = \frac{G}{S}. \quad (4)$$

Величина интенсивности ливневого смыва почвы  $G$  является итогом сложного действия на поверхность почвы ударов капель дождя, отделения почвенных частиц стекающими по склону струйками, добавочной турбулентности потоков, возникающей в результате водяной толчки, создаваемой падающими каплями.

Интенсивность стока  $S$  зависит в основном от величины и интенсивности осадков, а также от состояния поверхности почвы.

Данные, полученные на стоковых площадках, позволяют установить связь между интенсивностью смыва почвы  $G$  и интенсивностью ливневого стока  $S$  (рис. 4). По наблюдениям предельная величина коэффициента эрозионного насыщения потока  $\Psi$  на молодом винограднике (склон крутизной до  $5^\circ$ , почвенный покров — чернозем тяжелосуглинистого механического состава) составила 0,83. На пиках гидрографов стока при крупных ливнях значения коэффициента  $\Psi$  изменялись от 0,44 до 0,83. При малых ливневых осадках, а также на спаде ливневых гидрографов стока интенсивность смыва почвы  $G$  была менее 0,05  $\text{мм}/\text{мин}$ , а значение интенсивности стока  $S$  — менее 0,3  $\text{мм}/\text{мин}$ . При этом значения величины коэффициента  $\Psi$  обычно не превышали 0,2.

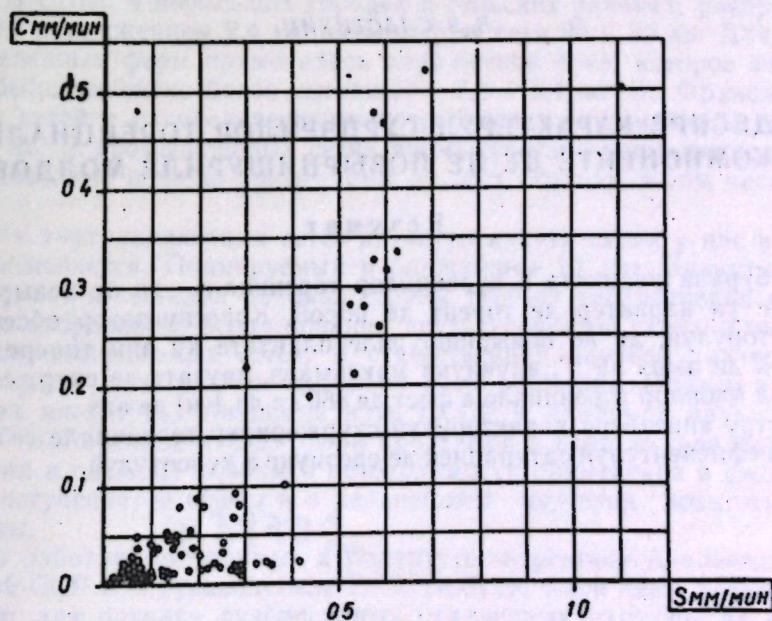


Рис. 4. Связь интенсивности ливневого смыва почвы  $G$  и ливневого стока  $S$  по наблюдениям на стоковой площадке

В настоящее время имеются лишь единичные исследования двухкомпонентных ливневых склоновых потоков и их динамики, поэтому накопление таких данных представляет научный интерес, пополняя наши сведения о характере этого явления.

На основе классификационной схемы Д. Л. Соколовского можно считать, что известная часть ливневых двухкомпонентных потоков на обрабатываемых склонах Молдавии имеет черты, присущие селевым грязевым потокам. Одним из количественных показателей, характеризующим ливневые двухкомпонентные потоки, является коэффициент эрозионного насыщения, приводимые значения которого получены путем обработки трехлетних наблюдений на стоковых площадках.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кочерга Ф. К. Горномелиоративные работы в Средней Азии и Южном Казахстане. М., Гослесбумиздат, 1953.
2. Лопатин Г. В. Наносы рек СССР. Географиздат, 1955.
3. Сластихин В. В. Характер ливневых осадков и их роль в развитии процессов эрозии почв в Молдавии. Молдавский филиал АН СССР, Труды объединенной научной сессии, т. I, 1959.
4. Сластихин В. В. Ливневый сток и смык. Труды сессии ВАСХНИЛ, т. II. Изд. МСХ СССР, Саратов, 1959.
5. Сластихин В. В. Некоторые вопросы освоения пойм малых рек Молдавии в связи с процессами водной эрозии. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 4(49), 1958.
6. Соколовский Д. Л. Речной сток. Л., Гидрометеоиздат, 1959.
7. Флейшман С. М. Селевые потоки. М., Географиздат, 1951.

В. В. СЛАСТИХИН

#### ДЕСПРЕ КАРАКТЕРУЛ СУРПЭРИЛОР ТОРЕНЦИАЛЕ БИКОМПОНЕНТЕ ДЕ ПЕ ПОВЫРНИШУРИЛЕ МОЛДОВЕЙ

#### Резумат

Тулбуряла ридикатэ а куренцилор торенциаль де пе повырнишурь атрибуе ун карактер де торент де норой, Кореспунэтор обсерваторий аторулуй, де пе повырнишурile плантате ку вий тинере ку ынклинаря де пынэ ла  $5^{\circ}$ , алувиуня максималэ, каузатэ де скуржеря апей ын урма плоилор торенциале а фост де 860 кг ла  $1 \text{ м}^3$  де апэ.

Пентру апречиеря карактерулуй скуржерилор торенциале се дэ формула коефициентулуй сатурацией де ерозиуне а курентулуй.

В. С. КОРОТНЯН, Р. А. ЭРШОН

#### РАЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ВНУТРИКОЛХОЗНЫХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ ПЕРСПЕКТИВ РОСТА БЫТОВЫХ НАГРУЗОК

Выполнение задачи, поставленной XXII съездом КПСС,— осуществление сплошной электрификации страны — связано с большими удельными капитальными вложениями на распределительные сети в районах с малой плотностью электронагрузки. Значительная экономия средств может быть получена при применении рациональных схем сетей, в том числе рациональной системы напряжений. Необходимость решения задач, связанных с рациональным построением сети низкого напряжения, вызывается новым направлением в сельском строительстве и в электрификации сельскохозяйственных районов — образованием в сельской местности поселков городского типа и резким ростом нагрузок, ожидающимся в ближайшие годы. В связи с последним возникает вопрос о повышении напряжения сетей внутри сельских населенных пунктов.

В мировой практике для сельских сетей, наряду с обычно применяемой одноступенчатой системой трансформации, применяется также двухступенчатая. Например, в Австрии нашли применение сети промежуточного напряжения 1000 в, что позволило снизить затраты в сеть до 15%. В США, в небольших городах и сельских районах, распространены сети напряжением 2,4 кв, питаемые от сети 20 и 35 кв. Для питания удаленных ферм применялось напряжение 4 кв, которое затем с 1936 г. было заменено более высоким — 7,2—12,4 кв. Во Франции для сельских сетей с распределенными потребителями применяется напряжение 5 кв. В промышленных сетях промежуточное напряжение (0,5—3,0 кв) довольно широко применяется во всех странах, в том числе и в СССР.

Но для внутриколхозных сетей двухступенчатая схема у нас в стране не применяется. Планируемый в ближайшие 10 лет значительный рост нагрузок в сельских районах страны требует рассмотрения вопроса о целесообразности использования двухступенчатой схемы для сельских распределительных сетей. В отечественной научной литературе этому вопросу уделялось сравнительно мало внимания. Однако в энергетических институтах Академии наук СССР и Академии наук Эстонской ССР и Латвийской ССР были проведены в этом направлении исследования и сделаны выводы о необходимости применения в ряде случаев двухступенчатой схемы и о дальнейшем изучении возможностей этой схемы.

Так, в работах, проводимых в Институте энергетики Академии наук Эстонской ССР под руководством Г. Х. Побуля, были даны такие рекомендации: для питания разбросанных удаленных нагрузок за пределами колхозных центров целесообразно в ряде случаев применять повышенное напряжение, например 950 в, 6 или 10 кв. Это позволяет со-

кратить расход металла, а в ряде случаев капиталовложения и эксплуатационные расходы. При радиусе действия сети больше 1—2 км рационально применять однофазные трансформаторные подстанции с питанием от сети высокого напряжения (6—10 кв) из колхозных центров. Особый интерес, по их мнению, представляет возможность применения напряжения 950 в при радиусах действия сети меньше 1 км, в пределах которого 6 и 10 кв становятся уже нецелесообразными.

Аналогичные исследования проводились в Академии наук Латвийской ССР под руководством О. Г. Паэгле [6]. Их выводы сводятся к следующему: применение промежуточного напряжения для внутриколхозных сетей может привести к снижению затрат в сеть и дать лучшее техническое решение при значительных расстояниях между колхозными центрами (5—10 км) и при наличии ферм, рассредоточенных по территории колхоза. Экономическое сопоставление различных схем электроснабжения показывает, что целесообразно применять промежуточное напряжение не ниже 3 кв.

Вопросу рационального распределения электроэнергии внутри населенных пунктов посвящена статья А. Г. Захарина и П. Я. Пирхавки [4]. В ней авторы указывают на возможную эффективность применения повышенного напряжения порядка 1 кв, особенно при переходе с 10 кв на 17, 20 и 35 кв.

Однако в статье при расчете капиталовложений для вариантов с промежуточными напряжениями 660 и 1000 в не учтена стоимость дополнительной трансформации на вводах в дома для понижения напряжения до 127 в. Несмотря на это, сделан вывод о целесообразности повышения напряжения низковольтной сети до 1 кв. Правда, подчеркивается необходимость учета стоимости дополнительной трансформации при решении вопроса о повышении напряжения низковольтной сети. (Эта стоимость составляет 50% и более от суммарных капиталовложений). Кроме того, в статье указано на улучшение качества электроснабжения при повышении напряжения низковольтной сети.

Общим планом научно-исследовательских работ Института энергетики и автоматики АН МССР на 1961 г. была предусмотрена разработка рациональной системы распределения электроэнергии в сельских населенных пунктах Молдавской ССР.

Задачей настоящей работы было определение необходимости перехода на повышенное напряжение внутри населенных пунктов для условий Молдавии в связи с ростом бытовых нагрузок на ближайшие 10 лет. В частности, основное внимание уделено переходу на двухступенчатую систему с промежуточным напряжением 1 кв, которое особенно рекомендуется в научно-технической литературе. В работе также рассмотрены варианты с промежуточным напряжением 3 кв и одноступенчатая система 35/0,4 кв и проводится сравнение одноступенчатой и двухступенчатой схем внутриколхозных сетей на примере характерного для Молдавии села Пыржота Рышканского района. При этом использованы и обобщены материалы исследований, проведенных в Академиях наук Эстонской ССР и Латвийской ССР.

Выбор наиболее экономичного решения следует производить, сравнивая между собой оптимальные варианты при различных схемах электроснабжения. Такое сравнение является трудоемким и требует применения счетно-решающей техники.

В данной работе выбор оптимального числа ТП для одноступенчатой схемы сделан по методике И. А. Будзко и Н. Н. Астафьева [2].

Для двухступенчатых схем внутриколхозных сетей (1/0,127 и 3/0,127 кв) выбор числа ТП 35/1 и 35/3 кв сделан исходя из условий наиболее целесообразного их размещения и минимального увеличения

длины высоковольтной ЛЭП 35 кв, а также получения экономичного радиуса действия с учетом допустимой потери напряжения. Для вариантов 1/0,127 кв и 3/0,127 кв рассмотрены два случая: к потребительскому трансформатору в 1 ква подключен один дом и к трансформатору в 5 ква — пять домов. Длина сетей внутри села постоянна для всех вариантов, так как она определяется конфигурацией села и характером размещения потребителей.

В расчетах нагрузка на один дом принята равной 1 квт, исходя из наличия в каждом доме, помимо осветительных ламп, следующих электробытовых приборов: плитки, утюга, приемника, телевизора, холодильника, пылесоса, стиральной машины. Использование электроэнергии для отопления дома, приготовления пищи и кондиционирования воздуха не учитывалось, так как это предусмотрено последующей электрификацией быта.

Потери в потребительских трансформаторах 3/0,127 и 1/0,127 кв взяты ориентировочно равными 5% против 7,5% в существующих трансформаторах типа ОМ-1,2/6 (табл. 1).

Потери мощности в сетях подсчитаны по формулам:

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R_{\text{экв}} (\text{kvt}),$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{\Delta U \cdot 10U}{\sqrt{3} \cdot I} (\text{ом}),$$

где  $U$  — номинальное междуфазное напряжение линии (кв);

$I$  — ток в линии (а);

$\Delta U$  — потеря напряжения в линии (%).

Таблица 1

Таблица расчета потерь мощности и энергии

Наименование потерь	Единица измерения	Варианты		
		1/0,127 кв	3/0,127 кв	0,38/0,220 кв
Потери мощности в сетях 3, 1, 0,38 кв	квт	21,2	8,16	15,3
Потери мощности в потребительских ТП 1/0,127, 3/0,127 кв . . . . .	квт	19,4	19,4	—
Итого потерь мощности .	квт	40,6	27,56	15,3
Потери энергии во всех элементах цепи (линиях 1, 3, 0,4 кв и ТП 1/0,127 и 3/0,127 кв) при $\tau=1750$ час/год . . . . .	1000 квт·ч	71	48,4	26,8
Максимально потребляемая мощность .	квт	428,6	415,56	403,3
Годовое потребление электроэнергии при $T_{\text{макс}}=3000$ час/год . . . . .	1000 квт·ч	1285	1250	1210
Удельный вес потерь мощности к максимально потребляемой . . . . .	%	9,5	6,64	3,8
Удельный вес потерянной энергии к потребляемой . . . . .	%	5,5	3,88	2,22
Потери напряжения в распределительной сети . . . . .	% (мин-макс)	3,4-8,18	0,92-2,3	0,88-6,75

В соответствии с рекомендациями Гипросельэлектро, принято время потерь  $\tau = 1750$  час/год и число часов использования максимума  $T = 3000$  час/год. При определении потерь напряжения считалось, что потеря напряжения в потребительских трансформаторах скомпенсирована подбором соответствующего коэффициента трансформации. Подсчет стоимости проведен лишь по элементам, неодинаковым в рассмотренных вариантах (табл. 2). Так, во всех трех вариантах учтена лишь стоимость провода, так как количество опор и расстояние между ними одинаково. Монтаж провода, стоимость самих опор и изоляторов также примерно равны. Линии 380/220 в — четырехпроводные, а линии 1 и 3 кв — трехпроводные. Во всех трех вариантах учтена стоимость ЛЭП 35 кв от точки разветвления до ТП 35/0,4, 35/1 и 35/3 кв.

Ввиду того, что потребительские ТП мощностью 1 и 5 ква, напряжением 1/0,127 и 3/0,127 кв не существуют, в расчеты включена ориентировочная стоимость только самих трансформаторов. Стоимости защитных устройств и монтажа всего ТП, а в варианте с трансформаторами 5 ква и стоимость распределительных ящиков, не учтены.

При анализе полученных результатов видно следующее:

1. По первоначальным капиталовложениям наиболее экономичным является вариант с одноступенчатой схемой распределения электроэнергии внутри сельских населенных пунктов, так как учет монтажа и стоимости всей дополнительной аппаратуры потребительских ТП при двухступенчатой системе электроснабжения увеличит стоимость в варианте с одним трансформатором, питающим пять домов, на величину несомненно большую, чем 2,8 тыс. руб. (см. табл. 2).

2. В нашей работе рассмотрено село, имеющее скученную форму, благодаря чему в варианте с низковольтной сетью 380/220 в ЛЭП 35 кв окружает село кольцом. От него сделаны глубокие вводы к ТП 35/0,4 кв. Благодаря этому протяженность ЛЭП 35 кв от точки разветвления увеличилась более чем в полтора раза по сравнению с двумя другими вариантами. Для юга Молдавии и районов Приднестровья характерна вытянутая форма сел. В этих случаях ЛЭП 35 кв будет проходить вдоль села. Это не потребует дополнительного увеличения ее длины и создаст лучшие условия для глубоких вводов.

3. Большинство сел Молдавии имеет довольно большое число дворов (до 5 тысяч — с. Парканы Тираспольского района). При этом стоимость ТП 1/0,127 кв (3/0,127) будет составлять еще больший процент от суммарных капиталовложений.

4. По величине удельного веса потерь мощности и потерь энергии варианты с промежуточными напряжениями 1 и 3 кв являются значительно менее экономичными (в 1,7—2,5 раза), чем вариант с сетью напряжением 380/220 в, так как добавляются дополнительные потери в промежуточных трансформаторах (1/0,127 и 3/0,127).

5. В данном случае рассмотрены сети с чисто бытовой нагрузкой. График такой нагрузки имеет резко переменный характер. Поэтому потребительский трансформатор большую часть суток работает в режиме холостого хода при повышенном напряжении. В этом случае потери холостого хода и намагничивающий ток трансформатора увеличиваются почти в 2 раза [9].

6. В варианте с одним трансформатором 1/0,127 кв и 3/0,127 кв на пять домов увеличивается длина вводов 127 в в дома (до 80 м). Причем вводы выполняются двумя проводами марки А-16, что дает дополнительную потерю напряжения на вводах 0,7%. Применение проводов марки ПСО и ПС дает дополнительную потерю напряжения 1,8—4,6%.

Таблица 2

Наименование показателей	Экономический расчет вариантов		
	Единицы измерения	ЛЭП 3 кв один трансформатор на один дом	ЛЭП 1 кв один трансформатор на пять домов
<b>Основные элементы сети</b>			
Длина ЛЭП	км	18,3	18,3
В том числе: проводом А-35	"	—	—
проводом ПС-25	"	18,3	10,2
Количество ТП 3/0,127 и 1/0,127 кв	шт.	555	555
ТП 35/3 и 35/1 кв	"	3	3
ТП 35/0,4 кв	"	—	—
<b>Подсчет стоимости оборудования</b>			
Провод	тыс. руб.	2,31	2,91
Трансформаторы 3/0,127 и 1/0,127 кв	"	22,0	22,0
ТП 35/3 и 35/1 кв	"	5,8	5,8
ТП 35/0,4 кв	"	—	—
ЛЭП 35 кв	"	9,7	9,7
Дополнительные опоры при вводах в дома	"	—	—
Дополнительный провод и его монтаж для вводов в дома	"	2,6	2,6
<b>Итого расходов</b>	тыс. руб.	39,81	34,01
		40,41	34,61

Примечание. 1. Стоимость провода и трансформатора 3/0,127 кв взята по прейскуранту № 15-03.  
2. Стоимость ТП 35/0,4, 35/3 и 35/1 кв взята по данным "Гипросельэлектро".

7. По нашему мнению, применение дополнительной трансформации приводит к увеличению аварий, затрудняет централизованное включение уличного освещения, часто требует установки трехобмоточных трансформаторов 35/1/0,4 кв для питания и силовой нагрузки.

8. Все расчеты произведены с учетом роста нагрузок в ближайшие 10 лет. За этот период села Молдавии будут полностью электрифицированы и покроются сетями 380 в. При переходе на напряжение 1 или 3 кв будет необходимо в первом случае значительная, а во втором — полная реконструкция существующих сетей, что связано с огромными материальными издержками.

В варианте с напряжением 380/220 в разукрупнение ТП 35/0,4 кв потребует незначительных дополнительных затрат, так как существующая сеть 380/220 в будет полностью использована.

9. Рекомендуемое в литературе и рассмотренное в данной работе промежуточное напряжение 1 кв является нестандартным и не может быть рекомендовано по своим низким технико-экономическим показателям для применения в низковольтных сетях в Молдавии.

#### ВЫВОДЫ

1. Для условий Молдавии на основании работ, проделанных в нашем институте по высоковольтным и низковольтным линиям, можно считать наиболее экономичной систему электроснабжения 35/0,4 кв.

2. При росте нагрузки в ближайшие 10 лет пропускную способность распределительных сетей внутри сельских населенных пунктов целесообразно увеличивать путем сокращения радиусов действия, а не путем введения промежуточного напряжения.

3. При дальнейшем росте бытовой нагрузки (отопление жилищ, приготовление пищи и т. д.) и многоэтажной застройке сел целесообразно рассмотреть вопрос о введении промежуточного напряжения (3, 6, 10 кв).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Будзко И. А., Степанов В. Н. Электрические линии и сети сельскохозяйственного назначения. Сельхозгиз, 1958.
- Будзко И. А., Астафьев Н. Н. О числе трансформаторных пунктов в селении. «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства», 1956, № 1.
- Захарин А. Г., Канакин Н. С. О выборе схем электрических сетей сельских районов, «Общая энергетика», вып. 2, 1960.
- Захарин А. Г., Пирхавка П. Я. Вопросы распределения электроэнергии в населенных пунктах сельского типа. «Общая энергетика», вып. 2, 1960.
- Кришан З. П. Выбор систем напряжения для электрических сетей (6—35 кв) в районах с малой плотностью нагрузки. Автореферат канд. дисс. Киев, 1960.
- Пазгле О. Г., Даэлэ В. А., Кришан З. П. Основы распределения энергии в сельских районах Латвийской ССР. Научный отчет Института энергетики и электротехники АН Латвийской ССР за 1960 г.
- Побуль Г. Х., Новод Ф. Ф., Таваст Р. Р. Рациональное распределение металла и потерь энергии в звеньях электрических сетей Эстонской ССР. Отчет Института энергетики АН Эстонской ССР за 1958 г.
- Соколовский Е. В. Снижение потерь энергии в трансформаторах сельских сетей. «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства», 1960, № 1.
- Соколовский Е. В. Исследование режимных технико-экономических показателей сельских сетей 6—10 кв. Автореферат канд. дисс. М., 1961.

- Gheorghiu N. Un nou sistem de distribuție de înaltă tensiune pentru electrificări rurale, folosind tensiunea intermedieră de 1 kW. «Energetica», 1961, № 2.
- Mestres. Etude de la structure des réseaux ruraux dans les zones d'habitat dispersé. Bull. Soc. Franç. des électriciens, Octobre, 1957.
- Radu. L'alimentation des réseaux électriques ruraux. «Genie rural», Decembre, 1956.
- Garczynski. Les réseaux ruraux de distribution aux USA. «Genie rural», Avril, 1956.

В. С. КОРОТНЯН, Р. А. ЭРШОН

#### СКЕМЕЛЕ РАЦИОНАЛЕ АЛЕ РЕЦЕЛЕЛОР ЕЛЕКТРИЧЕ СЭТЕШТЬ ЫН ЛЕГЭТУРЭ КУ ПЕРСПЕКТИВЕЛЕ КРЕШТЕРИЙ СОЛИЧИТУДИНИЛОР КАСНИЧЕ

#### Резумат

Ын артикол се анализзэ проблема тречерий рецелелор електриче дин сате ла о тенсиуне май ридикатэ, ын легэтурэ ку крештеря консiderabilэ а соличитудиней електриче дин ултимиј 10 ань. Се фаче о компарацие технико-экономикэ ынтрे трей варианте де тенсиуне: 220, 1000 ши 3000 в.

Се конклуде, кэ результателе челе май буне пентру кондицииле Молдовей ва да скуртая разелор де акциуне а рецелелор екзистенте де 220 в, яр ну тречеря ла о тенсиуне електрикэ ридикатэ.

А. Г. ИВАНЕНКО

## К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕДУКЦИИ ЛИВНЕВЫХ ОСАДКОВ ПО ПЛОЩАДИ

Паводки, вызываемые ливневыми осадками в Карпатах, Молдавской ССР, на юге Украинской ССР и других ливнеопасных районах СССР, приносят значительный ущерб народному хозяйству. По этой причине в последнее время уделяется большое внимание расчетам максимального ливневого стока на этих территориях.

Для изучения причин возникновения больших паводков необходимо иметь достаточное количество данных о ливневых осадках, а также располагать надежными методами расчета их характеристик — интенсивности, количества, повторяемости и распределения осадков по территории.

В настоящей работе исследуются ливневые осадки, выпадающие в Карпатах, причем основное внимание уделяется изучению распределения осадков по площади. Поскольку Днестр — основная водная артерия Молдавской ССР — формирует значительную долю своего стока в верхней части бассейна, решение вопросов редукции ливней на территории Карпат позволяет существенно уточнить расчеты ливневых максимумов Днестра.

Известно, что по площади ливневые осадки выпадают чрезвычайно неравномерно. Количества осадков, измеренные в двух рядом расположенных пунктах, могут сильно отличаться. Поэтому учет морфологии ливня, орошающего поверхности речных бассейнов, является одним из важных элементов методики расчета ливневого стока.

Первые попытки учета морфологии ливня принадлежат Н. Е. Долгову [3], который по данным редкой ливнемерной сети дал приблизительные пределы площади распространения ливней в зависимости от их средней интенсивности, причем наибольшие площади орошения по Н. Е. Долгову не превышают  $3500 \text{ км}^2$ .

Специальное исследование ливней и их распределения по площади произведено З. П. Богомазовой и З. П. Петровой [2]. Они отметили, что сильные дожди могут охватывать весьма значительные территории, порядка  $180 \text{ тыс. км}^2$ . Этими же авторами получена аналитическая зависимость между средним слоем осадков и площадью их выпадения для равнинной части Украины. Согласно последним данным, З. П. Петрова [5] получила по подробным материалам наблюдений Валдайского и Велико-Анадольского ливнемерных кустов коэффициенты редукции слоя ливневых дождей по площади. Коэффициенты редукции оказались зависмы от величины слоя дождя в центре ливня и изменялись от 1,00 до 0,40 для площадей от нескольких десятков до сотен тысяч квадратных километров.

Кроме указанных работ, известны другие интересные исследования [1, 6 и др.], позволяющие судить о неравномерности распределения по площади слоя ливневых осадков при различной их продолжительности. В зарубежной литературе имеется большое число работ [7, 8 и др.], посвященных изучению редукции ливней по площади. Степень убывания

среднего слоя ливня с ростом площади принимается авторами в зависимости от площади и величины максимального слоя в точке [8] или от площади и продолжительности ливня [7].

Как уже указывалось, настоящая работа посвящена исследованию распределения ливней по площади в горных условиях Закарпатья. Закарпатская область является одним из ливнеопасных районов Советского Союза. Сильные ливни вызывают на горных реках высокие паводки, приносящие значительный ущерб народному хозяйству. Каких-либо работ, посвященных пространственной редукции ливней на территории Карпат, не имеется. Известно только [7], что ливни в Карпатах покрывают громадные площади: от 15 до 30 тыс.  $\text{км}^2$ .

Для изучения редукции ливней по площади, особенно в горных условиях, необходимо располагать наблюдениями на густой сети плювиографов. К сожалению, плювиографических материалов по Закарпатью имеется весьма мало. К настоящему времени плювиографическая сеть района насчитывает около 28 плювиографов, однако подробные данные по этим приборам относятся к короткому периоду лет: 1954—1959 гг., реже 1947—1959 гг. Для более детального расчета, позволяющего судить о редукции ливней на малых площадях, использовались данные по густой плювиографической сети ливнемерного куста Закарпатской стоковой станции. Ливнемерный куст расположен в верхней части бассейна р. Рики на площади  $589 \text{ км}^2$ . Действующая сеть куста состоит из 50 постов, из них 38 оборудованы плювиографами, остальные — только осадкомерами. В среднем на каждые  $12 \text{ км}^2$  приходится один осадкомер, на каждые  $15 \text{ км}^2$  — самописец дождя.

Как показывают данные для всего Закарпатья, ливневые осадки могут покрывать площади, превосходящие территорию Закарпатской области. В пределах орошаемой площади ливни выпадают неравномерно, изогнеты очерчивают ряд ливневых зон, расположенных в различных частях области, чаще в центральной и северо-западной. При внимательном анализе карт изогнет, построенных по данным ливнемерного куста, можно заметить, что поверхность «тела» ливня неровная, бугристая; на макроформы ливневого тела накладывается множество микроформ. Такая картина соответствует механизму выпадения дождя из отдельных ливневых облаков, перемещающихся над территорией в соответствии с метеорологической обстановкой.

В расчет принимались ливни, наблюдавшиеся на значительной территории и имеющие подобный ход интенсивностей во времени в различных частях области. Однородность ливня определялась по интегральным кривым, характеризующим накопление слоя дождя во времени в выборке от максимальной интенсивности, наблюданной приблизительно одновременно по всей территории. Несинхронность наступления максимальной интенсивности ливня в различных частях области определяется не только «добранием» наиболее мощного ливневого облака, но также и влиянием рельефа. Как правило, несовпадение пиков ливня во времени составляет всего 20—30 минут, хотя иногда достигает часа. Интегральные кривые в выборке от максимума строились для всех сильных ливней по всем пунктам. Для каждой кривой выбирали количество осадков, накопившихся в эффективной части ливня за 10, 30 минут, 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20 часов и за сутки.

Максимальные количества дождя для каждой продолжительности одного и того же ливня наносились на карту и по ним проводились изогнеты. Обработка карт и вычисление среднего слоя осадков производилась планиметрированием ограниченных изогнетами ливневых пятен, начиная от центральной части ливня. Однако шапка ливня может быть представлена двумя и более центрами. В таком случае редукцию слоя

брали от наиболее мощного центра, заведомо дающего больший слой осадков, и расчет вели обычным способом, пока не включали в него изогиету, охватывающую второй центр. Чтобы учесть увеличение общего слоя дождя дополнительно за счет второго центра, относили объем осадков второго центра ко всей площади покрытия обоими центрами. В итоге исправляли наименование ограничивающей изогиеты на величину дополнительного слоя от второго центра.

Таким образом было обработано свыше 150 карт изогиет и получены данные изменения среднего слоя осадков по площади их распространения, начиная от центральной части ливня. По этим данным для каждой продолжительности строили графики зависимости среднего слоя ливня от площади его распространения. На графиках проводили огибающие кривые, все точки которых соответствуют фактически наблюденным случаям перекрытия данной площади наибольшим слоем дождя. Такие случаи являются наиболее благоприятными для формирования максимального стока, поэтому расчет по огибающей кривой необходимо положить в основу вычисления редукционных коэффициентов для среднего слоя ливня.

Зависимость слоя осадков от площади орошения хорошо описывается уравнением гиперболического типа:

$$H_F = \frac{H_0}{1 + bF^n}, \quad (1)$$

где  $H_0$  — максимальный слой осадков в пункте;

$H_F$  — средний слой на площади  $F$ ;

$b$  и  $n$  — параметры формулы.

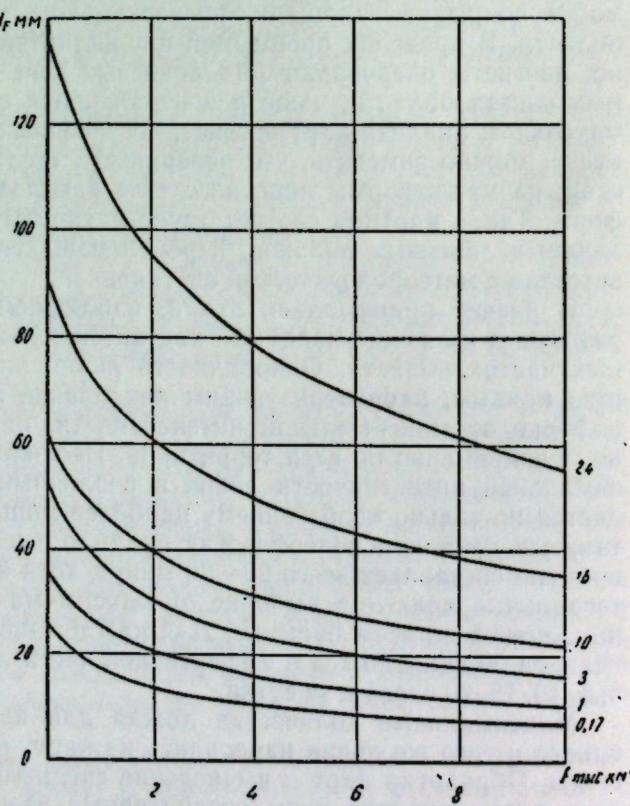
Отношение

$$\frac{H_F}{H_0} = K_F \quad (2)$$

называется коэффициентом редукции, и его величина определяется согласно уравнению (1).

Как показывает подробный анализ, ливни различной продолжительности изменяются с ростом площади по-разному (см. рисунок). Влияние продолжительности ливня на коэффициент редукции учитывается параметром  $b$  формулы (1). Для условий Закарпатья нами получена обратная зависимость между параметром  $b$  и продолжительностью  $T$  в часах. Аналитическое выражение этой зависимости имеет следующий вид:

$$b = \frac{0,00254}{1 + 0,08970,67T}. \quad (3)$$



Зависимость среднего слоя  $H_F$  от площади  $F$  для ливней различной продолжительности (0,17; 1; 3; 10; 16; 24 часа)

Уменьшение  $b$  с ростом продолжительности объясняется меньшей редукцией продолжительных ливней. Наиболее быстро убывает с ростом площади слой кратковременных интенсивных ливневых дождей. Параметр  $n$  также несколько колеблется для ливней различных продолжительностей, однако его можно принять постоянным, равным 0,75.

С учетом (2) и (3) формула (1) приобретает такой вид:

$$H_F = \frac{H_0}{1 + \frac{0,00254}{1 + 0,08970,67T}}. \quad (4)$$

Числитель этой зависимости — максимальный слой осадков в эффективной части ливня за время  $T$ . Известно, что с увеличением продолжительности дождя уменьшается его средняя интенсивность, соответственно при увеличении выборочного промежутка времени уменьшается количество осадков в выборке от максимальной интенсивности. Ниже приводится зависимость максимального слоя ливневого дождя  $H_0$  в миллиметрах от промежутка времени  $T$  в часах в выборке от максимальной интенсивности:

$$H_0 = H_1 T^{0,33}. \quad (5)$$

Здесь  $T$  — время в часах,  $H_1$  — часовой максимум осадков.

Для расчета параметров формулы (5) за длительный период можно использовать обширный материал по суточным количествам осадков, что позволяет ввести в расчет параметр обеспеченности. Данные по суточным количествам осадков в Закарпатье охватывают период с 1946 по 1960 г., т. е. 15 лет. Кроме этого, имеется длительный, хотя и разрозненный, ряд суточных максимумов для большего количества постов с 1889 г. [5], который можно использовать ориентировочно для суждения о наиболее возможных величинах суточных осадков. Нами использованы 15-летние ряды по 35 пунктам для установления зависимости максимальных суточных количеств осадков с обеспеченностью. Применив обычные методы вероятностной обработки ряда, мы получили указанную зависимость в виде следующего линейного уравнения:

$$H_c = a - c \lg P, \quad (6)$$

где  $H_c$  — суточный максимум осадков;

$P$  — обеспеченность в процентах;

$a$  и  $c$  — параметры связи, причем по смыслу зависимости (6)  $a$  — суточный максимум осадков, обеспеченный 1%. Параметры  $a$  и  $c$  характеризуют ливневую деятельность в различных частях области и изменяются по величине так: параметр  $a$  от 80 на юге до 150 на северо-востоке, параметр  $c$  — соответственно 30 и 60.

Поскольку нарастание максимального слоя во времени пропорционально корню кубическому из времени, можем принять следующую интерполяционную зависимость для расчета  $H_0$  любой обеспеченности и продолжительности:

$$H_0 = 0,35(a - c \lg P)T^{0,33}. \quad (7)$$

При  $T = 24$  часа,  $H_0 = a - c \lg P$ , т. е. в точности совпадает с расчетным суточным максимумом.

Смысл зависимости (7) заключается в том, что для расчета количества осадков обеспеченностью  $P$  за более короткий промежуток времени необходимо суточный максимум этой же обеспеченности  $H_c$  умножить на  $0,35T^{0,33}$ .

Таким образом, согласно формулам (4) и (7) определяем максимальный слой осадков расчетной обеспеченности и необходимой продолжительности. Коэффициенты редукции этого слоя на площади  $K_F$  вычисляем по формуле (2), подставляя вместо  $b$  его значение, рассчитанное по данной продолжительности. Для практического использования нами рассчитаны коэффициенты редукции для ливней различной продолжительности (см. таблицу):

Площадь $\text{км}^2$	Коэффициенты редукции для ливневых осадков различной продолжительности							
	0,17 часа	0,5 часа	1 час	2 часа	3 часа	5 часов	10 часов	24 часа
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
100	0,93	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96
300	0,85	0,85	0,86	0,86	0,87	0,88	0,89	0,91
1 000	0,70	0,70	0,71	0,72	0,72	0,73	0,76	0,80
5 000	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,46	0,48	0,54
10 000	0,29	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,36	0,41

Полученные в работе результаты позволяют уточнить существующие методы расчета максимального ливневого стока путем введения в расчетные зависимости поправки на убывание слоя осадков по площади.

Однако необходимо учесть, что выводы получены на основе ограниченного числа данных, и поэтому по мере накопления материалов наблюдений требуется дальнейшее уточнение предложенных зависимостей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бефани А. Н. Основы теории ливневого стока, ч. II. Труды ОГМИ, вып. XIV, 1958.
- Богомазова З. П. и Петрова З. П. Исследование выдающихся дождей на территории УССР, их хода и распространения по площади. Труды ГГИ, вып. 6(60), 1948.
- Долгов Н. Е. О нормах Кестлина и несоответствии этих норм результатам наблюдений над ливнями на Екатерининской жел. дороге, вып. I, вып. III. Екатеринослав, 1915.
- Журавлев М. М. Определение максимальных ливневых расходов для расчета отверстий искусственных сооружений в Карпатах. Автореферат канд. дисс. М., 1959.
- Петрова З. П. Закономерности распространения дождевых осадков по площади. Труды ГГИ, вып. 68, 1959.
- Ростомов Г. Д. Метод расчета ливневого стока и построение гидрографа паводковой волны на горных реках малых бассейнов в условиях Кавказа. Труды III Всесоюзного гидрологического съезда, том II, 1959.
- Huff F. A. и Neill J. C. Areal representativeness of point rainfall. Trans. Amer. geophys. union, vol. 38, No. 3, 1957.
- Fletcher R. D. Relation between maximum observed point and areal rainfall values. Trans. Amer. geophys. union, vol. 31, No. 3, 1950.

А. Г. ИВАНЕНКО

#### КУ ПРИВИРЕЛА ЧЕРЧЕТАРЯ РЕДУКЦИЕЙ ПРЕЧИПИТАЦИИЛОР ПЛОИЛОР ТОРЕНЦИАЛЕ

##### Резумат

Ын артикол се черчетаязэ деталият редукция пречипитациилор плоилор торенциале пе унитатя де супрафацэ ши се експуне о методэ симплэ де калкуларе а гросими стратулуй де апэ ын депенденцэ де абунденца ши дурата лор. Се дэ табела коефициенциилор де редукции пентру калкуле практиче.

Г. М. ЛЕВИН

#### О ВЛИЯНИИ ИНЕРЦИИ ПОДВИЖНОЙ СИСТЕМЫ ГАЛЬВАНОМЕТРА НА ПРАВИЛЬНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ТЕМПА ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕЛ<sup>1</sup>

Регулярный тепловой режим [1] характеризуется экспоненциальной зависимостью разности температур  $\theta$  в выбранной точке охлаждающегося (нагревающегося) объекта и окружающей среды от времени  $t$ :

$$\theta = \theta_0 e^{-mt}. \quad (1)$$

Отсюда темп охлаждения  $m$  находится как тангенс угла наклона  $\Psi$  к оси  $t$  прямолинейного участка графика:

$$\ln \theta = \ln \theta_0 - mt. \quad (2)$$

Измерительными приборами обычно являются дифференциальная термопара, включенная через магазин сопротивлений в цепь зеркального гальванометра, и секундомер или хронограф. В зависимости от характеристик располагаемых приборов и допустимого начального значения  $\theta$  ( $\theta_0$ ) экспериментаторы вынуждены применять гальванометры как в критическом, так и в апериодическом режиме. Поэтому важно оценить, каково влияние механической инерции рамки гальванометра на правильность измерений  $m$  при различных скоростях охлаждения исследуемых объектов.

Влиянию инерции гальванометра на измерения нестационарных температур посвящен ряд работ [2, 3]. Однако в них не рассматривается интересующий нас случай экспоненциально убывающей термо-э. д. с.  $E$ .

##### Аналитический метод

Согласно (1) и пропорциональности  $\theta$  и  $E$  последняя изменяется по закону:

$$E = E_0 e^{-mt}. \quad (3)$$

Тогда угол поворота  $\varphi$  рамки безинерционного гальванометра в критическом режиме успокоения, учитывая пропорциональность  $\varphi$  величине  $E$ , будет:

$$\varphi_1 = \varphi_0 e^{-mt} \quad (4)$$

или

$$\ln \varphi_1 = \ln \varphi_0 - mt. \quad (4')$$

<sup>1</sup> Материалы, по которым составлялась данная статья, были разработаны автором совместно с А. З. Векслером и В. И. Вольмир (Филиал ВНИИМ).

Практически же движение рамки гальванометра описывается уравнением:

$$J \frac{d^2\varphi_2}{d\tau^2} + p \frac{d\varphi_2}{d\tau} + W\varphi_2 = \varphi_0 e^{-m\tau} \quad (5)$$

или

$$\frac{1}{k^2} \cdot \frac{d^2\varphi_2}{d\tau^2} + \frac{2\beta}{k} \cdot \frac{d\varphi_2}{d\tau} + \varphi_2 = \varphi_0 e^{-m\tau}. \quad (6)$$

В дальнейшем будем исходить из следующих начальных условий:

$$\varphi_2 \Big|_{\tau=0} = \varphi_0; \quad \frac{d\varphi_2}{d\tau} \Big|_{\tau=0} = 0.$$

Здесь и в дальнейшем:

$J$  — момент инерции рамки;

$p$  — коэффициент успокоения рамки;

$W$  — удельный момент закручивания нити подвеса;

$\varphi_0$  — угол поворота подвижной системы в момент начала измерений (при  $\tau=0$ ) в предположении, что регулярный режим охлаждения к этому моменту уже наступил;

$k$  — круговая частота свободных колебаний;

$\beta$  — степень затухания;

$T_0$  — период свободных колебаний.

$$k = \sqrt{\frac{W}{J}} = \frac{2\pi}{T_0}, \quad (7)$$

$$\beta = \frac{p}{2\sqrt{JW}} = \frac{p}{p_{\text{критич}}}. \quad (8)$$

„Собственное“ движение рамки при мгновенном исчезновении термо-Э.Д.С. и неизменном сопротивлении цепи выражается уравнением:

$$\frac{1}{k^2} \cdot \frac{d^2\varphi_3}{d\tau^2} + \frac{2\beta}{k} \cdot \frac{d\varphi_3}{d\tau} + \varphi_3 = 0. \quad (9)$$

Снимая экспериментально зависимость  $\theta$  (вернее,  $\varphi_2$ ) от  $\tau$ , мы фактически получаем график не интересующего нас уравнения (4), а уравнения (6), отражающего наложение на процесс движения рамки, вызванный изменениями термо-Э.Д.С. при регулярном режиме охлаждения, собственного движения подвижной системы в результате взаимодействия моментов сил, описываемого уравнением (9). Отсюда задача: оценить влияние собственного движения рамки гальванометра на результаты определений  $m$ , т. е., определив экспериментально зависимость  $\varphi_2 = \varphi_2(\tau)$  для вынужденного движения рамки, описываемого уравнением (6), и  $\varphi_3 = \varphi_3(\tau)$  для собственного движения рамки (уравнение (9)), найти зависимость  $\varphi_1 = \varphi_1(\tau)$  либо истинную величину темпа охлаждения  $m$ . Очевидно, угловой коэффициент прямолинейного участка графика  $\ln\varphi_2 = f(\tau)$  не всегда будет соответствовать величине показателя экспоненты (4), т. е.  $m$ .

### Критический режим ( $\beta=1$ )

Для критического режима решение уравнения (9) имеет вид:

или

$$\varphi_3 = \varphi_0(1 + kt)e^{-kt} \quad (10)$$

$$\ln\varphi_3 = \ln\varphi_0 + \ln(1 + kt) - kt. \quad (10')$$

Решение уравнения (6) при  $\beta=1$  и  $m \neq k$ :

$$\varphi_2 = \left( \frac{\varphi_0}{\left( \frac{m}{k} - 1 \right)^2} \right) \left\{ m \left[ \frac{1}{k} \left( \frac{m}{k} - 2 \right) + \left( \frac{m}{k} - 1 \right) \tau \right] e^{-k\tau} + e^{-m\tau} \right\}. \quad (11)$$

а) В случае, когда  $k > m$ , начиная с некоторого момента времени  $\tau_1$ , слагаемое, содержащее  $e^{-k\tau}$ , будет меньше второго слагаемого в  $n$  раз. Этот момент времени, как было показано А. И. Рудной в кандидатской диссертации, определяется следующим равенством:

$$\tau_1 = \frac{1}{k-m} \ln \left\{ mn \left[ \frac{1}{k} \left( \frac{m}{k} - 2 \right) + \left( \frac{m}{k} - 1 \right) \tau_1 \right] \right\}. \quad (12)$$

Если  $\tau > \tau_1$ , то с погрешностью, не превышающей  $\frac{1}{n}$ , можно (11) заменить формулой

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_0}{\left( \frac{m}{k} - 1 \right)^2} e^{-m\tau}, \quad (13)$$

т. е. мы получим прямолинейную зависимость  $\ln\varphi_2$  от  $\tau$ , и тангенс угла наклона этой прямой к оси  $\tau$  будет равен  $m$ .

б) При  $k \gg m$  мы получим:  $\varphi_2 = \varphi_0 e^{-m\tau}$ , т. е. уравнение (4). Опытно построенный график будет соответствовать действительной зависимости  $\varphi$  (следовательно,  $\theta$ ) от  $\tau$ .

в) При  $m > k$  уравнение (10) аналитически исследовать весьма трудно и целесообразнее прибегнуть к графоаналитическому методу (см. ниже).

### Апериодический режим ( $\beta > 1$ )

Для апериодического режима решением уравнения (9) будет:

$$\varphi_3 = \frac{\varphi_0}{2k\sqrt{\beta^2-1}} (se^{-q\tau} + qe^{-s\tau}), \quad (14)$$

где  $s = k(\beta + \sqrt{\beta^2-1})$ ;  $q = k(\beta - \sqrt{\beta^2-1})$ .

Решение уравнения (6) при  $m \neq k$ :

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_0}{2} \left\{ \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{\beta^2-1}} \left( \frac{k}{m-q} + \beta \right) \right] e^{-q\tau} + \frac{1}{k\sqrt{\beta^2-1}} \left[ \left( \frac{k^2}{(m-s)(m-q)} - 1 \right) q - \frac{k^2m}{(m-s)(m-q)} \right] e^{-s\tau} + \frac{2k^2}{(m-s)(m-q)} e^{-m\tau} \right\}. \quad (15)$$

Нетрудно показать, что, начиная с некоторого момента времени  $\tau_1$ , слагаемое, содержащее  $e^{-s\tau}$ , становится меньше остальных членов, входящих в  $\varphi_2$ , в  $n$  раз, где  $n > 1$ . Величина  $n$  может быть задана, исходя из допустимых погрешностей определений, и соответственно определяется  $\tau_2$ . Запишем это в следующем виде:

$$\frac{\varphi_+}{\varphi_{11}} < \frac{1}{n}, \quad \text{если } \tau > \tau_2, \quad (16)$$

где

$$\varphi_+ = \frac{\varphi_0}{2k\sqrt{\beta^2-1}} \left\{ \left[ \frac{k^2}{(m-s)(m-q)} - 1 \right] q - \frac{k^2 m}{(m-s)(m-q)} \right\} e^{-st};$$

$$\varphi_{11} = \varphi_2 - \varphi_+.$$

a)  $m < q$ ;  $\sqrt{\beta^2-1} \gg 1$ . В этом случае  $\tau_2$  может быть найдено из приближенной формулы:

$$\tau_2 \approx \frac{1}{s-m} \ln \frac{nA}{\varphi_0}, \quad (17)$$

где  $A$  — множитель, стоящий перед  $e^{-st}$  в выражении (15). Если  $t$  будет больше  $\tau_3$ , определяемого равенством:

$$\tau_3 = \frac{1}{q-m} \ln \left\{ \frac{n(m-s)(m-q)}{2k^2} \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{\beta^2-1}} \left( \frac{k}{m-q} + \beta \right) \right] \right\}, \quad (18)$$

то для нахождения  $\varphi_2$  можно использовать формулу

$$\varphi_2 \approx \varphi_0 - \frac{k^2}{(m-s)(m-q)} e^{-mt}. \quad (19)$$

Причем относительная погрешность, связанная с пренебрежением членом, содержащим  $e^{-q\tau}$ , будет также меньше  $\frac{1}{n}$ .

b)  $m < q$ ;  $\sqrt{\beta^2-1} \ll 1$ . В этом случае режим близок к критическому. Для определения  $\varphi_2$  может быть использовано уравнение (19) при условии (12). Из (19) следует, что

$$\ln \varphi_2 = \ln \varphi_0 + \ln \frac{k^2}{(m-s)(m-q)} - mt. \quad (20)$$

Мы получим в полулогарифмических координатах ( $\ln \varphi$ ,  $t$ ) прямолинейный график, параллельный графику, описывающему действительные изменения избыточной температуры  $\theta$  со временем, а следовательно, истинное значение  $t$  или близкое к нему. Наличие параллельного сдвига может быть использовано для контроля правильности проведения эксперимента и определения  $t$ . Из графика (рис. 1) можно легко найти величину отрезка:

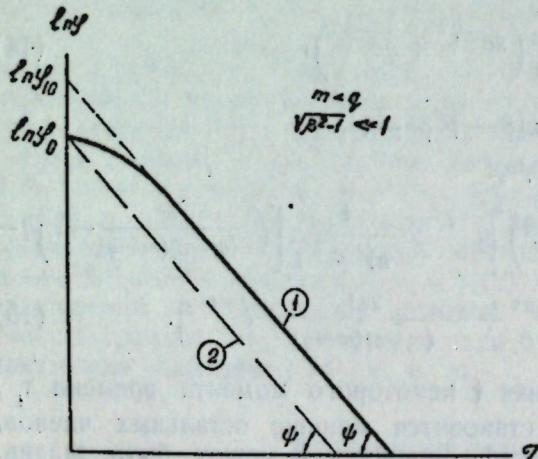


Рис. 1. Графики изменения во времени угла поворота рамок безинерционного и реального гальванометров (при  $m < q$  и  $\sqrt{\beta^2-1} \ll 1$ ): 1 — график уравнения (20), 2 — график уравнения (4).

$$\ln \varphi_{10} - \ln \varphi_0 = - \ln B,$$

где

$$B = \frac{k^2}{(m-s)(m-q)}, \quad (21)$$

а  $\ln \varphi_{10}$  — отрезок, отсекаемый на оси  $\ln \varphi$  продолжением прямой (20).

Из (21) можно определить значение  $m$ :

$$m = k(\beta + \sqrt{B + \beta^2 - 1}). \quad (22)$$

Критерием правильности определений  $m$  является совпадение его значений, полученных непосредственно из графика, как  $\operatorname{tg}\psi$ , и из формулы (22).

в)  $m > q$ . Значение  $\tau_4$ , при котором может быть отброшен член, содержащий  $e^{-st}$ , оценивается с помощью формулы:

$$\tau_4 \approx \frac{1}{m-q} \ln \frac{2An}{\varphi_0 \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{\beta^2-1}} \left( \frac{k}{m-q} + \beta \right) \right]}. \quad (23)$$

При  $\tau > \tau_5$ , где

$$\tau_5 = \frac{1}{m-q} \ln \frac{2Bn}{\left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{\beta^2-1}} \left( \frac{k}{m-q} + \beta \right) \right]}, \quad (24)$$

можно пренебречь членом, содержащим  $e^{-mt}$ , и тогда

$$\ln \varphi_2 = \ln \varphi_{10} - q\tau, \quad (25)$$

где  $\varphi_{10}$  (рис. 2) выражается равенством

$$\varphi_{10} = \frac{\varphi_0}{2} \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{\beta^2-1}} \left( \frac{k}{m-q} + \beta \right) \right]. \quad (26)$$

Отсюда

$$m = q + \frac{k}{\sqrt{\beta^2-1} \left( \frac{2\varphi_{10}}{\varphi_0} - 1 \right) - \beta}. \quad (27)$$

г)  $m = q$  (или  $m = k$ ). Установить наличие такого равенства пока не представляется возможным.

Ориентировочно определить соотношение  $m$  и  $k$  или  $m$  и  $q$  можно, зная  $k$  и  $\beta$  и оценив приблизительно скорость охлаждения тела, либо по характеру графиков свободного и вынужденного движения рамки гальванометра.

#### Графоаналитический метод

Описанные способы, основанные на некоторых упрощениях, пригодны лишь в известном диапазоне значений  $m$ . При этом в ряде случаев время  $\tau$ , необходимое для уменьшения до наперед заданной величины погрешности, вносимой механической инерцией гальванометра, может оказаться весьма продолжительным. Вследствие этого прямолинейный участок графика  $\ln \varphi = \varphi(\tau)$  будет соответствовать малым углам поворота рамки, что вызовет значительные дополнительные погрешности измерений  $m$ . При  $m \approx 1,1q \div 1,5q$  (см. (27)) прямолинейный участок графика рис. 2 будет коротким, и определения  $m$

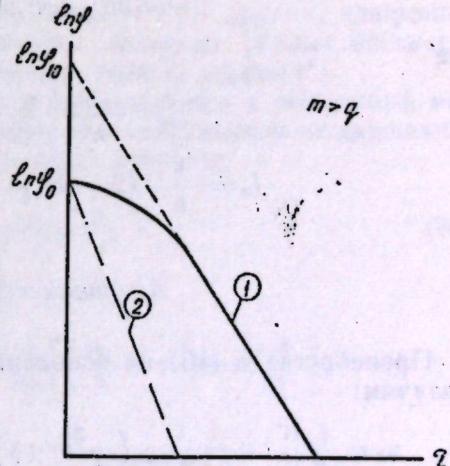


Рис. 2. Графики изменения во времени угла поворота рамок безинерционного и реального гальванометров (при  $m > q$ ): 1 — график уравнения (25), 2 — график уравнения (4)

будут сопряжены с большими погрешностями. Все эти затруднения могут быть устранены путем применения графического способа совместного решения уравнений (6) и (9). Этот способ может быть применен при любых  $m$  и  $q$  (или  $m$  и  $k$ ), т. е. позволяет расширить пределы измерений  $m$  с помощью данного гальванометра. Погрешности измерений  $m$  в этом случае определяются точностью отсчетов  $N$  по шкале гальванометра, измерений  $q$  (или  $k$ ) и  $\tau$ .

### Критический режим

Пусть  $\tau_a$  и  $\tau_0$  — моменты времени, соответствующие одному и тому же значению угла поворота  $\varphi_1$  рамки гальванометра при вынужденном и собственном ее движении. Тогда, сопоставляя выражения (10) и (11), получим уравнение для определений  $m$  (при  $m \neq k$ ):

$$\ln(r_1m^2 + r_2m + r_3) = -m\tau_a, \quad (28)$$

где

$$r_1 = \frac{r_3 - r_4(1 + k\tau_a)}{k^2}, \quad r_2 = \frac{2r_4 + r_4k\tau_a - 2r_3}{k},$$

$$r_3 = (1 + k\tau_0)e^{-k\tau_0}; \quad r_4 = e^{-k\tau_a}.$$

Аналогичное решение можно получить, рассмотрев одно лишь уравнение (11) для заданного значения  $\tau_a$ . После некоторых преобразований получим:

$$\ln(l_1m^2 + l_2m + l_3) = -m\tau_a, \quad (29)$$

где

$$l_1 = \frac{1}{k^2} \left[ \frac{\varphi_1}{\varphi_0} - e^{-k\tau_a}(1 + k\tau_a) \right],$$

$$l_2 = \frac{1}{k} \left[ (2 - k\tau_a)e^{-k\tau_a} - \frac{2\varphi_1}{\varphi_0} \right], \quad l_3 = \frac{\varphi_1}{\varphi_0},$$

### Апериодический режим

Пренебрегая в (15) на основании (17) членом, содержащим  $e^{-st}$ , получим:

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_0}{2} \left\{ \left[ 1 + \frac{1}{\sqrt{\beta^2 - 1}} \left( \frac{k}{m - q} + \beta \right) \right] e^{-q\tau} + \frac{2k^2}{(m - s)(m - q)} e^{-m\tau} \right\}. \quad (30)$$

Аналогичным образом получим из (14) уравнение:

$$\varphi_3 = \frac{\varphi_0 s}{2k\sqrt{\beta^2 - 1}} e^{-q\tau} \quad (31)$$

при условии:

$$\tau > \frac{1}{s - q} \ln \frac{s}{qn}. \quad (32)$$

Сопоставляя уравнения (30) и (31), получим:

$$\ln(R_1m^2 + R_2m + R_3) = -m\tau_a, \quad (33)$$

где

$$R_1 = \frac{s(e^{-q\tau_0} - e^{-q\tau_a})}{2k^2\sqrt{\beta^2 - 1}}, \quad R_2 = \frac{ke^{-q\tau_a} - 2\beta s(e^{-q\tau_0} - e^{-q\tau_a})}{2k^2\sqrt{\beta^2 - 1}},$$

$$R_3 = \frac{s(e^{-q\tau_0} - 2e^{-q\tau_a})}{2k\sqrt{\beta^2 - 1}}.$$

В данном случае также применим „способ одного уравнения“:

$$\ln(L_1m^2 + L_2m + L_3) = -m\tau_a, \quad (34)$$

где

$$L_1 = \frac{1}{k^2} \left[ \frac{\varphi_1}{\varphi_0} - \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{\beta}{\sqrt{\beta^2 - 1}} \right) \right], \quad L_2 = \frac{23}{k} \left[ \frac{\varphi_1}{\varphi_0} - \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{\beta}{\sqrt{\beta^2 - 1}} \right) \right] +$$

$$+ \frac{e^{-q\tau_a}}{2k\sqrt{\beta^2 - 1}}.$$

$$L_3 = \frac{s}{k} \left( e^{-q\tau_a} - \frac{1}{2\sqrt{\beta^2 - 1}} \right) + \frac{\varphi_1}{\varphi_0}.$$

Для апериодического режима можно применить и другой, принципиально отличный метод, который назовем „методом равных абсцисс“, в отличие от изложенного выше „метода равных ординат“.

Пусть  $\varphi_I$  и  $\varphi_{II}$  — отклонения рамки гальванометра в выбранный момент  $\tau_a$  соответственно в вынужденном и в собственном ее движении. Тогда, сопоставляя уравнения (30) и (31), получим:

$$P_1x^2 + P_2x + P_3 = P_4, \quad (35)$$

где

$$P_1 = \frac{q^2}{k^2\varphi_0} \left( \varphi_I - \frac{\varphi_{II}}{2} \right), \quad P_2 = \frac{q}{k\varphi_0} \left[ \left( \frac{\varphi_{II}}{2} - \varphi_I \right) \beta - \frac{\varphi_{II}k}{2s} \right],$$

$$P_3 = \frac{k \frac{\varphi_{II}}{2} + q \left( \varphi_I - \frac{\varphi_{II}}{2} \right)}{k\varphi_0}, \quad P_4 = \frac{2\varphi_{II}k\sqrt{\beta^2 - 1}}{s\varphi_0}, \quad x = \frac{m}{q}.$$

Решения полученных уравнений могут быть произведены с помощью известных методов. Искомая величина  $m$  находится по точке пересечения кривых, описываемых следующими уравнениями:

а) Критический режим (*рис. 3*) —  $-m\tau_a = f_1(m)$  и  $\ln(r_1m^2 + r_2m + r_3) = f_2(m)$ , или  $-m\tau_a = f_1(m)$  и  $\ln(l_1m^2 + l_2m + l_3) = f_3(m)$ ;

б) Апериодический режим —  $-m\tau_a = f_1(m)$  и  $\ln(R_1m^2 + R_2m + R_3) = f_4(m)$  или  $-m\tau_a = f_1(m)$  и  $\ln(L_1m^2 + L_2m + L_3) = f_5(m)$ , или  $\ln(P_1x^2 + P_2x + P_3) = \ln y_1$  и  $x \ln P_4 = \ln y_2$ .

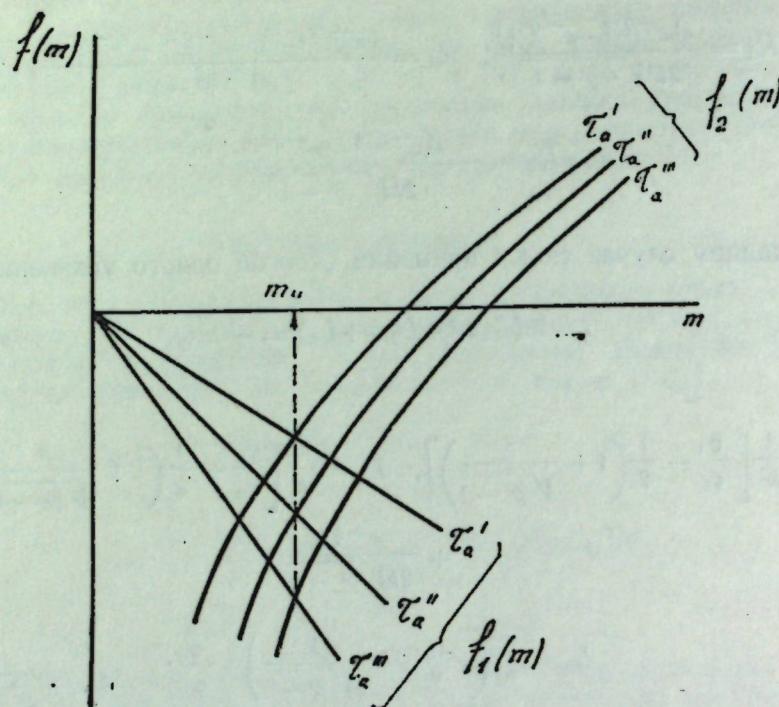


Рис. 3. Графический метод определения искомой величины темпа охлаждения  $m_u$

Искомая величина  $x_u = \frac{m_u}{q}$  находится графически аналогично рис. 3.

Можно определить  $m$ , исходя из заданного  $\varphi_1$  (практически — из соответствующего отсчета  $N_1$  по шкале прибора), но тогда каждый раз нужно строить график  $e^{-m\tau_a} = f(m)$ . Величина  $k$ , необходимая для вычисления  $r_1, l_1, R_1, L_1$  и  $P_1$ , находится для данного гальванометра один раз. Построив зависимость  $\ln N = F(\tau)$  (с учетом прямолинейности шкалы) для собственного движения рамки, находим по тангенсу угла наклона прямолинейного участка графика к оси  $\tau$  значение  $k$  (10). Величина  $q$  для апериодического режима измеряется аналогичным путем, в соответствии с (31). Совпадение результатов определений  $m$  графоаналитическим методом для двух-трех значений  $N_1$  (или  $\tau_a$ ) (см. рис. 3) подтвердит правильность экспериментов и наличие регулярного режима при  $\tau=0$ ,  $\varphi=\varphi_0$  и  $\frac{d\varphi}{d\tau}=0$ .

#### ВЫВОДЫ

Механическая инерция гальванометра практически не вносит погрешностей в результаты определений  $m$  обычным способом в двух случаях:

- в критическом режиме ( $\beta=1$ ): при  $m < q_{\text{крит}} = k = \frac{2\pi}{T_0}$ ;
- в апериодическом режиме ( $\beta > 1$ ): при  $m < q = k(\beta - \sqrt{\beta^2 - 1})$ .

Чтобы погрешность в этих случаях не превышала заданную величину, следует производить измерения спустя некоторое время, определяемое уравнениями (12) и (18).

Если гальванометр придется использовать в сильно переускоенном режиме при  $m > q$ , то пренебречь погрешностью, вносимой механической инерцией рамки, нельзя и следует применить графоаналитический метод.

При  $m > k$  также следует учесть или исключить влияние механической инерции гальванометра, воспользовавшись уравнением (27) с учетом условий (24) и (25) либо с помощью графоаналитического метода.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим. ГТТИ, 1954.
- Winterling K. H. Zur dynamischen Anpassung von Messwerken bei der elektrischen Temperaturmessung. Arch. techn. Messen, Bd. 21—4, Nr. 219, 1954.
- Sims L. G. A. Measurement of temperature by thermocouple and galvanometer. Determining error due to overdamping. «Engineering», vol. 177, No. 4593, 1954.

Г. М. ЛЕВИН

#### ИНФЛЮЕНЦА ИНЕРЦИЕЙ СИСТЕМЕЙ МОБИЛЕ А ГАЛЬВАНОМЕТРУЛУЙ АСУПРА ПРЕЧИЗИЕЙ ДЕТЕРМИНЭРИЙ ВИТЕЗЕЙ ДЕ РЭЧИРЕ А КОРПУРИЛОР

Ын артикол се факе анализа грешелилор каузате де инерция меканикэ а системей мобиле а гальванометрулуй ын урма мэсурэрий витезей де рэчире а корпуролор дупэ метода режимулуй термик регулат. Се пропуше фолосиря методелор аналитикэ ши графоаналитикэ, каре пермит детерминаря витезей де рэчире ку апроксимация динаинте стабилитэ фаце де валоаря адевэрятэ. Ку ажуторул методелор пропусе поате фи мэрит диапазонул мэсурэрилор витезей де рэчире центр гальванометрул дат.

С. М. ЧЕРНОБРОВИНА

## НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ОБ ЭЛЕКТРОПРИБОРАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ЛЕТАЮЩИХ ФОРМ ВРЕДИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Для выполнения многих практических задач в области сельского хозяйства перед наукой встал ряд вопросов, успешное решение которых требует комплексного подхода: содружества физики и биологии, химии и биологии, агрономии и физики и т. д. Огромные достижения современной физики способствовали прогрессу в таких областях, в которых раньше техническая мысль почти не находила применения. Острая потребность решения вопросов, связанных с защитой растений, выдвинула ряд новых приемов и принципов. Одни из них необходимо еще теоретически обосновать, другие — усовершенствовать, т. е. добиться большей эффективности защитного действия от вредителей сельскохозяйственных культур.

В современном сельском хозяйстве для повышения урожайности применяются передовые методы механизации и агротехники. И все же насекомые-вредители наносят ему большой ущерб. Если проследить историю развития защиты растений за последние сто лет, то можно заметить, как достижения науки и техники влекли за собой развитие и совершенствование способов борьбы с вредителями. Так, еще в недавнем прошлом господствовал механический метод. Он состоял в ручном сборе насекомых с последующим их уничтожением. В дальнейшем практика показала, что хорошие результаты дает химический метод истребления. Вероятно, и впредь он будет занимать немаловажное место, однако присущие ему недостатки столь существенны, что требуют его усовершенствования. Например, несвоевременное применение химических средств приводит к снижению их эффективности по целому ряду причин (вредители на отдельных стадиях развития неуязвимы, старшие возрасты гусениц требуют повышенной дозировки ядов и т. д.). Выпадающие осадки смывают химикаты, и растения остаются без защиты. Наблюдения последних лет показали, что некоторые виды вредителей постепенно приобретают иммунитет к химическим продуктам (в садоводстве — яблонная плодожорка к ДДТ). Применяемые для массового уничтожения химикаты, содержащие свинец, олово, мышьяк, фтор, фосфор, цианистый калий, опасны для человека и животных.

В связи с этим понятна необходимость изыскания новых эффективных методов и средств борьбы с насекомыми-вредителями. Особый интерес вызывают исследования, направленные на изучение возможности применения специальных видов электрической и электромагнитной энергии в практике защиты растений.

Известно, что источник света в сумерках и ночью привлекает активных в это время насекомых. Керосиновые лампы, газовые горелки часто применялись энтомологами для сбора насекомых. Появление ламп на-

каливания, и особенно газосветных, открыло новые возможности для экспериментов с источниками излучений как методом привлечения летающих форм насекомых. Это привело к созданию специальных электроприборов для изучения энтомофауны, срока лёта, а в некоторых случаях и для уничтожения отдельных вредных видов насекомых.

Опыты проводились со многими источниками излучения: лампами накаливания различной мощности и с разным фильтрами, с автофарами и т. д. Оказалось, что лучше всего привлекают насекомых источники ультрафиолетового излучения — лампы «черного света». Причина этого заложена, по-видимому, в самом образе жизни насекомых.

Каковы характеристики ламп ультрафиолетового излучения, применяемых в настоящее время? У нас в Советском Союзе для энтомологических целей были применены приборы с источниками типа ПРК-4, ПРК-2, ПРК-7 и некоторые др. Первые два типа широко используются в медицине для физиотерапевтических целей. Последний — в основном в театральных установках для подсветки декораций.

Излучатели этого типа относятся к ртутно-кварцевым лампам высокого давления. Они представляют собой трубку из кварцевого стекла, запаянную с обеих сторон и наполненную газом — аргоном.

На рис. 1 изображен прибор с лампой ПРК-4, который применялся в полевых условиях в Арагатской долине Институтом защиты растений Армянской ССР. Для энтомологических исследований эти типы горелок — ПРК-4, ПРК-2, а также лампы типа СБДШ — применялись Г. А. Мазохиным-Поршняковым (Институт биофизики АН СССР), В. Б. Чернышевым (Московский государственный университет), Д. Г. Жоголевым (Военно-медицинская академия, Ленинград). Сотрудники Сибирского отделения АН СССР применяли для проведения экспериментов в условиях лесной зоны излучатель типа ПРК-7. Результаты работ показали, что эти виды излучателей обладают хорошей привлекающей способностью для многих вредителей леса, полей, садов. Так, на их излучение летят кукурузный мотылек, вредители табака и хлопка, яблонная плодожорка, яблонная моль, златогузка, непарный шелкопряд и т. д.

За границей широко распространены светоловушки с маломощными источниками «черного света». Колбы их изготавливаются из увиолевого стекла, хорошо пропускающего ультрафиолетовые лучи. Стенки колбы с внутренней стороны иногда покрывают люминофором (с максимумом излучения в ультрафиолетовой области спектра), который начинает светиться под действием разряда в атмосфере паров ртути. На рис. 2 изображен прибор с лампой «черного света», имеющей форму обычной лампы накаливания, которая окружена сеткой, находящейся под высоким напряжением. Эта установка применялась в Югославии, в фрук-

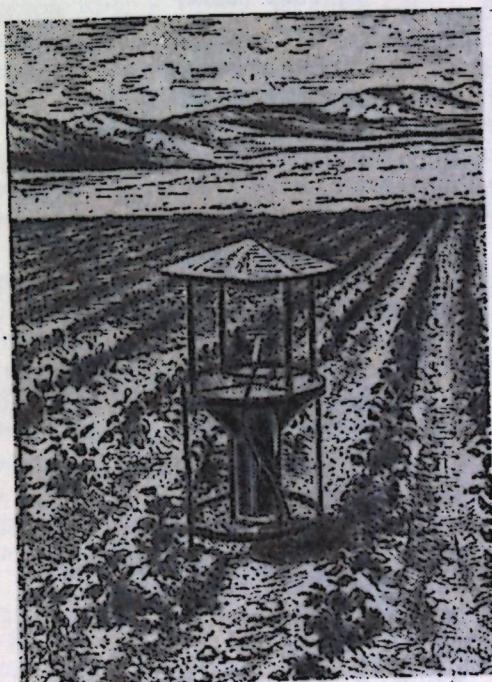


Рис. 1. Ловушка с лампой ПРК-4, установленная в Арагатской долине (Армянская ССР)

товых садах. В 1957 г. двумя такими приборами было уничтожено около 80 000 насекомых-вредителей, из них 77% приходилось на ловушку с источником «черного света».

Источники в виде трубы мощностью 15 и 30 вт применялись в США для защиты технических, овощных культур и садов (рис. 3). Применение ламп «черного света» и наэлектризованной решетки позволило снизить ущерб, наносимый вредителями сада, с 62% до 18%.

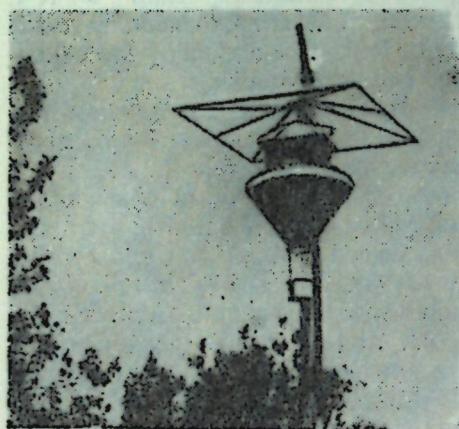


Рис. 2. Электроприбор с лампой ультрафиолетового излучения и сеткой под напряжением (Югославия)



Рис. 3. Электроприбор с лампой «черного света» и четырьмя скрещивающимися экранами (США)

Оригинален прибор, применявшийся там же на табачной плантации для защиты табака от вредителей (рис. 4). Источником света служил флуоресцирующий экран зеленоватого свечения.



Рис. 4. Прибор со светящимся экраном, применяемый на табачной плантации (США)

Приборы с источниками «черного света» применялись за границей. Так, для целей более точного прогноза лёта плодожорки была сконструирована лампа «черного света» с таким составом люминофора, спектр излучения которого является наиболее привлекательным для плодожорки — массового вредителя садов.

При использовании метода привлечения на свет ценно то, что многие полезные виды — наездники, златоглазки, божьи коровки, мухи-тахины, являющиеся дневными насекомыми, прилетают в значительно меньшем количестве. А учитывая сезонность лёта и часы активности вредных видов, можно подобрать такой

режим работы прибора, при котором привлекались бы только те или иные вредители. Это позволит, с одной стороны, избежать гибели многих полезных видов насекомых, что трудно осуществимо при химической защите, и, с другой, — бороться с вредителями, ведущими скрытый образ жизни.

В описанных выше приборах имеются различные типы улавливающих или поражающих устройств. В вертикальных механических ловушках без направляющего устройства, обладающих приемниками с большими открытыми поверхностями, применяются медленно испаряющиеся жидкости — вода с пленкой керосина, технические масла, керосин и т. д. Наиболее эффективны ловушки конические.

Более совершенны поражающие устройства в виде сетки, находящейся под высоким напряжением. Особенность конструкций таких приборов состоит в том, что источник излучения помещен в сетку, состоящую из металлических проводников, параллельных друг другу и подсоединеных к обмоткам повышающего трансформатора. Способ расположения и форма сетки могут быть различны, но они должны обеспечивать наибольшую возможность соприкосновения и поражения насекомого. В отечественных приборах (образца 30-х годов) сетка имела цилиндрическую или кубическую форму. В США были проведены эксперименты с экранами, на которые натягивалась проволока. Экраны располагались под различным углом друг к другу. За ними располагался источник света. Выяснилось, что наиболее эффективным оказался угол в 120°.

Эффективность действия сетки зависит от размеров насекомых, расстояния между проводниками, напряжения и др.

На рис. 5 изображен прибор военного производства с наэлектризованной сеткой. Сетка состоит из проводников, горизонтально натянутых на расстоянии 10 мм друг от друга. Повышающий трансформатор находится под колпаком ловушки. Сейчас в основном применяют сетки цилиндрического (рис. 6) или прямоугольного (рис. 7) типа, с вертикально расположенными электродами.

Приборы с засасывающими устройствами состоят из металлического корпуса, в котором помещается аспиратор. Действие их основано на увлечении током воздуха выującychся около излучателя насекомых. Насекомые попадают в приемное устройство, где располагается сетка с необходимыми размерами ячеек. Здесь происходит «фильтрация» воздуха. Уловистость этих приборов зависит от размеров насекомых: чем больше размеры их, тем больше сопротивляемость воздушной струе,

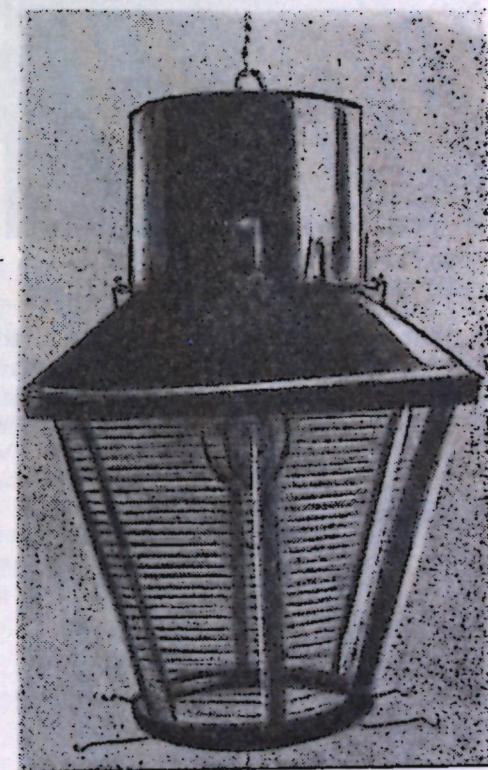


Рис. 5. Сетка, применяемая в первых отечественных приборах

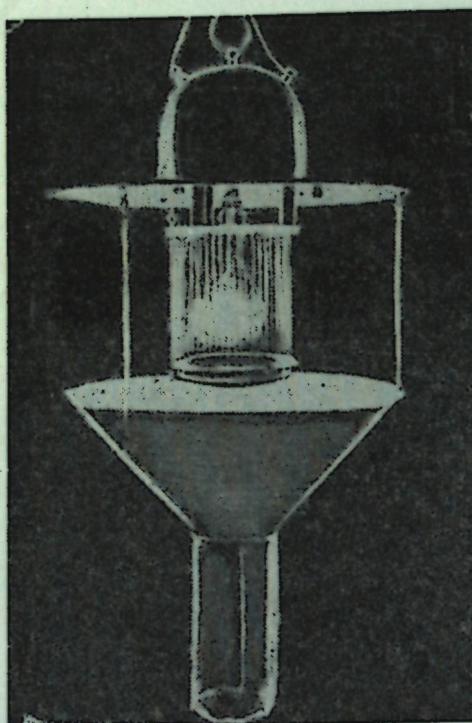


Рис. 6. Ловушка с сеткой цилиндрического типа и лампой накаливания

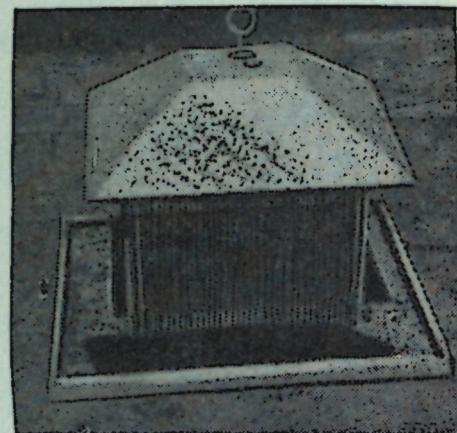


Рис. 7. Электроубивающее устройство в виде сетки прямоугольной формы (Югославия)

вушки (около излучателя), то можно заметить, что только половина пространства охватывается током воздуха.

На рис. 8 изображен прибор с лампой ПРК-4 и увиолевыми фильтрами, используемый для энтомологических исследований Институтом биофизики АН СССР.

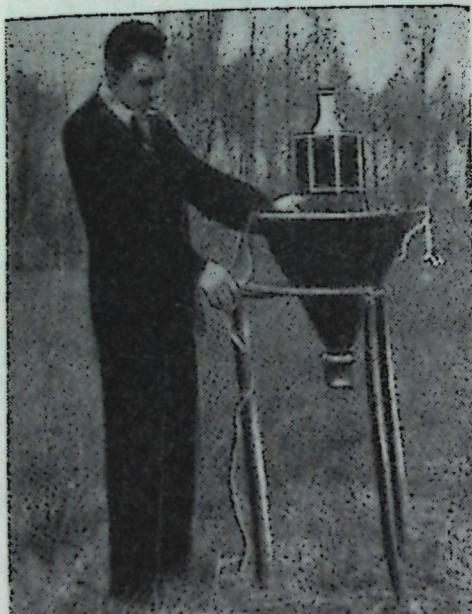


Рис. 8. Ловушка конического типа, применяемая Институтом биофизики АН СССР

тем большая скорость струи необходима, т. е. тем большей мощности необходим мотор. Обыкновенно применяются моторы до 100 вт. Однако, если рассмотреть распространение струи воздуха в рабочем пространстве ловушки (около излучателя), то можно заметить, что только половина пространства охватывается током воздуха.

На рис. 8 изображен прибор с лампой ПРК-4 и увиолевыми фильтрами, используемый для энтомологических исследований Институтом биофизики АН СССР.

Ловушки с засасывающим устройством с успехом применялись Францией для уничтожения миллиардов насекомых-вредителей в Суэце. В США они служили для уничтожения вредителей табака и хлопка. Например, только за одну ночь было уничтожено 112 тыс. бабочек «розового червя»—вредителя хлопка.

В Советском Союзе приборы такого рода применялись только для энтомологических исследований. Разработкой же такого прибора, который можно было бы применять для решения ряда практических задач в области защиты растений, никто не занимается.

С этой целью Институтом энергетики и автоматики АН МССР начаты исследовательские работы с различными конструк-

циями электроприборов для привлечения и уничтожения вредителей садов.

Эксперименты проводились с излучателями ПРК-2 (рис. 9), ПРК-2 с рефлектором, ПРК-4, эритемной лампой. Все приборы были снабжены наэлектризованной сеткой. Наиболее эффективен оказался прибор с лампой ПРК-2 с рефлектором. За три часа работы прибора уничтожалось до 5 тыс. насекомых.

На установку с эритемной лампой прилетело 70% вредных насекомых, 25% нейтральных и 5% полезных. Более подробные данные об установках и результатах исследований будут сообщены отдельно.

Таким образом, исходя из изложенного, очевидно, что эффективность электроловушек зависит, во-первых, от применяемого источника излучения и, во-вторых, от конструкции улавливающего и поражающего устройства.

Отсюда ясно, что выбор излучателя является основной задачей при разработке приборов как для учета и прогноза лёта насекомых, так и для уничтожения некоторых вредных видов.

Для улавливания привлеченных светом насекомых наиболее пригодны электроубивающие и всасывающие устройства. Первые менее громоздки, но более сложны в изготовлении.

Приборы с сетками под напряжением при определенно подобранном режиме работы можно рекомендовать для пунктов наблюдения за динамикой численности вредителей.

Более тщательные исследования в полевых условиях и разработка основных узлов, вероятно, дадут возможность создать эффективный прибор для истребления некоторых летающих форм вредных видов насекомых.



Рис. 9. Электроприбор с лампой ПРК-2, применяемый Институтом энергетики и автоматики АН МССР

## ЛИТЕРАТУРА

- Богуши П. П. Применение световых самоловок как метод изучения динамики численности насекомых. Энтомол. обозр., т. 31, № 34, 1951.
- Бреев К. А. О применении ловушек ультрафиолетового излучения для определения видового состава и численности популяции комаров. Паразитол. сб. ЗИНАН СССР, т. 18, 1958.
- Горностаев Г. Н. Конструкции ловушек с источниками света дляочных сборов насекомых. Вестник МГУ, 1961, № 4.
- Гюбер А. Ф. О ловле ночных бабочек. Тр. русс. энт. общества, 4, 104, 1867.
- Джафаров Ш. М. Метод лова мокрецов. Зоол. ж., т. 40, вып. 3, 1961.
- Жантиев Р. Д. и Чернышев В. Б. О лете жуков на свет ртутьно-кварцевой лампы. Энтомол. обозр., т. 39, вып. 3, 1960.
- Жоголев Д. Т. Световые ловушки как метод изучения кровососущих двукрылых в условиях Средней Азии. Докл. АН СССР, т. 131, 6, 1960.
- Калинин Н. Н. Освещенность во время сумерек. «Природа», 1937, № 7.

9. Космачевский А. С. Влияние сумеречной освещенности на поведение некоторых животных. Зоолог. ж., т. 27, вып. 5, 1948.
10. Кулик М. Е. Электросветильники. Ж. «Задача растений от вредителей и болезней», 1960, № 10.
11. Лазарев Д. Н. Ультрафиолетовая радиация и ее применение, 1955.
12. Мазохин-Поршняков Г. А. Массовое привлечение насекомых на ультрафиолетовое излучение. Докл. АН СССР, 102, 4, 1955.
13. Мазохин-Поршняков Г. А. Применение ультрафиолетовых лучей в борьбе с майским жуком. Зоол. ж., т. 35, вып. 9, 1956.
14. Мазохин-Поршняков Г. А. Ночной лов насекомых на свет ртутной лампы и перспективы использования его в прикладной энтомологии. Зоол. ж., т. 35, вып. 2, 1956.
15. Мазохин-Поршняков Г. А. Устройство и использование ловушек для насекомых с излучателями ультрафиолета. Энтомол. обзор., т. 37, вып. 2, 1958.
16. Майер и Зейтц Э. Ультрафиолетовое излучение, 1959.
17. Чернышев В. Б. Об использовании кварцевых ламп для сбора и изучения насекомых. Зоол. ж., т. 39, вып. 5, 1960.
18. Glick P. A., Hollingsworth J. P., Eitel W. J. Further studies on the attraction of pink bollworm moths to ultraviolet and visible radiation. J. econ. entomol., vol. 49, No. 2, 1956.
19. Prüsser J. Svetlo lampy rtecioowej w zastosowaniu do badań faunistycznych. «Studia Soc. scient. torunensis. Sect. E», t. 4, № 6—9, 1958.
20. Taylor J. G., Deay H. O. Electric lamps and traps in corn borer control. Agric. engng, vol. 31, No. 10, 1950.

С. М. ЧЕРНОБРОВИНА

## УНЕЛЕ ДАТЕ ДЕСПРЕ АПАРАТЕЛЕ ЕЛЕКТРИЧЕ, ЫНТРЕБУИНЦАТЕ ПЕНТРУ АПЭРАРЯ ПЛАНТЕЛОР ДЕ ВЭТЭМЭТОРИЙ ЗБУРЭТОРЬ АИ ГОСПОДЭРИЕЙ АГРИКОЛЕ

### Резумат

Артикул де фацэ тратяэз проблеме де ефикачите а конструкций курселор луминисченце пентру инсекте. Ынтр'о формэ лаконикэ се експуне эволюция методелор де луптэ ку дэунэторий агриколь, де ла стырпира мануалэ пынэ ла фолосиря аппарателор електриче.

Лукрая презинтэ интерес ну пумай штаницифик, чи ши практик, пентру господэрня нородникэ.

Г. В. ЧАЛЫЙ, Б. М. БУТЕНКО

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛИНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТОМАТОВ

### Введение

В настоящее время консервная промышленность располагает рядом современных полуавтоматических линий по переработке томатов в пасту и сок. Помимо новых линий, разработанных в Советском Союзе для крупных консервных заводов Северного Кавказа, на ряде заводов работают линии «Тито-Манзини», «Единство», «Ланг». Наряду с этим, существует большое число менее современных линий; до самого последнего времени не были также автоматизированы практически все участки линий по первичной переработке томатов и протирочных станций.

По рекомендации Государственного научно-технического комитета Совета Министров МССР и производственно-технического отдела Совета народного хозяйства МССР б. Отделом энергетики Молдавской филиала АН СССР<sup>1</sup> была предпринята попытка разработать систему комплексной автоматизации линий по переработке томатов в расчете на отечественные линии (в частности, на отечественную линию по переработке томатов Тираспольского консервного завода им. 1-го Мая). Предполагалось, что решение должно быть достаточно универсальным, чтобы его можно было бы применить на всех или на большинстве ранее не автоматизированных линиях.

Разработка системы комплексной автоматизации велась на базе использования оригинальных датчиков уровней, регуляторов, системы обегающего контроля и регулирования и других средств автоматики, созданных Институтом энергетики и автоматики АН МССР с широким применением полупроводниковых элементов.

Разработка системы комплексной автоматизации велась для различных вариантов технологических схем и основного технологического оборудования. Этот раздел работы был выполнен в 1959 г. на уровне разработки принципально-технологических схем системы и основных принципиальных положений, заложенных в основу комплексной автоматизации линии, выполняемой по любому из вариантов<sup>2</sup>.

В первом варианте, выполненнном для существующего в настоящее время основного технологического оборудования и технологии отечественной линии томатного цеха завода им. 1-го Мая, предусматривается

<sup>1</sup> В настоящее время Институт энергетики и автоматики АН МССР.

<sup>2</sup> В этих и последующих работах участвовали мл. науч. сотр. А. Д. Колмаций, ст. лабор. М. Г. Вайхт, техники К. Я. Краснолоб, В. М. Хомченко, А. Г. Сикорский, В. А. Николаева.

В разработке принципиальных положений и во внедрении системы автоматики активное творческое участие принимали также работники Тираспольского консервного завода им. 1-го Мая И. И. Ждымора, М. П. Ковалев, А. Т. Лицкай и др.

контроль и автоматическое управление частью основных участков линии. Наличие оборудования, не приспособленного для автоматизации, не позволяет в этом варианте осуществить полную автоматизацию линии.

Во втором варианте предусматривалось осуществление полной автоматизации всего цикла (за исключением участка инспекций качества поступающих на конвейер томатов) при условии замены части основного технологического оборудования и проведения других дополнительных мероприятий по механизации отдельных участков линии.

По третьему варианту предусматривалась не только замена части оборудования, но и частичное изменение технологии, что позволило бы существенно упростить автоматику. В этом случае можно применить унифицированные узлы автоматики для всех линий и участков томатного цеха: линий по производству томат-пасты (как из целых томатов, так и из привозной пульпы) и линий по производству томатного сока.

Все три варианта могут найти применение не только на заводе им. I-го Мая, но и на других консервных заводах с аналогичным оборудованием.

Как уже указывалось выше, упомянутые варианты были выполнены на уровне разработки принципально-технологических схем системы<sup>3</sup>, принципиальных положений по комплексной автоматизации линий по переработке томатов, а также разработки и изготовления отдельных автоматических устройств.

В 1960—1961 гг. по договору с заводом им. I-го Мая были разработаны и внедрены система и средства автоматизации линии привозной пульпы и протирочных станций томатного цеха. Решение о такой, лишь частичной, автоматизации линии по переработке томатов вызвано нецелесообразностью замены в настоящее время значительной части технологического оборудования отечественных линий по переработке томатов (в связи с предполагаемой заменой их новыми автоматизированными линиями).

Система автоматики, испытываемая и внедряемая на заводе, имеет ряд весьма существенных усложнений, связанных с выполнением пожелания завода (оговоренного в технических условиях) о необходимости предусмотреть возможность переключения регуляторов уровня сборного резервуара протертой пульпы на любые протирки и любые насосы непротертой пульпы, протертой пульпы и насосы привозной пульпы. Окончательное решение о целесообразности введения в систему автоматики устройств, обеспечивающих такую взаимозаменяемость технологических элементов, должно быть принято, видимо, лишь после дополнительных проработок, испытаний и согласований. Следует иметь в виду, что осуществление указанных требований повлекло за собой весьма большие усложнения схемы и элементов автоматики, выполнить которые с достаточной степенью надежности представляется затруднительным.

Изготовленные в мастерских института блоки, регуляторы, программные устройства, устройства предупредительной и аварийной сигнализации, датчики и пульт управления показали при испытаниях в сезоне 1961 г. в общем удовлетворительную работу. Однако для широкого серийного внедрения они должны быть переконструированы и изготовлены в заводских условиях с соблюдением ряда определенных технических требований в отношении герметичности, воздействия кислот и т. д.

<sup>3</sup> Под принципально-технологическими схемами автоматики подразумеваются скелетные схемы, условно показывающие связь основных технологических элементов линии с элементами автоматики.

### Краткое описание линии по переработке томатов на заводе им. I-го Мая

Линия по переработке томатов в пасту имеет два участка: первичной переработки томатов (участок переработки томатов в протертую томатную пульпу) и вторичной переработки (участок переработки томатной пульпы в пасту).

На рис. 1 схематично показаны все технологические элементы линии<sup>4</sup>. Линия первичной переработки заканчивается резервуаром протертой пульпы. Как видно из схемы, линия имеет две головные части: по приему и первичной обработке целых томатов (до их дробления включительно) и по приему привозной пульпы.

Линия вторичной переработки состоит из сборных резервуаров протертой пульпы, трех ступеней выпарных аппаратов и узла розлива пасты в банки. Вторичная переработка включает кипячение (варку) томатной пульпы при атмосферном давлении в семи бадьях I ступени испарительной установки, предварительную выпарку ее в пяти испарителях II ступени (при вакууме 600—700 мм) до 20% содержания сухих веществ, окончательную выпарку пульпы в шести булях до 30% содержания сухих веществ (также при вакууме 600—700 мм) и нагрев полученной пасты до 95°C (с целью пастеризации) перед расфасовкой в банки.

Прохождение пульпы по элементам линии первичной переработки производится с помощью плунжерных насосов. Томатная пульпа во вторичной линии проходит:

из сборного резервуара протертой пульпы в бады I ступени самотеком за счет разности уровней;

из бады I ступени в буль II ступени за счет разности давлений (в бадьях I ступени — атмосферное давление, в булях II ступени — вакуум);

из булей II ступени в були III ступени — за счет разностей уровней (були III ступени расположены ниже булей II ступени);

из булей III ступени в були розлива — с помощью плунжерных насосов.

Вакуум в булях II и III ступени поддерживается постоянным с помощью конденсаторов, путем охлаждения последних холодной водой.

Нагрев булей и бадей осуществляется для I и III ступеней острым паром из котельной, для II ступени — соковым паром, т. е. паром, уже прошедшим I ступень испарителей.

### Основное оборудование

Разгрузочная площадка имеет гидротранспортеры для томатов и цепные транспортеры для пустой тары. Элеватор-транспортер со стальной лентой, имеющей поперечные ребра для захвата томатов.

Насос, откачивающий из резервуара томатную пульпу, — поршневой, двухплунжерный, производительностью 16 м<sup>3</sup>/час.

Пароподогреватель — по принципу «труба в трубе» (труба с обогревающим паром находится в трубе с томатной пульпой).

Шесть протирочных машин — с двумя протирками и одна — с тремя.

Насосы, перекачивающие томатную пульпу из резервуара протертой пульпы в сборный резервуар, — поршневые. Два из них — трехплунжерные, производительностью 20 м<sup>3</sup>/час, третий — двухплунжерный, производительностью 16 м<sup>3</sup>/час.

<sup>4</sup> На рис. 1 показаны также элементы автоматики для схемы, предлагаемой по первому варианту.

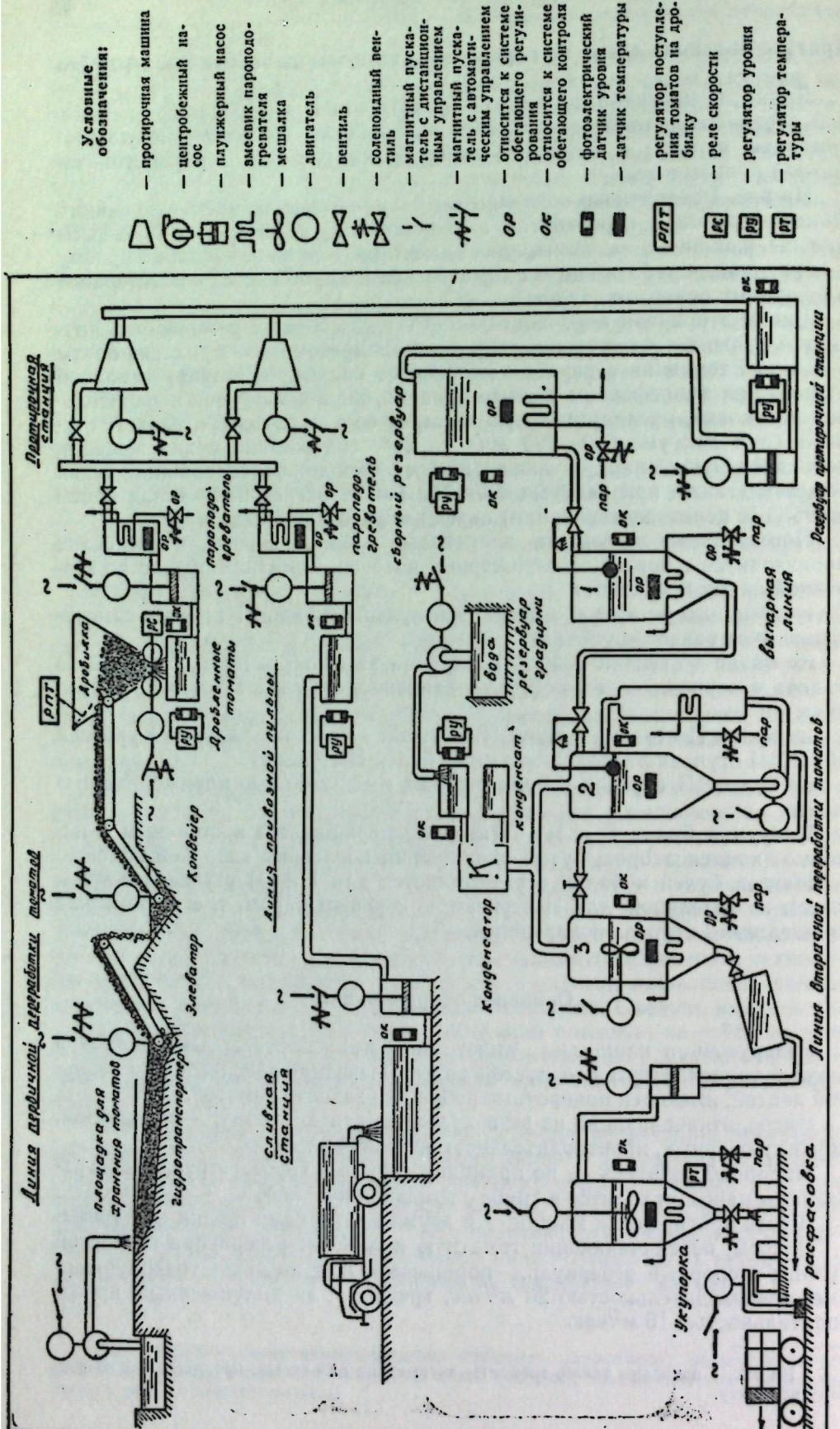


Рис. 1. Скелетная схема автоматизации отечественной линии на заводе им. 1-го Мая по первому варианту

Сборные резервуары емкостью 12 м<sup>3</sup> и 8 м<sup>3</sup> расположены непосредственно перед испарителями I ступени — семью бадьями с змеевиковыми пароподогревателями; бадьи имеют поплавковые регуляторы уровня механического действия.

II ступень испарителей состоит из двух булей со змеевиками парового подогрева и трех булей типа BH-60.

Все пять булей имеют поплавковые регуляторы уровня механического действия. Були типа BH-60 имеют принудительное перемешивание, которое осуществляется с помощью центробежных насосов.

III ступень состоит из шести булей старого типа со змеевиковыми пароподогревателями и мешалками, осуществляющими перемешивание пульпы в вертикальной плоскости. Перекачка 30% томатной пасты в резервуары розлива производится двумя двухплунжерными насосами. На булях III ступени установлены рефрактометры завода «КИП».

Резервуары розлива имеют мешалки (2 с вертикальными, 2 с горизонтальными) и змеевиковые пароподогреватели с регуляторами температуры.

#### Особенности производства и целесообразность комплексной автоматизации. Основные положения

Томатные цеха консервных заводов представляют собой в достаточной степени типичное сезонное (июль—октябрь) предприятие со всеми их негативными сторонами. Прежде всего это сказывается в том, что большинство рабочих, участвующих в производстве, неквалифицированные, сезонные. Эти же рабочие используются и на том оборудовании, которое требует квалифицированного обслуживания.

Основная масса рабочих занята разгрузочно-погрузочными работами, инспекцией томатов, расфасовкой пасты. Однако относительно много рабочих занято регулированием технологических процессов. Сюда входит визуальное определение уровня томатной пульпы в различных резервуарах, ее температуры, плотности, вакуума в испарителях и т. п., ручное управление пищевыми и паровыми вентилями и пищевыми насосами, протирками и т. п. В результате низкой квалификации большинства обслуживающего персонала часты случаи аварийного простоя, который в отдельные смены достигает 50% всего рабочего времени.

Отмечаются также частые случаи нарушения установленной технологии, нередко приводящие к снижению сорта выпускаемой продукции.

Необходимо отметить также весьма большую неравномерность поступления сырья-томатов и привозной томатной пульпы. Наряду с днями, когда перерабатывается до 1000 т томатов в сутки, бывают дни, когда сырье вообще не поступает на завод.

Все это, вместе взятое, а также особенности технологического процесса линии вторичной переработки томатов, определяемые в основном несовершенством оборудования, предопределяют прерывистый характер производства, не дают возможности без принятия радикальных мер получить непрерывное поточное производство томатной пасты и обеспечить постоянно высокое ее качество.

Не приводя подробного технико-экономического анализа, можно утверждать, что в данном конкретном случае внедрение комплексной автоматизации позволит:

- 1) полностью устранить все нарушения нормальной технологии и этим обеспечить высшую сортность всей выпускаемой продукции;
- 2) существенно повысить производительность томатной линии за счет уменьшения аварийного простоя и поддержания оптимальных режимов

в отдельных узлах производства; при замене части основного технологического оборудования — резко повысить производительность линий за счет создания непрерывного поточного производства;

- 3) существенно сократить число обслуживающего персонала;
- 4) в конечном итоге значительно снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Совершенно естественно, что конечная цель внедрения автоматики — создание оптимального технологического процесса, обеспечивающего непрерывное поточное производство томат-пасты высшего качества, возможно лишь при осуществлении комплексной автоматизации — автоматизации всех участков линий, от головных (подача томатов на конвейер) — до концевых (закатка банок с готовой продукцией). Исключением может быть только участок инспекции качества томатов, полностью автоматизировать который пока представляется весьма затруднительно.

В частности, перевод испарителей выпарной станции на поточную систему возможен только при условии автоматизации всей первичной системы переработки томатов, в том числе конвейеров и протирочных аппаратов.

Для полной комплексной автоматизации, таким образом, необходимо автоматизировать как отдельные узлы линии, так и всю линию, связав воедино контроль, управление, блокировку и автоматическое регулирование процессов в отдельных узлах.

Автоматизация в томатной линии подлежат: работа гидротранспортера, дозатора, транспортера, дробилки, сборника дробленых томатов, насосов и пароподогревателя; протирочные аппараты, сборник протертой томатной пульпы и насосы; работа выпарной станции: контроль и регулирование уровня и содержания сухих веществ в бадьях и булях всех ступеней, регулирование вакуума в выпарных аппаратах, контроль и регулирование температуры при пастеризации и разливе готовой пасты.

Между отдельными узлами должно осуществляться четкое взаимодействие.

При прекращении работы дробильной машины (или при попадании в нее инородных предметов) и перегрузке бункера перед дробилкой должна происходить автоматическая остановка конвейера с последующим автоматическим же пуском конвейера при устранении перегрузки бункера и нормальной работе дробилки. Соответственно к остановке дробильной машины (и конвейера) должно приводить превышение допустимого уровня в сборнике дробленых томатов (и соответственно пуск при понижении уровня до номинального).

При понижении уровня до аварийно низкого значения должен открываться пар на прогревателе дробленых томатов и через 1—2 минуты должны останавливаться протирочные машины. При достижении нормального уровня должно произойти включение всех узлов в обратном порядке. Должно осуществляться автоматическое поддержание требуемой температуры в подогревателе дробленой массы.

Повреждение сита или сброс ремня в передаче к протирочной машине не должно вызывать остановку двигателя машины. Превышение допустимого уровня протертой томатной массы в сборнике при работе всех трех перекачивающих насосов должно вызывать остановку всех предыдущих механизмов. Если превышение произошло при работе части насосов, то автоматически должны подключиться невключенные насосы.

Возвращение к нормальному уровню должно вызывать автоматический пуск всех предыдущих механизмов в должной последовательности и т. д.

Должно осуществляться регулирование уровня томатной массы во всех выпарных аппаратах, давления сокового и острого пара, вакуума.

### Варианты систем автоматизации

Как уже упоминалось, было разработано три варианта систем автоматизации линии на уровне принципиально-технологических схем.

Медленное протекание большинства технологических процессов в томатном производстве делает возможным производить контроль и их регулирование с помощью так называемой системы обегающего контроля и регулирования. В этом случае контроль и регулирование практически всех параметров производится периодически, последовательно одним и тем же аппаратом. Это позволяет существенно снизить стоимость системы автоматики по сравнению с применением отдельных регуляторов на каждый объект.

Применение такого принципа позиционного регулирования дает возможность использовать простые, дешевые и устойчивые в работе приборы.

#### Первый вариант

Вариант разработан применительно к установленному в настоящее время на заводе основному оборудованию (см. рис. 1). В нем используются ранее установленные на выпарной станции отечественной линии рефрактометры типа «КИП», поплавковые регуляторы уровня (на первых двух ступенях) и регуляторы температуры типа АИРТМ-1. По этому варианту отечественная томатная линия переводится на производство с автоматическим контролем и регулированием ее технических параметров<sup>5</sup>. Эта задача решается:

1) обеспечением постоянного уровня и температуры в сборном баке перед I ступенью выпарной линии, а также постоянного уровня во всех других резервуарах;

2) автоматическим регулированием уровня в заданных технологий пределах во всех бадьях и булях выпарной установки;

3) автоматизацией расфасовок томатной пасты;

4) взаимоблокировкой всех элементов линии, вследствие чего осуществляется правильное взаимодействие всех элементов системы как при нормальной работе, так и при неполадках в любом из элементов (как это было оговорено выше).

Постоянство уровня в сборном резервуаре обеспечивается автоматической линии первичной переработки томатов, которая построена на регулировании уровня дробленых томатов и томатной пульпы в промежуточных резервуарах. Это регулирование осуществляется специально разработанными фотоэлектрическими регуляторами уровня. Постоянство температуры в резервуарах, а также в пароподогревателях дробленых томатов осуществляется специально разработанной системой обегающего контроля и регулирования температуры и уровня.

Регулирование уровня пульпы в бадьях I ступени и в булях II ступени производится поплавковыми регуляторами уровня. Наличие в существующих булях III ступени вертикальных перемешивающих устройств не позволяет автоматизировать регулирование уровня ни с помощью фотоэлектрических датчиков, ни с помощью поплавковых или емкостных. Для автоматизации этой операции необходимо заменить

<sup>5</sup> В статье даются лишь принципиальные положения, без описания собственно схем автоматики разработанных вариантов.

вертикальные перемешивающие устройства на горизонтальные или на циркулярное перемешивание. Тогда уровень 30% пульпы (пасты) в булях III ступени выпарной станции может автоматически регулироваться с помощью специальных фотоэлектрических датчиков для 30% пасты, разработанных нами.

Первый вариант системы автоматизации позволяет существенно улучшить общий ритм работы линии, ликвидировать переливы и пригары в подогревателях пульпы в резервуарах и позволяет повысить тем самым сортность выпускаемой продукции, освободить 10—15 рабочих, уменьшить время аварийного простоя оборудования, существенно облегчить работу по управлению всей линией.

### Второй вариант

По второму варианту, предложенному нами, предполагается существенная реконструкция томатного цеха с радикальной механизацией головных участков линии и заменой части основного технологического оборудования. Осуществление этого варианта позволило бы создать оптимальный технологический процесс с полностью непрерывным поточным циклом и с освобождением почти всего обслуживающего персонала (до 100 рабочих). Принципиально-технологическая схема показана на рис. 2. Согласно этой схеме должны быть осуществлены, в частности, следующие мероприятия:

1. Полностью перестроена и механизирована разгрузка томатов.
2. Реконструирован гидротранспортер томатов (в частности, установлены напорный бассейн с механизмом, регулирующим подачу томатов на инспекционные конвейеры, механизмы для удаления плавающего мусора).
3. После дробилок должны быть установлены сепараторы для удаления семян и шкурок томатов.
4. Система подачи привозной пульпы на протирки должна быть разделена на 4 отдельные линии, для чего следует установить 3 плунжерных насоса и 3 пароподогревателя.

Во избежание сбраживания привозной пульпы и ее остывания перед протирками при остановке потока должно быть предусмотрено автоматическое переключение на замкнутую циркуляцию холодной пульпы в приемных резервуарах и горячей пульпы в промежуточных резервуарах.

5. На каждой из первичных линий должна быть установлена отдельная протирка.

6. Бады I ступени должны быть заменены вакуум-испарителями типа ВН-60.

7. Були III ступени должны быть заменены вакуум-испарителями типа ВН-90.

8. Введена непрерывная циркуляция нагретой томатной пульпы на всех трех ступенях испарителей и в булях расфасовки.

9. Должна быть осуществлена полная механизация расфасовки, укупорки и погрузки готовой продукции; для расфасовки готовой пасты должен быть применен третий буль типа «Комсомолец».

Замена булей III ступени (с вертикальным перемешиванием томатной пульпы — пасты) на вакуум-испаритель типа ВН-90 позволит применить специально разработанные фотоэлектрические датчики уровня и распространить на все элементы линии систему обегающего контроля и регулирования.

Осуществление предлагаемых мероприятий по II (и III) варианту позволило бы осуществить полную комплексную механизацию и автоматизацию поточных линий по переработке томатов (за исключением пока, как уже говорилось, участка инспекции качества томатов).

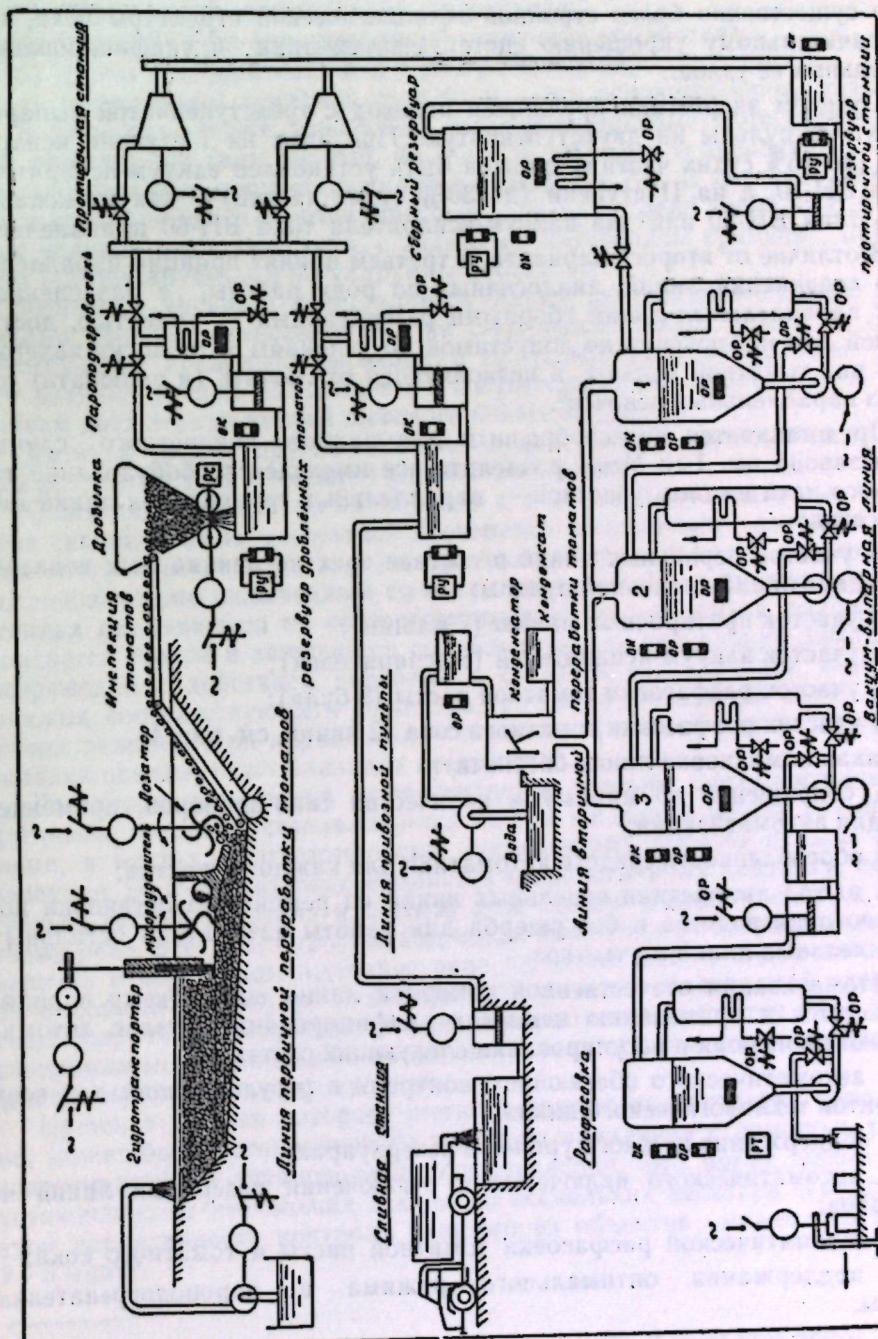


Рис. 2. Скелетная схема автоматизации отечественной томатной линии на заводе им. 1-го Мая по второму и третьему вариантам

## Третий вариант

В третьем варианте предусматривается еще более радикальное изменение технологии переработки томатов, способствующее как созданию существенно более стройной технологической структуры цеха, так и значительному упрощению системы автоматики и унифицированию отдельных ее узлов.

Отделом энергетики предложен переход с трехступенчатой выпарки томатной пульпы на двухступенчатую. При этом на I ступени испарения (до 15% сухих частиц) должен быть установлен вакуум-испаритель типа ВН-70, а на II ступени (до 30% сухих частиц) — вакуум-испаритель типа ВН-90 или два вакуум-испарителя типа ВН-60 параллельно.

В отличие от второго варианта, в третьем принят принцип параллельного соединения линий, аналогичных по роду работы, с разделением этих параллельных линий сборными резервуарами — емкостью, достаточной для исключения не допустимой по условиям технологии задержки в них томатной пульпы и позволяющей отключать (и включать) одну из параллельных цепочек<sup>6</sup>.

Представляется целесообразным для данного конкретного случая (для завода им. 1-го Мая) разделить все имеющееся оборудование томатного цеха на пять участков — параллельных группировок линий или агрегатов:

- 1) участок первичных линий в составе трех инспекционных конвейеров и двух линий привозной пульпы;
- 2) участок протирочных машин (7 машин);
- 3) участок вакуум-испарителей (8 испарителей);
- 4) участок расфасовки томатной пасты (3 буля);
- 5) участок расфасовки томатного сока (2 линии, см. рис. 4).

Такая компоновка линий обеспечит:

- a) сокращение до минимума количества типо-приборов, применяемых для автоматизации;
- b) обособленность средств автоматики для каждого участка;
- c) вывод автоматики отдельных линий на ремонт без остановки поточного производства и без ущерба для работы автоматики остальных параллельных линий и участков.

Автоматизация отечественной томатной линии по третьему варианту сводится к применению немногих унифицированных узлов автоматического контроля и регулирования следующих систем:

- 1) автоматического обегающего контроля и регулирования для всех элементов технологического цикла;
- 2) поддержания нужного уровня в резервуарах;
- 3) автоматического включения и отключения резервных линий и агрегатов;
- 4) автоматической расфасовки томатной пасты и томатного сока;
- 5) поддержания оптимального режима в пароподогревателях пульпы.

<sup>6</sup> Величина емкости должна быть установлена технологами. Чем больше емкость, тем легче свести к минимуму влияние неравномерности подачи сырья на поточность процесса, однако тем больше возможность обсеменения и сбраживания томатной пасты во время ее задержки в резервуаре.

## Средства автоматизации

Система обегающего контроля и регулирования<sup>7</sup>

Система обегающего контроля и регулирования во всех трех вариантах обеспечивает контроль и регулирование:

- a) уровня во всех емкостях линий вторичной обработки<sup>8</sup>;
- b) уровня в испарителях и в булях расфасовки;
- c) температуры томатной пульпы во всех основных элементах.

В датчиках уровня применены полупроводниковые фотосопротивления типа ФС-К2 (или ФС-КН, ФС-КГ), в датчиках температуры — полупроводниковые термосопротивления типа КМТ-4. В системе обегающего контроля используются шаговый искатель и реле времени, создающие условия периодического, с заданным интервалом времени, обхода всех контролируемых и регулируемых объектов.

Контроль уровня осуществляется двумя фотоэлектрическими датчиками уровня, установленными на смотровых стеклах в местах, соответствующих предельно высокому и предельно низкому уровням. Оба эти датчика уровня подключены к соответствующим одноименным контактам двух первых секций шагового искателя (рис. 3).

Датчики уровня других объектов подключаются аналогично к другим контактам этих же секций шагового искателя.

Совершая периодический переход с контактов на контакты, щетки этих секций шагового искателя поочередно подключают датчики того или иного объекта к двум реле так, что каждое из реле оказывается последовательно включенным со своим датчиком. Если уровни пульпы в стеклах оказываются не соответствующими требующемуся положению, раздается звонок и зажигается соответствующая сигнальная лампа; одновременно с действием звуковой и световой сигнализации выпадает флагок соответствующего блинкера, расшифровывающий место нарушения режима. При нормальном положении (нижний датчик затемнен, верхний освещен) сигнализация не работает.

Регулирование уровня осуществляется третьим фотоэлектрическим датчиком, который устанавливается на том же стекле между двумя первыми, в местах, соответствующих нормальному уровню пульпы в резервуаре. Этот датчик подсоединяется к аналогичному контакту, но уже третьей секции искателя и щеткой этой секции подключается к третьему реле. Это реле срабатывает, когда фотосопротивление датчика освещено, и через промежуточное реле включает насос, подающий пульпу в данный резервуар. С выдержкой времени, создаваемой схемой с термосопротивлением, подключенным параллельно обмотке реле (и установленной по желанию наладчика), реле отключится и включит насос, питающий резервуар пульпой.

Время, в течение которого щетки остаются на контактах неподвижно, может быть установлено по желанию наладчика с помощью термо-сопротивлений и установочных сопротивлений. Это время может быть установлено от нескольких секунд до нескольких десятков секунд. При этом периодичность контроля каждого из объектов может составить 2—5 минут.

<sup>7</sup> Здесь дается лишь принцип «обегающей» системы. В настоящее время в Институте энергетики и автоматики разработано несколько вариантов системы обегающего контроля и регулирования.

<sup>8</sup> Контроль и регулирование уровня во всех емкостях линии первичной переработки томатов осуществляется самостоятельными датчиками и регуляторами (см. ниже в разделе «Система автоматического управления для линии привозной пульпы и притирочной станции»).

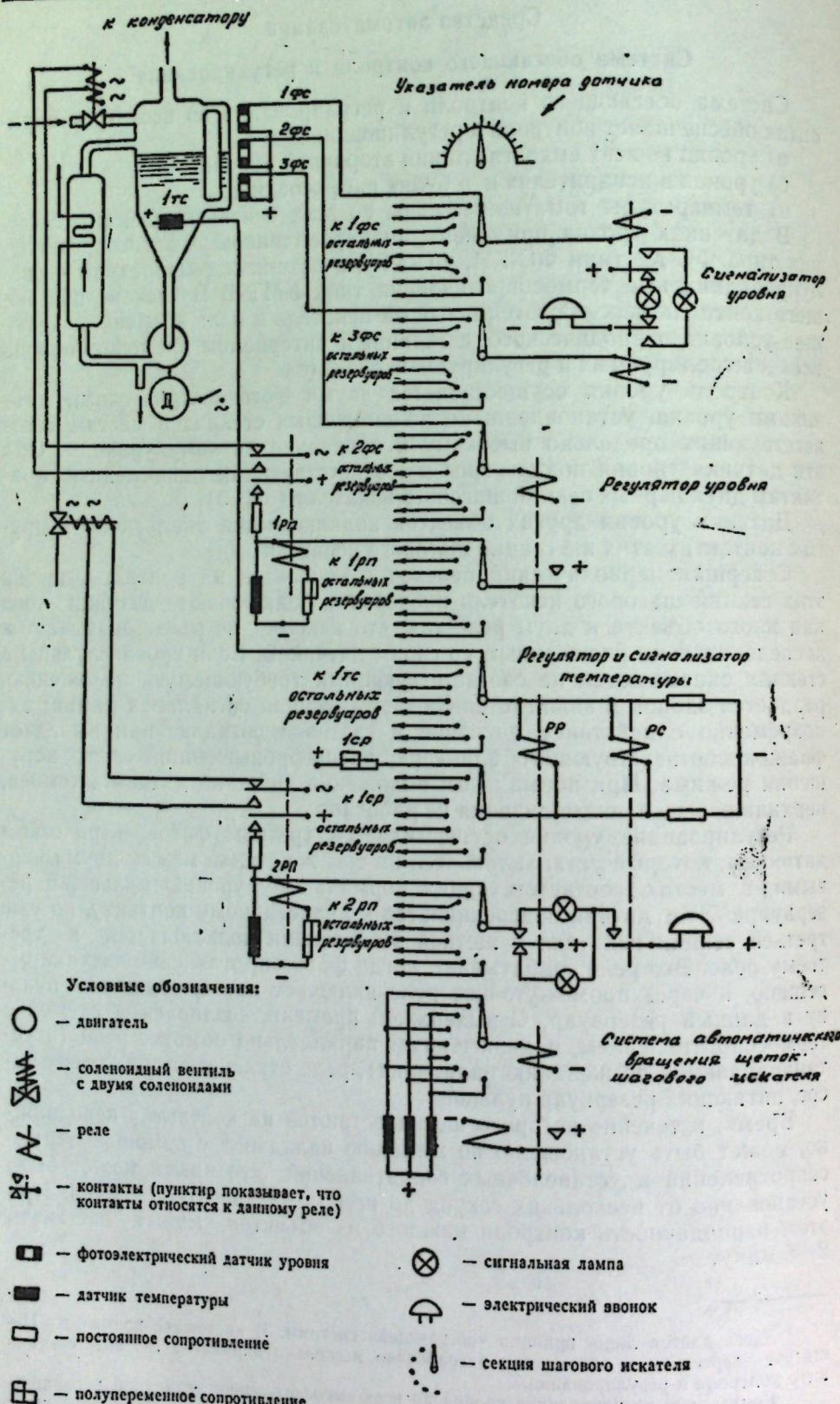


Рис. 3. Упрощенная принципиальная схема системы обегающего контроля и регулирования

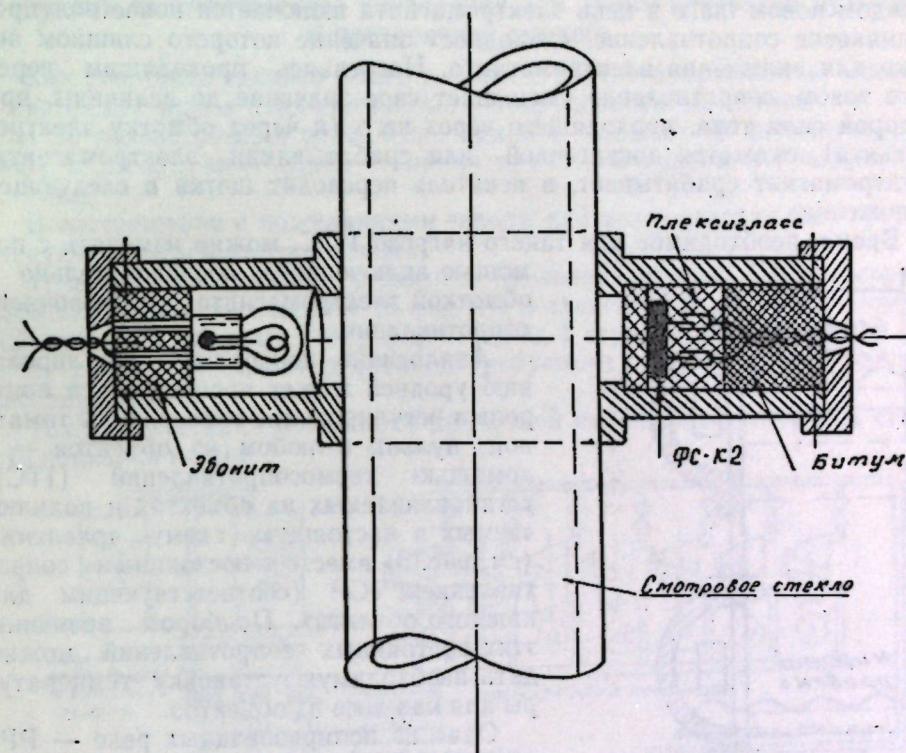


Рис. 4. Эскиз фотоэлектрического датчика уровня томатной пульпы с содержанием сухих частиц до 20%

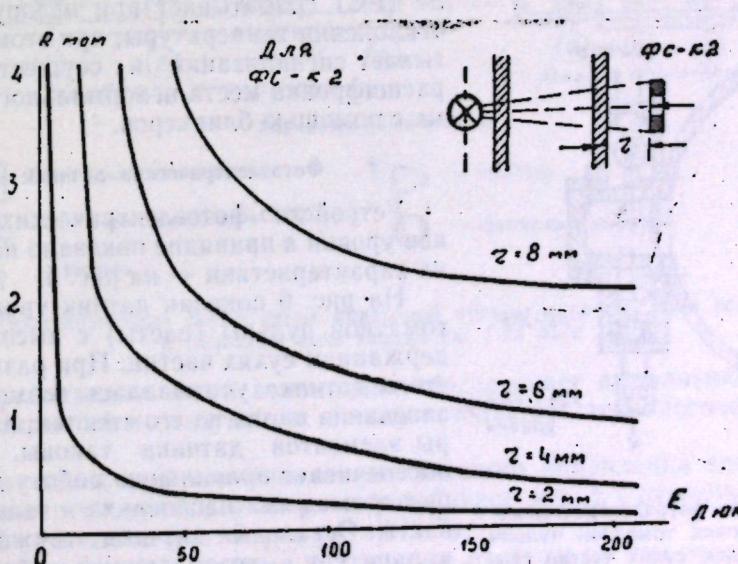


Рис. 5. Зависимость сопротивления ФС-К2 от освещенности

Вращение щеток искателя осуществляется с помощью электромагнита искателя, питание которого происходит через щетку и контакты 8-й секции искателя и полупроводниковые сопротивления (ПТС). При каждом новом шаге в цепь электромагнита включается новое полупроводниковое сопротивление, «холодное» значение которого слишком велико для включения электромагнита. Нагреваясь проходящим через него током, сопротивление уменьшает свое значение до величины, при которой сила тока, проходящего через него (и через обмотку электромагнита), окажется достаточной для срабатывания электромагнита; электромагнит срабатывает, и искатель переводит щетки в следующее положение.

Время, необходимое для такого нагрева ПТС, можно изменять с помощью включенного последовательно с обмоткой электромагнита установочного сопротивления.

Аналогично контролю и регулированию уровней может производиться контроль и регулирование температуры томатной пульпы в любом из объектов — с помощью термосопротивлений (1TC), устанавливаемых на объектах и подключаемых в настоящую схему сравнения (см. рис. 3) вместе с постоянным сопротивлением 1CP (соответствующим для каждого объекта). Подбором величины этих постоянных сопротивлений можно дать необходимую установку температуры для каждого из объектов.

Одно из поляризованных реле — РР, включенных в мостовую схему, реагирует соответственно на повышение либо на понижение температуры, включая или не включая исполнительный орган, действующий на выпуск пара в подогреватель. Второе загруженное поляризованное реле (РС) срабатывает при недопустимом отклонении температуры; при этом срабатывает сигнализация и осуществляется расшифровка места ненормального режима с помощью блокировок.

#### Фотоэлектрические датчики

Устройство фотоэлектрических датчиков уровня в принципе показано на рис. 4, их характеристики — на рис. 5.

На рис. 6 показан датчик уровня для томатной пульпы (пасты) с высоким содержанием сухих частиц. При разработке этого датчика учитывалась возможность запекания пасты на его стеклах; параметры элементов датчика таковы, что он обеспечивает правильную работу при любых возможных наслойениях и запеканиях пасты. Остальные датчики также имеют аппаратуру, позволяющую обеспечить нормальную работу при любых возмож-

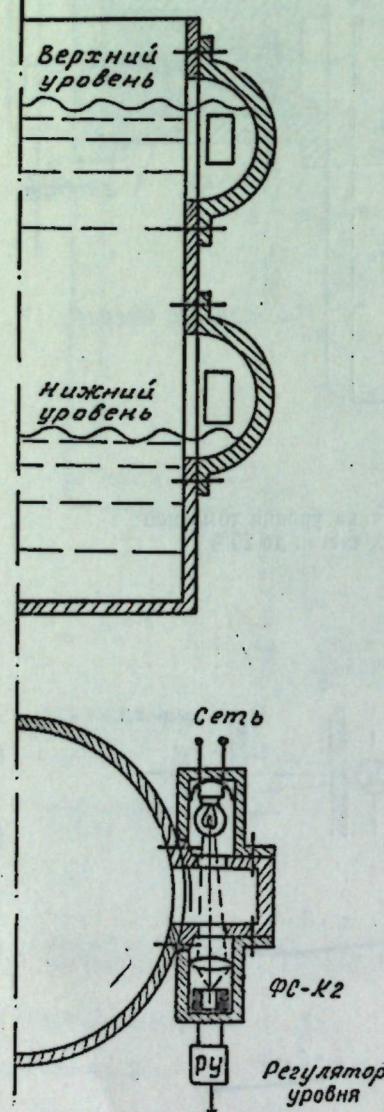


Рис. 6. Эскиз фотоэлектрического датчика уровня томатной пульпы с содержанием сухих частиц свыше 20%

ных «нормальных» загрязнениях и затемнениях смотровых стекол. Все датчики герметизированы.

#### Система автоматического управления для линии привозной пульпы и протирочной станции

Как уже было сказано выше, в связи с нецелесообразностью замены в настоящее время технологического оборудования на заводе им. 1-го Мая до реконструкции цеха, было принято решение об автоматизации лишь части поточной линии — линии привозной пульпы и протирочной станции.

В соответствии с пожеланиями завода для этого участка был принят следующий объем автоматизации:

а) автоматизация работы насосов привозной пульпы (10 насосов) и работы протирочных машин (6 машин) в зависимости от уровня томатной пульпы в сборных резервуарах перед I ступенью испарителей;

б) автоматизация поддержания требуемого режима в пароподогревателях пульпы.

Технологическая схема линии привозной пульпы и протирочной станции показана на рис. 7.

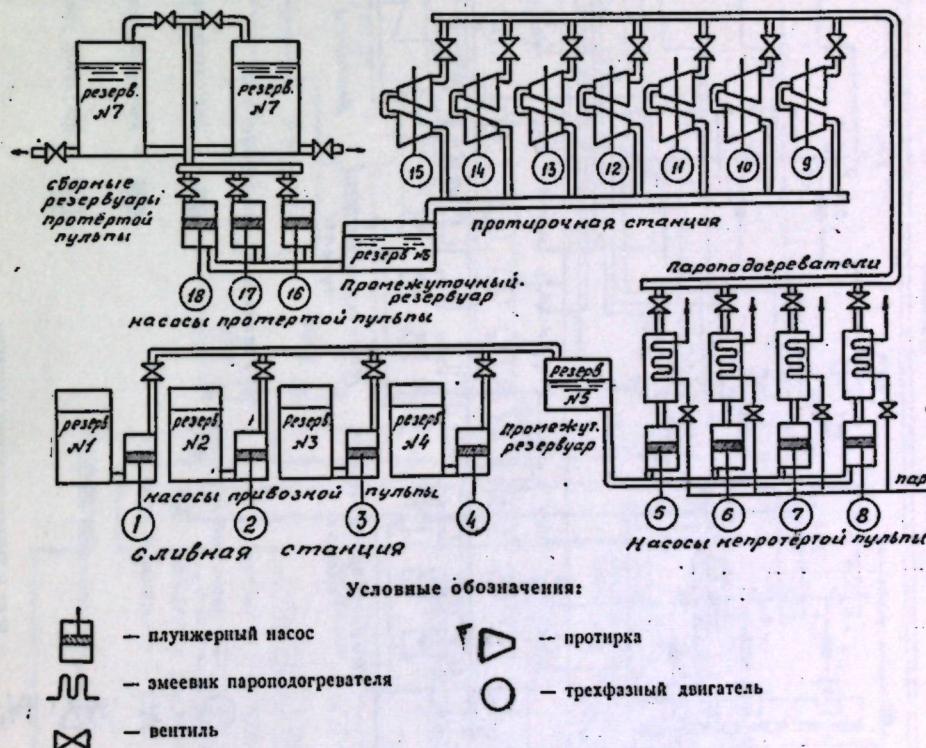
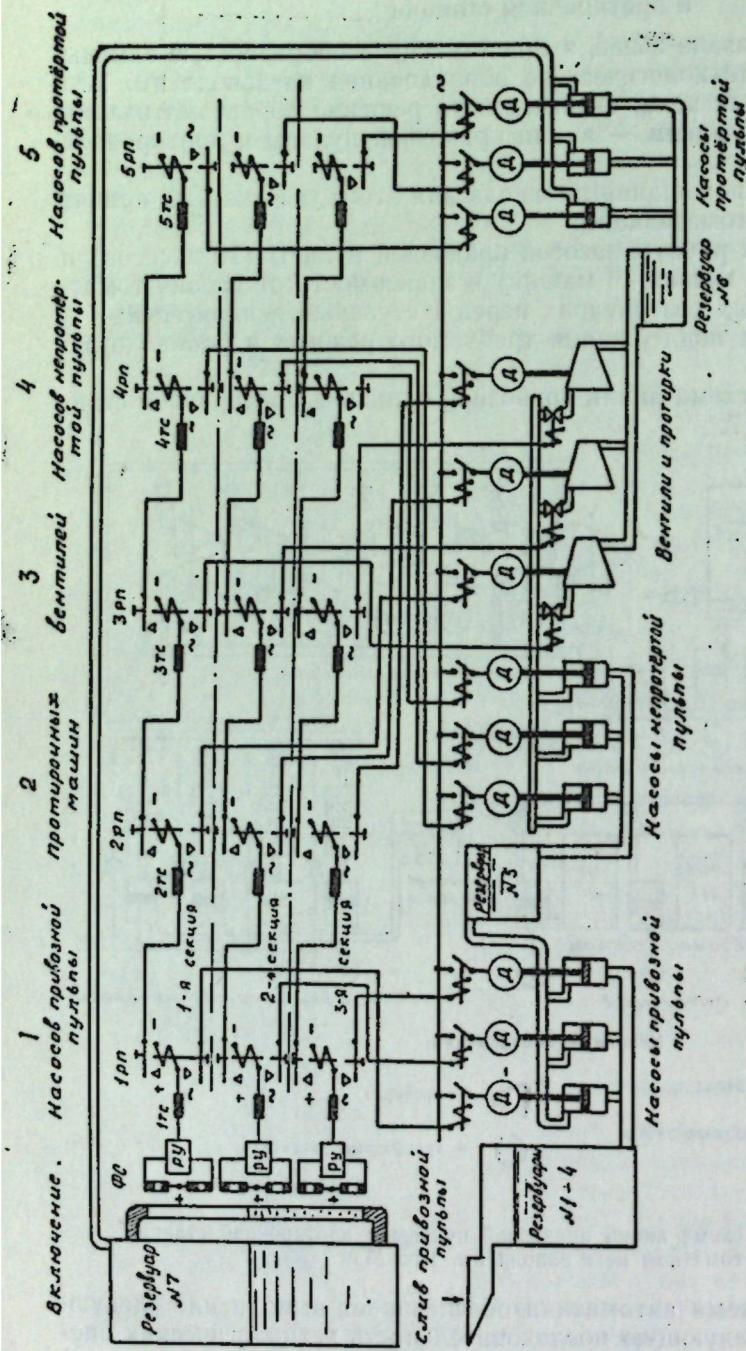


Рис. 7. Технологическая схема линии привозной пульпы и протирочной станции в томатном цехе завода им. 1-го Мая

Разработанная схема автоматики обеспечивает выполнение следующих положений и следующую последовательность технологических операций.

Задатчиком всей системы автоматического управления служит уровень привозной пульпы в сборном резервуаре перед I ступенью испарительной установки (рис. 8, резервуар № 7).

Все механизмы и система управления разбиты на три секции. Система управления построена так, что при минимально низком уровне рабо-



## Условные обозначения:

- — трехфазный двигатель
- — фотоэлектрический датчик уровня
- — полупроводниковое геристоропротивление
- [РУ] — регулятор уровня
- реле и связанные с ним контакты
- магнитный пускатель
- соленоидный вентиль

Рис. 8. Схема управления линии

## Резервуар №7

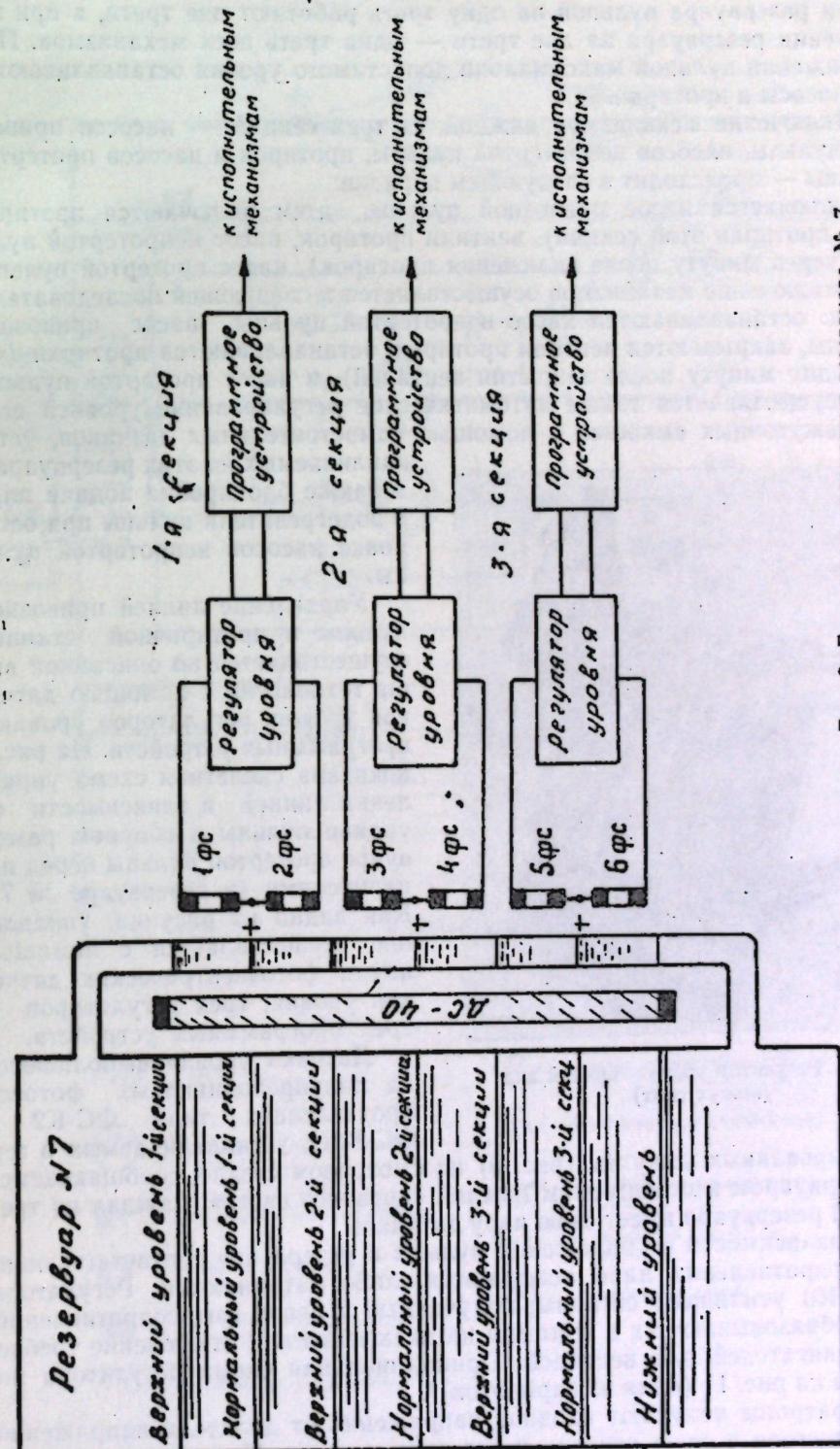


Рис. 9. Блок-схема автоматики резервуара № 7

тают все насосы и протирочные машины (все три секции). При заполнении резервуара пульпой на одну треть работают две трети, а при заполнении резервуара на две трети — одна треть всех механизмов. При достижении пульпой максимально допустимого уровня останавливаются все насосы и протирки.

Включение механизмов каждой из трех секций — насосов привозной пульпы, насосов непротертой пульпы, протирок и насосов протертой пульпы — происходит в следующем порядке:

включается насос привозной пульпы, затем включаются протирки (две протирки этой секции), вентили протирок, насос непротертой пульпы (через минуту после включения протирок), насос протертой пульпы.

Отключение механизмов осуществляется в следующей последовательности: останавливаются насос непротертой пульпы, насос привозной пульпы, закрываются вентили протирок, останавливаются протирки (через одну минуту после закрытия вентилей) и насос протертой пульпы.

Осуществляется также автоматическое регулирование уровней всех промежуточных емкостей с помощью самостоятельных датчиков, уста-

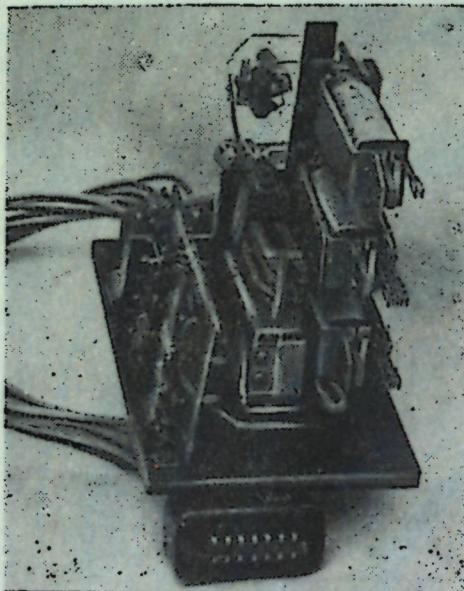


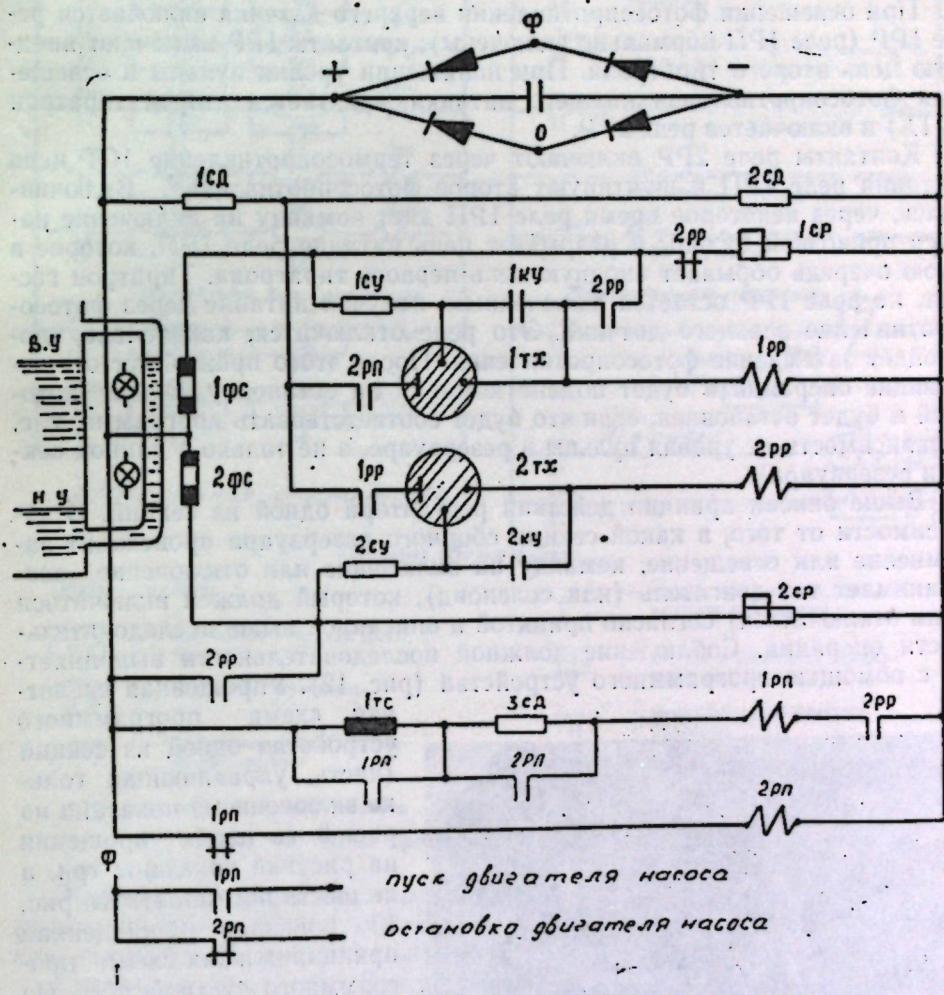
Рис. 10. Регулятор уровня. Общий вид  
(коужх снят)

ФС-К2Н, устанавливаемых в герметизированных кожухах (рис. 9) на смотровом стекле, сообщающем с резервуаром и освещаемом лампой «дневного света»; каждая из трех секций резервуара имеет свою пару датчиков.

В зависимости от положения пульпы в резервуаре соответствующие фотосопротивления либо освещаются, либо затемняются. Регуляторы (рис. 10) усиливают сигналы, получаемые в цепях фотосопротивлений, и преобразовывают их в команды на включение или отключение требуемых двигателей или вентиляй. Принципиальная схема регулятора показана на рис. 11 (один из вариантов)<sup>9</sup>.

Тиратроны получают входное напряжение от делителя напряжения, питающегося в свою очередь через выпрямитель. На сетки тиратронов напряжение подается от делителей напряжения, составленных для каждого из тиратронов из фотосопротивления верхнего или нижнего датчи-  
ка на рис. 11 (один из вариантов).

<sup>9</sup> Было разработано и испытано несколько вариантов: с поляризованными реле, с одним и двумя тиристорами (с холодными катодами).



### **Условные обозначения:**

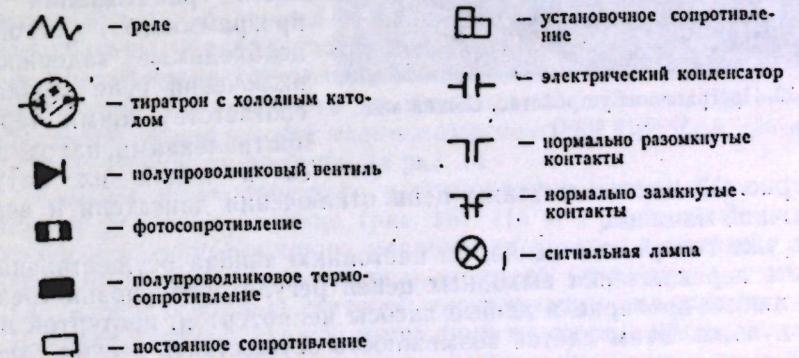


Рис. 11. Принципиальная схема регулятора уровня на двух тиратронах с холодным катодом типа МТХ-90

ка и установочных сопротивлений. При освещении фотосопротивлений тиатратроны зажигаются и реле в их цепях срабатывают.

При освещении фотосопротивления верхнего датчика включается реле 1РР (реле 1РП нормально включены); контакты 1РР включают анодную цепь второго тиаратрона. При понижении уровня пульпы и освещении фотосопротивления нижнего датчика зажигается второй тиаратрон (2ТХ) и включается реле 2РР.

Контакты реле 2РР включают через термосопротивление 1СТ цепь питания реле 1РП и шунтируют второе фотосопротивление. Включившись, через некоторое время реле 1РП дает команду на включение насоса привозной пульпы и разрывает цепь питания реле 1РП, которое в свою очередь обрывает анодную цепь первого тиаратрона. Тиаратрон гаснет, но реле 1РР остается включенным, получая питание через фотосопротивление верхнего датчика. Это реле отключится, как только произойдет затемнение фотосопротивления. После этого произойдут отключающие операции и будет подана команда на остановку насоса (который и будет остановлен, если это будет соответствовать программе, т. е. в зависимости от уровня пульпы в резервуаре, а не только в данной секции резервуара).

Выше описан принцип действия регулятора одной из секций. В зависимости от того, в какой секции сборного резервуара происходит затмение или освещение, команду на включение или отключение воспринимает тот двигатель (или соленоид), который должен включаться (или отключаться) согласно принятой и описанной выше последовательности операций. Соблюдение должной последовательности выполняется с помощью программного устройства (рис. 12). Упрощенная скелет-

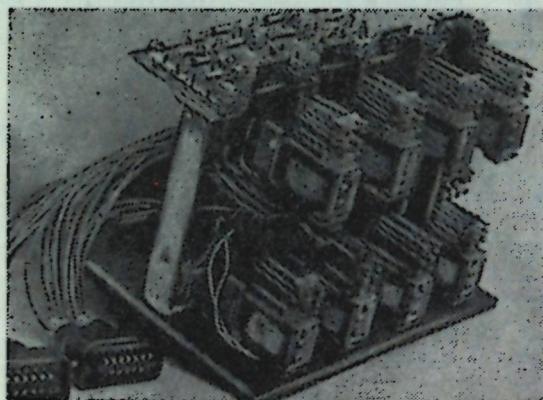


Рис. 12. Программное устройство. Общий вид  
(кофей снят)

На рис. 13 показаны также цепи отключения двигателя и вентиля притирочной машины.

Как уже говорилось выше, по настоюнию завода осуществлена возможность переключения выходных цепей регуляторов уровня трех секций на любые протирки и любые насосы непротертой, протертой и привозной пульпы. Этим дается возможность осуществить весьма быструю взаимозаменяемость исполнительных механизмов в случае выхода из строя любого из них. Возможен вывод любого из механизмов в резерв с одновременным выводом его из системы автоматики, но с оставлением возможности дистанционного управления им. Возможен также вывод любого механизма в резерв с целью его профилактического ремонта и т. д. Все это может производиться без остановки остальных механизмов.

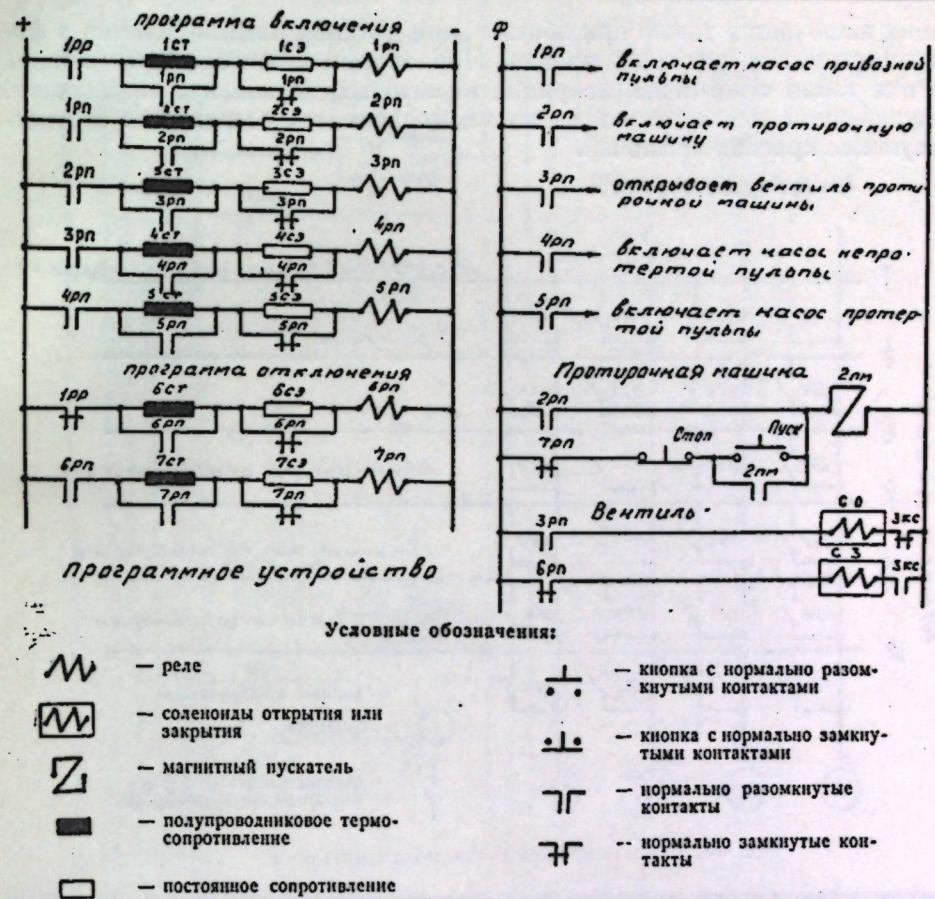


Рис. 13. Схема программного устройства

Разработанная система управления цепями взаимозаменяемых механизмов позволяет производить эти операции быстро — простым переключением фишеч на панели взаимозаменяемости.

Скелетная схема, объясняющая принцип действия такого устройства, дана на рис. 14. Из схемы видно, что любой из показанных четырех двигателей может быть использован с автоматикой любой из трех секций сборного резервуара протертой пульпы либо с автоматикой промежуточных резервуаров, либо, наконец, может быть выведен в резерв с дистанционным управлением. Переключения производятся с помощью фишек на панели взаимозаменяемости по специальной таблице. Естественно, действительная схема панели взаимозаменяемости для всех элементов существенно сложнее показанной на рис. 14.

Все приборы автоматического регулирования устанавливаются на центральном пульте управления (рис. 15). На нем располагается также аппаратура для дистанционного управления всеми элементами линии. Положение двигателей и соленоидных вентилей (включен — отключен) контролируется с помощью световой сигнализации на мнемонической схеме. В целях быстрой замены вышедших из строя элементов автоматики, регуляторы и программные устройства выполнены в виде блоков на разъемах.

Пуску насосов и протирочных машин предшествует предупредительная звуковая и световая сигнализация. Аварийная сигнализация осуществляется по системе определения несоответствия положения аппаратуры программного устройства и исполнительных механизмов. Сигнали-

зация включается также при обрыве цепи питания ламп подсветки в фотоэлектрических датчиках уровня. При аварии зажигается мигающим светом табло «Внимание, авария!», включается звуковая сигнализация. Расшифровка места аварии — на мнемосхеме, где зажигается соответствующая красная лампочка.

#### Номера двигателей

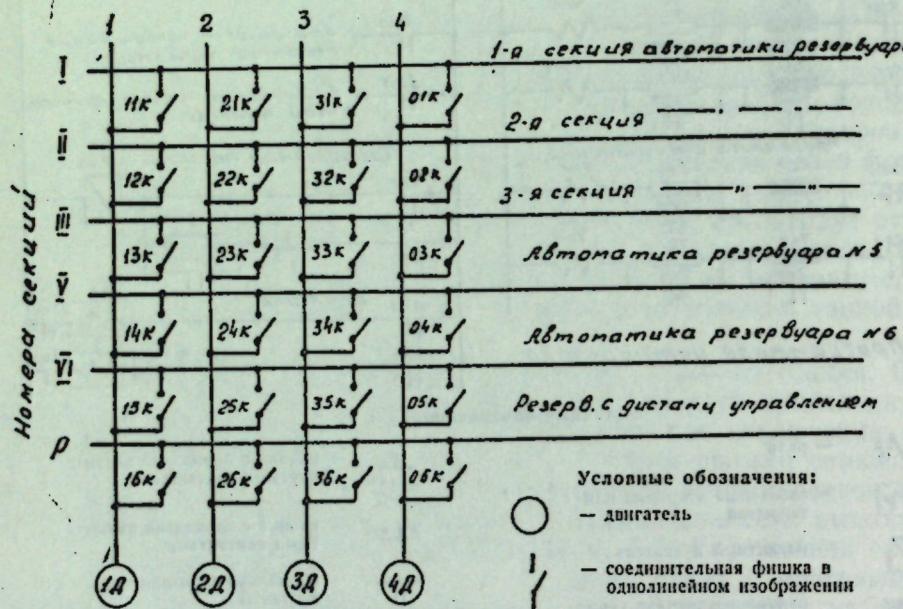


Рис. 14. Скелетная схема взаимозаменяемости

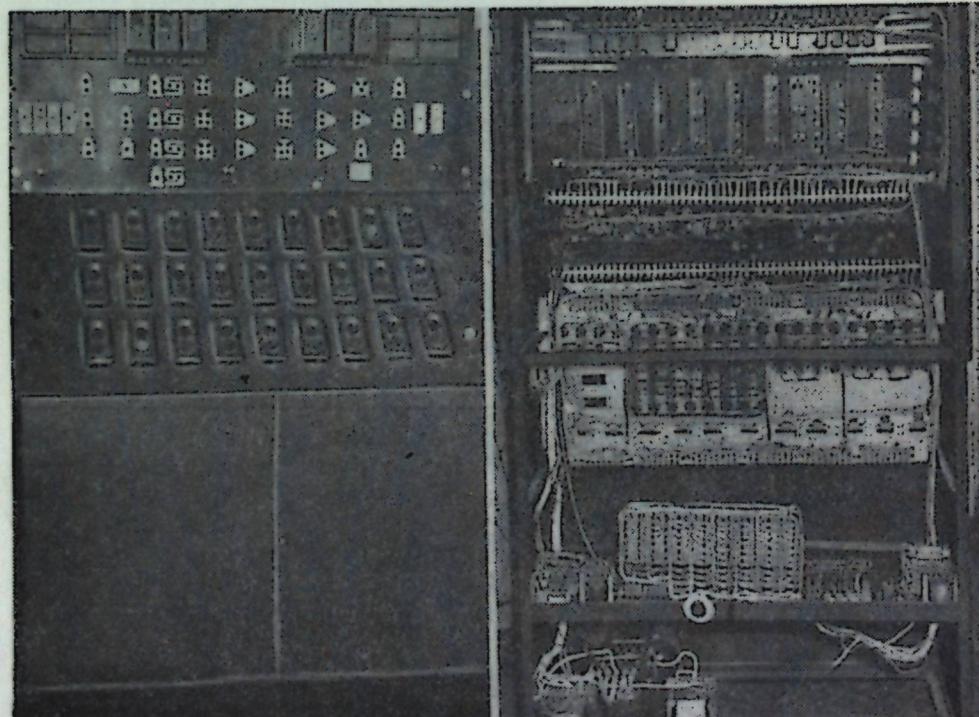
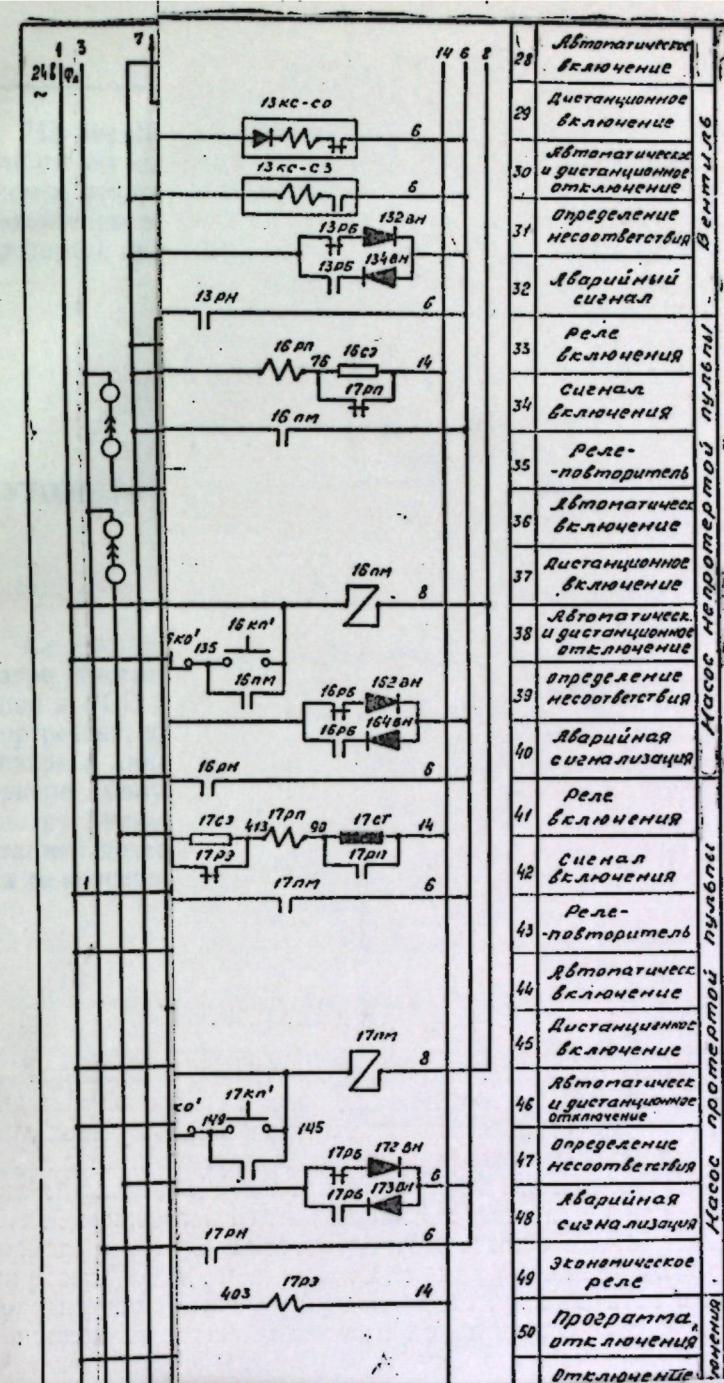


Рис. 15. Пульт управления: а) вид спереди, б) вид сзади



На рис 16 в качестве примера показана часть полной принципиальной схемы одной из трех секций автоматики сборного резервуара (часть схемы, относящаяся к управлению одним насосом привозной пульпы, двигателем и вентилем одной протирочной машины, одним насосом не-протертой пульпы и одним насосом протертой пульпы).

Г. В. ЧАЛЫЙ, Б. М. БУТЕНКО

## АУТОМАТИЗАРЯ ЛИНИЕЙ ДЕ ПРЕЛУКРАРЕ А ПЭТЛЭЖЕЛЕЛОРОШИЙ

### Резумат

Се експун системеле ши мижлоачеле де автоматизаре, елаборате де кэтре Институтул де енержетикэ ши автоматикэ ал Академией де штинице а РСС Молдовенешть пентру линииле де прелукраре а пэтлэжелелорроший, прекум ши принципииле де базэ а трей варианте де автоматизаре а линниilor де ачест фел ку фабрикации континуз. Се дэ о дескриере амэнунците а системулуй ши а аппарателор де автоматизаре пентру линииле де прелукраре а пулпей пэтлэжелелорроший ши чя а стацией де стрекураре, елаборате де институт ши ынтродусе ла фабрика де консерве «1 Май» дин Тираспол.

С. М. ЧЕРНОБРОВИНА, М. И. ЖИГАЛЬЦЕВА

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ В САДАХ МОЛДАВИИ

Широкая электрификация нашей страны открывает новые возможности в использовании электрической энергии в борьбе с вредителями сельского хозяйства. Настало время, когда ученые должны дать работникам защиты растений новые прогрессивные методы и приборы самой rationalной и эффективной конструкции, чтобы помочь труженикам сельского хозяйства выполнить грандиозные задачи, поставленные XXII съездом КПСС и мартовским (1962 г.) Пленумом ЦК КПСС.

Институтом энергетики и автоматики АН МССР совместно с Кишиневским университетом начаты исследовательские работы по подбору источников, спектр излучения которых привлекал бы наиболее вредные для сельского хозяйства виды.

Применение ламп ультрафиолетового излучения для ночного лова насекомых открывает новые возможности для более детального изучения энтомофауны Молдавии, учета численности вредных видов и улучшения службы учета и сигнализации пунктов защиты растений, а также разработки более эффективных и дешевых методов борьбы.

Так, например, примененные во Франции светоловушки (электрическая лампа и аспиратор) оказались высокоеффективными в борьбе с вредителями сельского хозяйства. Приборы того же рода применялись в СССР и в Соединенных Штатах. Опыт Японии показал, что на гектар земли достаточно одной ловушки с лампочкой накаливания 60 вт. На острове Сикоку удалось предохранить 800 гектаров рисовых плантаций с помощью 800 электрических лампочек 60 вт. Пойманных насекомых фермеры использовали для кормления кур и рыб.

### Опыты по привлечению насекомых на источники излучения

Опыты по привлечению насекомых на свет ртутных ламп проводились с 26 мая по 12 сентября 1961 г. в Тираспольском (сс. Суклея и Кицканы) районе МССР, в старых бессистемных смешанных садах в возрасте от 5 до 100 лет. Основными породами в саду являются: яблоня, груша, слива, абрикос и др. Сады чередуются с лесными массивами, тянущимися вдоль р. Днестра. В них имеются также водоемы, в которых разводят рыбу. Это бывшие индивидуальные сады, некоторые из которых известны со времен турецкого ига. Постепенно в садах проводят реконструкцию, обновляя их цennыми сортами. Между рядами молодых садов используют под овощные культуры. В старых садах, на отдельных участках, имеются целинные участки со злаковой растительностью. Вблизи садов и виноградников, на приусадебных участках, растет кукуруза. Таким образом, можно ожидать обилия видов всех отрядов насекомых.

Эксперименты проводились с электроприборами, имеющими различные источники излучения и снабженными сеткой под напряжением для поражения насекомых.

Испытывались три типа ловушек:

1. Прибор с излучателем ПРК-2 с рефлектором и сеткой под высоким напряжением (рис. 1).

В этом приборе для привлечения насекомых служит ртутьно-кварцевая лампа высокого давления, применяемая в медицине. Мощность ее 375 вт. Наибольшее количество энергии в спектре ее излучения приходится на ближнюю область ультрафиолетового излучения — 365 мк (ультрафиолет области А). Помимо этого, они имеют и слабый сплошной спектр, лучистый поток которого доходит до нескольких процентов от общего потока.

Лампа располагается в вертикальном положении над конусообразной воронкой. Последняя снабжена мешочком или банкой для сбора насекомых. Вогнутый рефлектор из электрополированного алюминия позволяет создать направленный пучок светового потока в любом направлении.

Электропитающее устройство лампы смонтировано на специальном основании и защищено металлическим кожухом. На передней панели кожуха имеются выключатель и кнопка для запуска лампы в работу. Лампа окружена конструкцией цилиндрического типа — сеткой, которая состоит из стержней оцинкованного провода, на расстоянии 8 мм друг от друга. Высокое напряжение (до 2000 в) подводится со вторичной обмотки повышенного трансформатора, расположенного в верхней части прибора. Насекомые, подлетая к лампе, замыкают любую пару проводов и поражаются током.

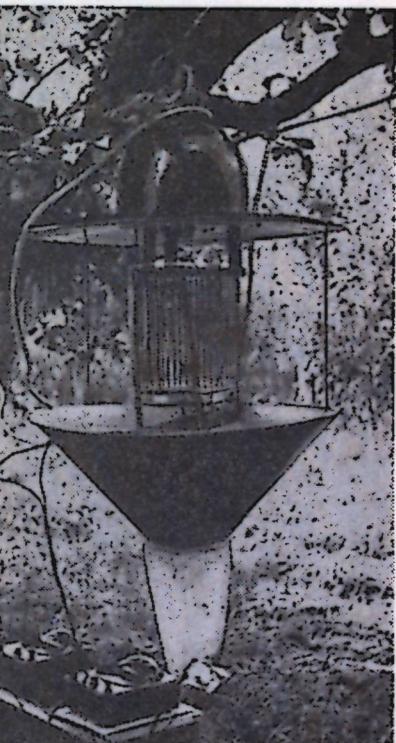


Рис. 1. Прибор с излучателем типа ПРК-2 и сеткой под напряжением

2. Прибор с эритемной лампой и сеткой под напряжением (рис. 2).

Источником излучения в электроловушке служит лампа типа ЭУВ мощностью 30 вт. Эти лампы используются обычно в качестве источника ультрафиолетового излучения в области В. Они представляют собой газоразрядную лампу низкого давления и рассчитаны на работу в сетях переменного тока. Баллон лампы выполняется из увиолевого стекла и изнутри покры-



Рис. 2. Прибор с эритемной лампой и сеткой под напряжением

вается специальными составами — люминофорами, максимальное излучение которых приходится на область 313 мкм.

Лампа помещена в кожух в горизонтальном положении. Для увеличения эффективности привлечения насекомых она снабжена рефлектором.

Поражающим устройством служит сетка, которая крепится на кожухе. Как видно из рис. 2, в данном случае сетка имеет форму экрана, длина которого соответствует длине лампы. Пускорегулирующая аппаратура и повышающий трансформатор, питающий сетку, располагаются на корпусе прибора в специальном кожухе. Пораженные током насекомые собираются в мешок при помощи приспособления, укрепленного в нижней части корпуса и имеющего в сечении форму трапеции.

### 3. Электроприбор с лампой накаливания (рис. 3).

Эти приборы выпускаются опытным заводом ВИЗРа. Как показали эксперименты, они не приспособлены для длительной эксплуатации в полевых условиях ввиду быстрого выхода из строя повышающего трансформатора.

Электроприборы работали ежедневно с 19 до 24 часов, а иногда и до восхода солнца. Они подвешивались на деревьях на высоте 1,5 м и расстоянии друг от друга 100 м. Включение всех приборов производилось одновременно. Во время работы приборов регистрировались: температура и влажность воздуха, естественная освещенность, скорость ветра и атмосферное давление.

Численность насекомых, прилетающих на источники излучения, определяется характером погоды [1, 2]. В Молдавии нижний предел температуры, благоприятный для массового прилета в соответствии с экологическими особенностями местной фауны, составляет +16°. Ниже указанного порога наблюдается единичный лёт листоверток, в том числе и яблонной плодожорки. Массовый лёт большинства насекомых наблюдается в тихие темные ночи, особенно в пасмурные дни перед грозой.

### Состав насекомых, летящих на ультрафиолетовое излучение

Ультрафиолетовое излучение описанных источников света привлекает насекомых значительно лучше по сравнению с обычной лампой накаливания. Из испытанных электросветоловушек наиболее перспективными являются лампы ПРК-2 и ЭУВ-30. Последняя представляет значительный интерес, так как она менее мощная, а насекомых привлекает почти в равной степени, (ср. данные табл. 1 и 2). Однако лампа ЭУВ-30 испытывалась не весь сезон, поэтому оценка дается по отдельным отрядам.

Как в видовом отношении, так и по количеству особей основную массу насекомых, прилетающих к источникам ультрафиолетового излучения, составляют чешуекрылые, жуки, двукрылые и клопы. Виды прочих отрядов прилетают на свет в меньшем количестве (см. табл. 1 и 2).



Рис. 3. Прибор с лампой накаливания и наэлектризованной сеткой.

Таблица 1

Список отрядов, подотрядов и семейств, представители которых летят на ультрафиолетовое излучение (ПРК-2)

Виды насекомых	Прилет на свет*	Виды насекомых	Прилет на свет	Виды насекомых	Прилет на свет
<i>Lepidoptera</i>		<i>Coleoptera</i>		<i>Homoptera</i>	
<i>Hepialidae</i>	C	<i>Carabidae</i>	M	<i>Cercopidea</i>	M
<i>Tortricidae</i>	У	<i>Haliplidae</i>	У	<i>Iassidae</i>	M
<i>Aegeridae</i>	O	<i>Dytiscidae</i>	M	<i>Psylloidea</i>	C
<i>Hyponomeutidae</i>	M	<i>Gyrinidae</i>	У	<i>Aphidodea</i>	C
<i>Cossidae</i>	M	<i>Hydrophilidae</i>	M	<i>Hymenoptera</i>	
<i>Psychidae</i>	C	<i>Staphylinidae</i>	M	<i>Ichneumonidae</i>	C
<i>Gelechiidae</i>	M	<i>Silphidae</i>	O	<i>Braconidae</i>	C
<i>Plutellidae</i>	M	<i>Cantharididae</i>	C	<i>Vespidae</i>	C
<i>Pyralidae</i>	M	<i>Coccinellidae</i>	C	<i>Formicidae</i>	M
<i>Alucitidae</i>	C	<i>Allucitidae</i>	C	<i>Chalcididae</i>	C
<i>Ornithidae</i>	C	<i>Tenebrionidae</i>	C	<i>Dermoptera</i>	У
<i>Stigmallidae</i>	C	<i>Cerambycidae</i>	C	<i>Blattodea</i>	
<i>Incurvariidae</i>	C	<i>Lucanidae</i>	M	<i>Blattidae</i>	
<i>Lithocolletidae</i>	У	<i>Scarabaeidae</i>	M	<i>Neuroptera</i>	
<i>Lasiocampidae</i>	M	<i>Diptera</i>		<i>Chrysopidae</i>	C
<i>Sphingidae</i>	M	<i>Tipulidae</i>	M	<i>Myrmeleontidae</i>	C
<i>Attacidae</i>	M	<i>Culicidae</i>	У	<i>Orthoptera</i>	
<i>Geometridae</i>	M	<i>Heleidae</i>	M	<i>Gryllidae</i>	O
<i>Notodontidae</i>	M	<i>Simuliidae</i>	У	<i>Grylotalpidae</i>	У
<i>Liparidae</i>	M	<i>Bombyliidae</i>	C	<i>Heteroptera</i>	
<i>Noctuidae</i>	M	<i>Muscidae</i>	У	<i>Corixidae</i>	M
<i>Arctiidae</i>	M	<i>Drosophilidae</i>	У	<i>Notonectidae</i>	M
				<i>Naucoridae</i>	У
				<i>Coreidae</i>	У
				<i>Pentatomidae</i>	У

\*О—летят отдельные экземпляры; С—слабый прилет; У—умеренный прилет (до 50 экземпляров; М—массовый прилет (до 100 и выше экземпляров).

Список отрядов, подотрядов и семейств, представители которых летят на ультрафиолетовое излучение (ЭУВ-30)

Таблица 2

Виды насекомых	Прилет на ультраф.	Виды насекомых	Прилет на ультраф.	Виды насекомых	Прилет на ультраф.
<i>Lepidoptera</i>		<i>Dytiscidae</i>	M	<i>Hymenoptera</i>	
<i>Hepialidae</i>	C	<i>Gyrinidae</i>	У	<i>Ichneumonidae</i>	C
<i>Tortricidae</i>	У	<i>Hydrophilinidae</i>	M	<i>Braconidae</i>	C
<i>Aegerlidae</i>	O	<i>Staphylinidae</i>	M	<i>Vespidae</i>	C
<i>Cossidae</i>	M	<i>Silphidae</i>	O	<i>Chalcididae</i>	C
<i>Psychidae</i>	C	<i>Coccinellidae</i>	C	<i>Blattodea</i>	
<i>Gelechiidae</i>	M	<i>Tenebrionidae</i>	C	<i>Blattidae</i>	C
<i>Plutellidae</i>	M	<i>Cerambycidae</i>	C	<i>Neuroptera</i>	
<i>Pyralidae</i>	M	<i>Diptera</i>		<i>Chrysopidae</i>	C
<i>Alucitidae</i>	C	<i>Tipulidae</i>	M	<i>Myrmeleontidae</i>	C
<i>Ornithidae</i>	C	<i>Culicidae</i>	M	<i>Orthoptera</i>	
<i>Stigmallidae</i>	C	<i>Heleidae</i>	M	<i>Gryllidae</i>	O
<i>Incurvariidae</i>	C	<i>Simuliidae</i>	У	<i>Gryllotalpidae</i>	M
<i>Lithocolletidae</i>	У	<i>Bombyliidae</i>	C	<i>Dermoptera</i>	У
<i>Lasiocampidae</i>	M	<i>Muscidae</i>	У	<i>Heteroptera</i>	
<i>Sphingidae</i>	M	<i>Drosophilidae</i>	M	<i>Corixidae</i>	M
<i>Geometridae</i>	M	<i>Homoptera</i>		<i>Notonectidae</i>	M
<i>Notodontidae</i>	M	<i>Cercopidae</i>	M	<i>Naucloridae</i>	У
<i>Noctuidae</i>	M	<i>Iassidae</i>	M	<i>Coreidae</i>	У
<i>Arctiidae</i>	M	<i>Psyllodea</i>	C	<i>Pentatomidae</i>	У
<i>Coleoptera</i>		<i>Aphidodea</i>	C		
<i>Carabidae</i>	M				
<i>Haliphilidae</i>	У				

\* Обозначения те же, что и в табл. 1.

Из чешуекрылых отмечен значительный прилёт многих вредителей сельского и лесного хозяйства: древесница въедливая — *Zenzena pyria* L., древоточец пахучий — *Cossus cossus* L. (*Cossidae*), яблонная плодожорка — *Carpocapsa pomonella* L., смородинная листовертка — *Pandemis ribeana* Hb., сетчатая листовертка — *Cacoecia reticulana* Hb., виноградная вертунья — *Clytia ambiquella* Hb. (*Tortricidae*), капустная моль — *Plutella maculipennis* Curt. (*Plutellidae*), яблонная моль — *Hyponomeuta malinellus* Z., *H. padellus* L. (*Hyponomeutidae*), луговой мотылек — *Loxostege sticticalis* L., кукурузный мотылек — *Pyrausta nubilalis* Hb. (*Pyralidae*), слиновый коконопряд — *Odonestis pruni* L., дубовый коконопряд — *Lasiocampa quercus* L., кольчатый шелкопряд — *Malacosoma neustria* L. (*Lasiocampidae*), винный бражник — *Pergesa elpenor* L., глазчатый бражник — *Smerinthys ocellatus* L., сиреневый бражник — *Sphinx eigustri* L. (*Sphingidae*), большой ночной павлиний глаз — *Saturnia pyri* Schiff (*Attacidae*), слиновая пяденица — *Angerona prunaria* L., большая дымчатая пяденица — *Boarmia roboraria* Schiff, сумеречная дымчатая пяденица — *B. bistortata* Goeze, березовая пяденица — *Eunomasia autumnaria* Wern. (*Geometridae*), лунка серебристая — *Phalera bucephala* L. (*Notodontidae*), златогузка — *Nygma phaeorrhoea* L., *Stilpnobia salicis* L. (*Liparidae*), озимая совка — *Agrotis segetum*, *A. exclamations* L., стрельчатка-пси — *Acronycta psi* L., щавелевая стрельчатка — *A. rumicis* L., совка-гамма — *Plusia gamma* L., голубая ленточница — *Catocala fraxini* L. (*Noctuidae*), деревенская медведица — *Arctia villica* L., бурая медведица — *A. caja* L. (*Arctiidae*).

Из жуков летят: кукурузный навозник — *Pentodon idiota* Hbst., западный майский хрущ — *Melolontha melolontha* L., мраморный хрущ — *Polyphylla fullo* L. (*Scarabaeidae*), хлебная жужелица — *Zabrus tenebrioides* Goeze (*Carabidae*), плавунчики — р. *Haliphus* (*Haliphilidae*), плавунец окаймленный — *Macrodytes marginalis* L., плавунец широкий — *Dytiscus Latissimus* L. (*Dytiscidae*), водолюбы — р. *Hydrouus* Dahl (*Hydrophilidae*), Нежелательным является прилёт полезных видов из семейства *Staphylinidae*.

Из полужесткокрылых массовый лёт отмечен только для водных форм: гладьши — *Notonecta glauca* L. (*Noctonectidae*), гребляки — р. *Corixa* (*Corixidae*), плавцы — *Noucoris cimicoides* L. (*Noucoridae*).

Прилёт на ультрафиолетовые источники излучения плавунцов, водолюбов и клопов имеет большое практическое значение, так как все они хищники, чрезвычайно активные, имеют значение в биологической продуктивности водоемов, а также в рыбоводстве. Исключением служат только семейства *Corixidae*, виды которого являются потребителями зеленых водорослей.

Древесница въедливая, древоточец пахучий и ряд других видов летят практически только на ультрафиолетовое излучение. Во всяком случае в течение двух лет наблюдений лёта на обычную лампу накаливания они прилетали в единичных экземплярах. К подобным выводам относительно указанных видов пришли В. Л. Цыпкало [4] П. П. Богуш [1] и Г. А. Мазохиным-Поршняков [3] и другие авторы.

Имеет также практическое значение прилёт кровососущих насекомых (*Culicidae*, *Heleidae*, *Semuliidae*).

Интенсивность лёта большинства групп насекомых на ультрафиолетовое излучение более сильная по сравнению с обычной лампой накаливания, что подтверждают выводы, полученные Г. А. Мазохиным-Поршня-

ковым, В. Б. Чернышевым, Д. Т. Жоголевым, П. П. Богушем в других зонах Советского Союза.

В связи с тем, что большинство полезных видов: *Ascogaster quadridentatus* Wesn., *Microdus dimidiator* Neess. (Braconidae); *Brachymeria* sp. (Chalcididae), *Itoplectis maculator* F. (Ichneumonidae), *Coccinella septempunctata* L. (Coccinellidae), *Chrysora vulgaris* Sehn (Chrysopidae). и др.—ведут дневной образ жизни, прилет их на источники излучения менее значительный. Поэтому при борьбе с вредными видами с помощью самоловов с ультрафиолетовыми источниками излучения полезные формы будут уничтожаться в меньшем числе, чем при химическом методе борьбы. Однако некоторые группы (Staphilinidae) летят в массовом количестве.

Применение источников излучения позволяет более точно и просто по сравнению с существующими методами определять сроки лёта вредных видов. Например, согласно данным большинства ученых, лёт яблонной плодожорки начинается при сумме эффективных температур +190° (выше среднесуточной 10°), в отдельные годы с некоторыми небольшими отклонениями. На электросвет (обычную лампу накаливания) в 1960 г. яблонная плодожорка прилетала 23 мая при сумме эффективных температур выше 10—114°, а в 1961 г.—3 мая при сумме температур 85,7°. Установление срока вылета яблонной плодожорки позволило Бендерскому пункту сигнализации более точно определить сроки химических обработок, что является решающим с точки зрения борьбы с ней. Применение источников излучения (обычной лампы накаливания) позволяет уже сейчас более точно следить за динамикой лёта основных вредителей садов, виноградников и овощных культур.

Так как ультрафиолетовые лучи привлекают сильнее прочих сумеречных иочных видов насекомых, то источники ультрафиолетового излучения найдут широкое применение на всех пунктах сигнализации, на водоемах для борьбы с вредителями рыбного хозяйства.

## ВЫВОДЫ

Применение ртутных ламп (ПРК-2 и ЭУВ-30) в светоловушках открывает новые возможности для детального изучения энтомофауны Молдавии, сбора редких или трудно собираемых видов (глазчатый и другие виды бражников, стрельчатки, кровососущие насекомые), учета численности массовых вредителей сельского и лесного хозяйства. Практическая значимость применения таких приборов на пунктах сигнализации очевидна. Применение источников ультрафиолетового излучения позволяет более точно и просто по сравнению с существующими методами определять сроки лёта вредных видов в природе (яблонная плодожорка, бражники, совки, коконопряды и др.), изучать динамику их численности.

Ловушки с источниками ультрафиолетового излучения при дальнейшем их усовершенствовании могут быть использованы для борьбы с многими вредителями сельского и рыбного хозяйства. Это относится в первую очередь к наиболее экономически важным видам, борьба с которыми обходится очень дорого и зачастую не дает желаемых результатов (яблонная плодожорка и др.). Перспективны ловушки с вредителями, ведущими скрытый образ жизни в древесине (древесница въедливая, древоточец пахучий) или в почве (медведка), с вредителями рыбного хозяйства.

Дальнейшее усовершенствование электроприборов — подбор источников излучения и более эффективных поражающих устройств, возмож-

но, позволит больше привлекать и уничтожать вредителей сельского хозяйства и сохранять полезные виды.

В основу работы в этом направлении положены исследования Г. А. Мазохина-Поршиякова (Институт биофизики АН СССР). Пользуемся случаем выразить ему искреннюю благодарность за содействие в проведении нашей работы.

## ЛИТЕРАТУРА

- Богуш П. П. Применение световых самоловов как метод изучения динамики численности насекомых. Энтомол. обозр., т. XXXI, вып. 3—4, 1951.
- Жоголев Д. Т. Световые ловушки как метод изучения двукрылых в условиях Средней Азии. Докл. АН СССР, т. 131, № 6, 1960.
- Мазохин-Поршияков Г. А. Ночной лов насекомых на свет ртутной лампы и перспективы использования его в прикладной энтомологии. Зоол. ж., т. 35, вып. 2, 1956.
- Цыпкало В. Л. Древесница въедливая (*Zeuzera pyrina* L.) и ее значение в посадках южных степных лесничеств. Тр. по лесному опыту делу Украинской ССР, вып. IX.
- Чернышев В. Б. Реакция некоторых видов насекомых на различных участках спектра. Зоол. ж., т. 38, вып. 5, 1959.

С. М. ЧЕРНОБРОВИНА, М. И. ЖИГАЛЬЦЕВА

## РЕЗУЛТАТЕЛЕ ПРЕЛИМИНАРЕ АЛЕ АПЛИКЭРИЙ АПАРАТЕЛОР ЕЛЕКТРИЧЕ ҮН ГРЭДИНИЛЕ МОЛДОВЕЙ

### Резумат

Се дескрипции принципиул, каре а фост ынтребуинцат де Институтул де енержетикэ ши аутоматикэ ал АШ дин РССМ ын инсталацииле экспериментале пентру атражеря инсектелор дэунэтоаре ын амург. Се дэ методика черчетэрилор, ынфэлтиите ку ажуторул инсталациилор де диферите радиаций ультравиолете ши үнеле чифре деспре атражеря инсектелор дэунэтоаре де радиация ультравиолетэ, прекум ши үнеле рекомандаций деспре фолосиря ачестор инсталаций ла пунктеле де сигнализаре.

И. С. ЯКОВЛЕВ

## О ПРИРАЩЕНИИ МУТНОСТИ ПО ДЛИНЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ВСЛЕДСТВИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ ВОДЫ И РАЗМЫВА РУСЛА

При изучении режима взвешенных наносов на значительно длинных участках оросительных каналов необходимо учитывать приращение мутности по длине канала, происходящей за счет постепенного уменьшения расхода воды в канале вследствие фильтрационных потерь и за счет размыва русла. Такое явление можно наблюдать только в каналах, где водный поток не насыщен взвешенными наносами.

В водном потоке, насыщенном взвешенными наносами, тоже может происходить приращение мутности только за счет относительного увеличения самых мелких фракций наносов, которыми водный поток почти всегда недостаточно насыщен.

Допустим, что мы имеем оросительный канал значительной длины с расходами в начале и конце  $Q_0$  и  $Q_1$ . Мутность в начале канала —  $\rho_0$ . Водный поток в канале не насыщен взвешенными наносами. Выясним, какая мутность воды должна быть в конце канала.

Если водный поток в канале не насыщен взвешенными наносами, тогда находящиеся в нем взвешенные наносы не должны осаждаться и их соответствующие расходы в начале и конце канала должны быть одинаковыми, т. е.

$$Q_0 \rho_0 = Q_1 \rho_1. \quad (1)$$

Из этой зависимости может быть определено значение мутности в конце канала:

$$\rho_1 = \frac{Q_0}{Q_1} \rho_0 = \frac{1}{\eta} \rho_0, \quad (2)^1$$

где  $\eta$  — к.п.д. канала.

Зависимость (2) показывает, что в не насыщенном взвешенными наносами водном потоке мутность на всем протяжении канала будет непрерывно увеличиваться за счет уменьшения расхода воды по длине канала вследствие фильтрационных потерь воды.

Из зависимости (2) следует:

$$1) \text{ если } \rho_0 - \eta \rho_1 = 0, \quad (3)$$

то увеличение мутности по длине канала происходит только вследствие фильтрационных потерь воды;

2) если

$$\rho_0 - \eta \rho_1 < 0, \quad (4)$$

то увеличение мутности по длине канала происходит за счет постепенного уменьшения расхода воды вследствие фильтрационных потерь и размыва русла;

3) если

$$\rho_0 - \eta \rho_1 > 0, \quad (5)$$

то происходит уменьшение мутности по длине канала, так как водный поток перенасыщен взвешенными наносами.

По зависимости (3) можно определить приращение мутности, происходящее за счет уменьшения расхода воды вследствие фильтрационных потерь воды:

$$\rho_\eta = \rho_1 - \rho_0 = \rho_0 \eta^{-1} - \rho_0 = \rho_0 (\eta^{-1} - 1). \quad (6)$$

Исходя из этой зависимости, можно написать:

$$\rho_1 = \rho_0 + \rho_\eta. \quad (7)$$

Если имеется приращение мутности и за счет размыва русла, тогда мутность в конце канала будет:

$$\rho_a = \rho_0 + \rho_\eta + \rho_p = \rho_1 + \rho_p, \quad (8)$$

откуда определяется величина приращения мутности за счет размыва русла:

$$\rho_p = \rho_a - \rho_1 = \rho_a - \eta^{-1} \rho_0. \quad (9)$$

Из зависимостей (6) и (9) следует, что суммарное приращение мутности в конце канала вследствие фильтрационных потерь воды и размыва русла равно:

$$\rho_c = \rho_\eta + \rho_p = \rho_a - \rho_0. \quad (10)$$

По зависимостям (6), (9) и (10) можно определить соответствующие проценты приращения мутности в конце канала.

Процент приращения мутности, происходящей за счет уменьшения расхода воды по длине канала вследствие фильтрационных потерь, определяется по зависимости:

$$k_\eta = \frac{100 \rho_0 (\eta^{-1} - 1)}{\rho_0} = 100 (\eta^{-1} - 1). \quad (11)$$

Процент приращения мутности, происходящей вследствие размыва русла, определяется по зависимости:

$$k_p = \frac{100 (\rho_a - \eta^{-1} \rho_0)}{\rho_0} = 100 (\rho_a \rho_0^{-1} - \eta^{-1}). \quad (12)$$

Процент суммарного приращения мутности, происходящей за счет уменьшения расхода воды по длине канала вследствие фильтрационных потерь и размыва русла, определяется по зависимости:

$$k_c = k_\eta + k_p = \frac{100 (\rho_a - \rho_0)}{\rho_0} = 100 (\rho_a \rho_0^{-1} - 1). \quad (13)$$

<sup>1</sup> Зависимость (2) и ее вывод широко известны.

Подтверждением изложенного выше могут служить специально поставленные опыты по изучению изменения мутности по длине оросительных каналов [1]. Это же явление широко известно на оросительных системах средней части Аму-Дарьи.

Из головных отстойников этих систем выходит мутность 1,0—1,5 кг/м<sup>3</sup>, а до голов хозяйственных выделов приходит мутность около 1,5—2,5 кг/м<sup>3</sup> при отсутствии видимого размыва русел магистральных и межхозяйственных каналов.

Когда водный поток будет насыщен взвешенными наносами, то при постепенном уменьшении расхода воды по длине канала должно происходить осаждение взвешенных наносов соответственно изменению расхода воды.

Если принять, что взвешенные в потоке наносы осаждаются только из объема фильтрующейся в грунт воды, тогда баланс взвешенных наносов на участке канала можно представить зависимостью (1) с введением в ее правую часть члена, учитывающего осаждение<sup>2</sup>.

Следовательно, баланс взвешенных наносов на участке канала будет определяться зависимостью:

$$Q_0 \rho_0 = Q_1 \rho_0 + \rho_0 S, \quad (14)$$

где  $S$ —расход фильтрационных потерь воды.

Учитывая, что  $S=Q_0-\eta Q_0$ , получим:

$$Q_0 \rho_0 = Q_1 \rho_0 + Q_0 \rho_0 (1-\eta). \quad (15)$$

или

$$Q_0 \rho_0 = Q_1 \rho_0 + Q_0 \rho_0 (1-\eta). \quad (16)$$

Первый член правой части этой зависимости учитывает транзитный расход взвешенных наносов, а второй—расход осаждаемых наносов.

Расход осаждаемых в потоке наносов будет равен:

$$\Delta W = Q_0 \rho_0 (1-\eta). \quad (17)$$

Из этой зависимости следует, что расход осаждающихся в потоке наносов обратно пропорционален коэффициенту полезного действия канала.

К.п.д. канала можно представить зависимостью:

$$\eta = (1 - 0,01 A n l Q_0^{-n})^{\frac{1}{n}}, \quad (18)$$

где  $A$  и  $n$ —параметры в формуле удельных фильтрационных потерь воды ( $\sigma = A Q^{-n}$ —для данных условий),  $l$ —длина участка канала от начала до рассматриваемого сечения.

Подставляя значение  $\eta$  в зависимость (17), получим:

$$\Delta W_l = Q_0 \rho_0 \left[ 1 - (1 - 0,01 A n l Q_0^{-n})^{\frac{1}{n}} \right]. \quad (19)$$

Определяя  $\Delta W$  для различных значений  $l_i$ , получим расход осаждаемых из насыщенного потока наносов в зависимости от длины участка и параметров канала  $A$  и  $n$ , характеризующих фильтрационные потери.

<sup>2</sup> Осаждение наносов будет, конечно, отставать от изменения расхода воды по длине канала.

## ВЫВОДЫ

В оросительных каналах, водный поток которых не насыщен взвешенными наносами, увеличение мутности может происходить за счет уменьшения расхода воды вследствие фильтрационных потерь ( $\rho_f$ ) и за счет размыва русла ( $\rho_r$ ). Значения  $\rho_f$  и  $\rho_r$  определяются по зависимостям (6) и (9), а суммарное их значение—по зависимости (10).

Если водный поток в оросительных каналах будет насыщен взвешенными наносами, то постепенное уменьшение расхода воды по их длине обусловит собой осаждение взвешенных наносов соответственно изменению расхода воды. Объем осаждающихся наносов можно определить по зависимости (19).

## ЛИТЕРАТУРА

- Саваренский А. Д., Левановский Л. Б. Полевые исследования деформаций русел каналов в низовьях Аму-Дарьи. Труды Арабо-Каспийской комплексной экспедиции, вып. VII. М., 1956.

И. С. ЯКОВЛЕВ

ДЕСПРЕ КРЕШТЕРЯ ТУЛБУРЕЛЕЙ ЫН ЛУНГУЛ КАНАЛЕЛОР  
ДЕ ИРИГАЦИЕ ДИН КАУЗА ПЕРДЕРИЛОР ДЕ АПЭ  
ПРИН ФИЛТРАЦИЕ ШИ А СУРПЭРИЙ АЛБИЕЙ

## Резумат

Ын каналеле де иригация, курентул де апэ ал кэрора ну есте сатурат де депунеръ де суспенсие, тулбуряла поате креште ын урма микшорэрий дебитулуй де апэ (пердеръ прин филтраціе) ши ын урма сурпэрий албиеј. Ын артикол се дау формуле пентру детерминаря канитативэ а ачестор феномене.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Н. Б. Рекант, М. К. Болога.</i> Оптические характеристики электрополированного и анонированного алюминия и некоторые особенности оксидной пленки . . . . .	3
<i>В. В. Сластихин.</i> О характере двухкомпонентных ливневых потоков на склонах Молдавии . . . . .	12
<i>В. С. Коротнян, Р. А. Эрион.</i> Рациональные схемы внутриколхозных сетей с учетом перспектив роста бытовых нагрузок . . . . .	17
<i>А. Г. Иваненко.</i> К вопросу исследования редукции ливневых осадков по площади . . . . .	24
<i>Г. М. Левин.</i> О влиянии инерции подвижной системы гальванометра на правильность определений темпа охлаждения тел . . . . .	29
<i>С. М. Чернобровина.</i> Некоторые данные об электроприборах, применяемых в области защиты растений от летающих форм вредителей сельского хозяйства . . . . .	38
<i>Г. В. Чалый, Б. М. Бутенко.</i> Автоматизация линий по переработке томатов . . . . .	45
<i>С. М. Чернобровина, М. И. Жигальцева.</i> Предварительные результаты применения электроприборов в садах Молдавии . . . . .	66
<i>И. С. Яковлев.</i> О приращении мутности по длине оросительных каналов вследствие фильтрационных потерь воды и размыка русла. . . . .	74

ИЗВЕСТИЯ  
АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР  
№ 9 (1962)

Редактор *Б. Г. Сыров*  
Художественный редактор *В. Л. Пленцковский*  
Технический редактор *С. А. Полонский*  
Корректор *Н. М. Фишер*

Сдано в набор 23.VII 1962 г.      Подписано к печати 8.X 1962 г.  
Формат бумаги 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>      Печ. л. 6,85+1 вкл.      Уч. изд. л. 6,48  
АБ06381.      Тираж 500 экз.      Заказ № 522.      Цена 45 коп.

Издательство «Штиинца» Академии наук Молдавской ССР  
Кишинев, проспект Ленина, 1

Типография издательства «Штиинца». Кишинев, Куйбышевский пер., 17.