МИНИСТЕРСТВО ПЛОДООВОЩНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ГИПРОНИСЕЛЬПРОМ

РЕКОМЕНДАЦИИ

по проектированию теплиц для Сибири и дальнего Востока

Утверждены
Министерством плодоовощного
хозяйства СССР
"22" марта 1985 г.

Орел 1985 г.

gost.e-ecolog.ru

"Рекомендации по проектированию теплиц для Сибири и Дальнего Востока" разработаны Всесоюзным центральным научно-исследовательским и проектным институтом "Типронисельпром" в развитие главы СНиП 2.10.04-84 "Теплицы и парники" и ОНТП-СХ.-10-81" Общесоюзные нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады."

"Рекомендации" предназначены для проектировщиков, занимающихся привязкой и разработкой проектов тепличко-овощных комбинатов в Сибири и Дальнем Востоке.

"Рекомендации..." разработаны инженерами А.А. Косниным, В.М. Нестеренко; агр. В.М. Петренко; канд. техн. наук Н.А. Нестругиным, В.И. Горезой; инж. В.П. Горшениным и канд. техн. наук В.П. Шарупичем.

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
	Введение	4
I.	Общие положения	7
2.	Зонирование территории Сибири и Дальнего Востока по комплексу метеофакторов	7
3.	Технологическое проектирование теплиц в зонах Сибири и Дальнего Востока	I2
4.	Рекомендации по объемно-планировочным и конструктивным решениям теплиц	I6
5.	Теплотехнический расчет теплиц с теплозащитным экраном в Сибири и на Дальнем Востоке	29
6.	Рекомендации по применению систем досвечивания и уточнению норм облученности для световых зон Сибири и Дальнего Востока	45
	П р и л о ж е н и я	53

В В Е Д Е Н И Е

Эксплуатирующиеся в обширных районах Сибири и Дальнего Востока теплицы по своему объемно-планировочному и конструктивному решению приняты в соответствии с действующими типовыми проектами, разработанными для Европейских районов страны, и в основном удовлетворяют требованиям технологии производства.

Однако, проекты существующих теплиц в некоторых районах требуют доработки с учетом специфики природно-климатических условий. До настоящего времени на практике не применяют типовые решения теплиц с расчетными характеристиками наиболее холодных суток -45° - 50°С и ниже.

Теплицы в этих районах строят по индивидуальным проектам, при разработке которых местные проектные организации механически переносят на Север общепринятые принципы строительства теплиц, оправдавших себя в Центральных и Южных районах страны.

Для решения задач размещения и проектирования защищенного грунта в обширных районах Сибири и Дальнего Востока в Гипрониисельпроме выявлены зоны с максимальным потреблением тепличной продукции и объема предстоящего строительства, увязанные со строительно-климатологическим районированием.

Для определения объемов строительства принята потребная норма теплиц на одного человека, равная 0,6 $м^2$, т.е. такая площадь, которая позволяет обеспечить медицинскую норму потребления овощей (15-17 кг. на одного человека с марта по июль), т.к. из открытого грунта в даже сравнительно благоприятных климатических условиях этого региона овощи получают в конце июля-начале августа. Исходя из этого, общая потребность в овощных теплицах для данного региона составляет около 1684 га или: по Западно-Сибирскому району - - 7,44 га, по Восточно-Сибирскому - 456 га и Дальневосточному - - 484 га.

Однако, в каждом из вышеперечисленных экономических районов население сосредоточено весьма неравномерно: к наиболее освоенным районам относятся южные. Для крупных городов Сибири с населением 100 тыс. человек и более потребность в зимних теплицах составляет 696 га или около 48% общей потребности для данного региона. Из этого количества в зонах с расчетными температурами до -40°С потребность в теплицах составляет 136 га; с температурами -40°-45°С - 462 га:, с температурами - 45-55°С - 39 га.

Анализ общей потребности в теплицах в наиболее крупных городах Сибири и Дальнего Востока с точки зрения снеговых нагрузок показывает, что в зонах со снеговыми нагрузками до 10 кг/м^2 предстоит построить 97,1 га (около 16%); 15 кг/м^2 - 267,6 га (43%); 20 кг/м^2 - - 220,7 га (36%); 40 кг/м^2 - 34,8 га (5%). С точки зрения вечной мерзлоты около 548,6 га предстоит построить в зонах без вечной мерзлоты, 98,4 га - в зонах, где отмечается островное распространение вечномерзлых грунтов; 49,9 га - в зонах с вечномерзлыми грунтами или соответственно 78,7%, 14,1% и 7,2%. Основной отличительной особенностью зон Сибири являются значительные колебания расчетной температуры наиболее холодных суток, т.е. температура, на которую производится расчет мощности системы отопления и которая в пределах региона составляет 40-60°С.

Как показал расчет, основной объем (около 87%) строительства будет сосредоточен в зонах с расчетными температурами наиболее холодных суток - 40-50°С.

В настоящее время только две зоны с расчетной температурой - 40°С обеспечены типовыми проектами, что составляет около 11- - 15% предполагаемых объемов строительства. Опыт строительства и эксплуатации блочных теплиц в Усть-Каменогорске и Свердловске дает основание для расширения зоны действия блочных теплиц. С этой целью необходимо провести научные обоснования и разработку экспе-

риментального проекта блочной теплицы для зон Сибири со снеговой нагрузкой 20 кг/м^2 и расчетной температурой - 45^{0}С, что позволит увеличить обеспеченность типовыми проектами на 40% предлагаемые объемы строительства.

Значительно удовлетворяется потребность в типовых проектах для Сибири и Дальнего Востока при разработке проекта-теплицы с расчетными праметрами наиболее холодной однодневки - 50^{0}С, снеговой нагрузки 20 кг/м^2 и скоростным напором ветра 45 кг/м^2. Такой проект позволит удовлетворить потребность в типовых проектах Сибири и Дальнего Востока. В зонах с расчетными температурами - 55-60^{0}С, снеговой нагрузкой 40 кг/м^2 и скоростным напором ветра, превышающем 45 кг/м^2, строительство промышленных теплиц ограничено, составляет около 10% общей потребности и может осуществляться по индивидуальным проектам или проектам повторного применения.

Технико-экономические расчеты, выполненные в Гипронисельпроме, показывают, что строительство ТОК из зимних остекленных теплиц в зонах с вечномерзлыми грунтами, экономически нецелесообразно, из-за их высокой стоимости, достигающей 1200-1500 руб/м^2. В будущем в зонах с вечномерзлыми грунтами необходимо ориентироваться на строительство пленочных теплиц, допускающих значительные неравномерные осадки фундаментов.

Выполненные технико-экономические сравнения пяти типов теплиц для зоны с расчетной температурой - 50^{0}С показали, что наиболее перспективными могут быть ангарные теплицы с теплозащитными экранами.

Основой для разработки "Рекомендаций" послужили результаты проведенных исследований с учетом специфических природно-климатических условий Сибири и Дальнего Востока, а также обобщенный опыт эксплуатации тепличных комбинатов, построенных в этих районах.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие "Рекомендации" содержат положения по зонированию территории Сибири и Дальнего Востока, технологическому проектированию, объемно-планировочным и конструктивным решениям, проектированию системы отопления и системы досвечивания растений.

I.2. При проектировании теплиц для Сибири и Дальнего Востока, кроме настоящих "Рекомендаций", следует руководствоваться указаниями соответствующих глав СНиП и других действующих нормативных документов.

II. ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ПО КОМПЛЕКСУ МЕТЕОФАКТОРОВ

2.I. Строительно-климатические факторы, учитываемые при проектировании и строительстве культивационных сооружений, в пределах территории Сибири и Дальнего Востока разнообразны и изменяются в широком диапазоне. Они в значительной степени определяют распространение теплиц разных типов по данной территории.

2.2. Районирование территории СССР по отдельным климатическим факторам приведено в "Рекомендациях по районированию строительства теплиц с учетом комплекса метеофакторов", разработанных Гипроисельпромом в 1977 году.

2.3. Средняя температура наиболее холодных суток Сибири и Дальнего Востока колеблется от -I5°С до 65°С, причем, самую высокую температуру имеют юго-восточные районы данной территории, а самую низкую - центральные районы, расположенные на Дальнем Востоке.

2.4. Нормативный скоростной напор ветра в пределах территории Сибири и Дальнего Востока изменяется от 27 кг/м^2 до I00 кг/м^2.

Наибольшая ветровая нагрузка наблюдается на побережье морей Тихого и Северного Ледовитого океанов, постепенно уменьшаясь к центру района. Самая низкая ветровая нагрузка - в районах, распо-

ложенных в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.

2.5. По снеговой нагрузке территория Сибири и Дальнего Востока разделена на четыре района. Значения снеговой нагрузки для I района - 10 кг/м^2; II-15 кг/м^2: III - 20 кг/м^2 и IУ-40 кг/м^2. Наибольшая снеговая нагрузка наблюдается на побережье морей Тихого океана. На побережье морей Северного Ледовитого океана, вследствие недостаточности информация, границы районов не установлены.

2.6. На территории Сибири и Дальнего Востока по объемам снеговой нагрузки за зиму выявлено семь районов, а их границами служат изолинии с объемами снегопереноса 100, 200, 400, 600, 1000 и 1500 м^3/пог.м.

Общей закономерностью распределения объемов переносимого при мете лях снега является то, что при движении с севера на юг от зоны тундры объемы переносимого снега сначала уменьшаются, а затем при выходе из лесной защищенной зоны увеличиваются.

2.7. Суточные объемы снегопереносов в Сибири и Дальнем Востоке изменяются от 2 до 10 м^3/пог.м., а в отдельных районах до 30 м^3/пог.м.

Территория юга Западной и Восточной Сибири характеризуется интенсивными снегопереносами, местами объем переносимого снега за сутки здесь превышает 10 м^3/пог.м.

2.8. Распространение вечномерзлых грунтов во многих районах Сибири и Дальнего Востока является одной из важнейших особенностей природно-климатических условий. Вечномерзлые грунты при сохранении отрицательной температуры являются достаточно прочными и устойчивыми природными образованиями. При протаивании вечномерзлых грунтов в основаниях культивационных сооружений, как показывает практика строительства, возникают значительные, часто совершенно недопустимые деформации фундаментов и каркаса сооружений. Это приводит к преждевременному разрушению теплиц. За гра-

нищу распространения вечномерзлых грунтов принята линия, разграничивающая островную и сплошную мерзлоту разной мощности.

2.9. В Сибири и Дальнем Востоке имеются районы, подверженные сильным землетрясением. Сейсмические зоны расположены преимущественно вдоль южных и восточных границ данной территории.

2.10. По комплексу строительно-климатических факторов, учитываемых при проектировании и строительстве культивационных сооружений, территория Сибири и Дальнего Востока разбивается на минимально возможных семь зон (рис. I):

I зона - районы распространения действующих типовых проектов блочных теплиц со средней температурой наиболее холодных суток - - 40°С, снеговой нагрузкой 15 кг/м^2, скоростным напором ветра 45 кг/м^2, отсутствием вечномерзлых грунтов. К этой зоне относятся : часть Тюменской, Омской областей, Алтайского, Хабаровского, Приморского краев и Амурской области;

II зона - районы распространения ангарных теплиц со средней температурой наиболее холодных суток - 40°С, снеговой нагрузкой 20 кг/м^2, скоростным напором ветра 45 кг/м^2, отсутствием вечномерзлых грунтов, к которым относятся: часть Алтайского, Хабаровского, Приморского краев и Амурокой области;

III зона - районы со средней температурой наиболее холодных суток - 45°С, снеговой нагрузкой 20 кг/м^2, скоростным напором ветра 45 кг/м^2, отсутствием вечномерзлых грунтов. К этим районам относятся: часть Тюменской, Омской, Кемеровской областей, Ханты-Мансийского национального округа, Томской области, Хакасской автономной области, Новосибирская область, часть Красноярского, Хабаровского краев, Бурятской АССР, Читинской и Амурской областей;

IУ зона - районы со средней температурой наиболее холодных суток - 50°С, снеговой нагрузкой 15 кг/м^2, скоростным напором ветра 45 кг/м^2, с наличием и без наличия вечномерзлых грунтов. К

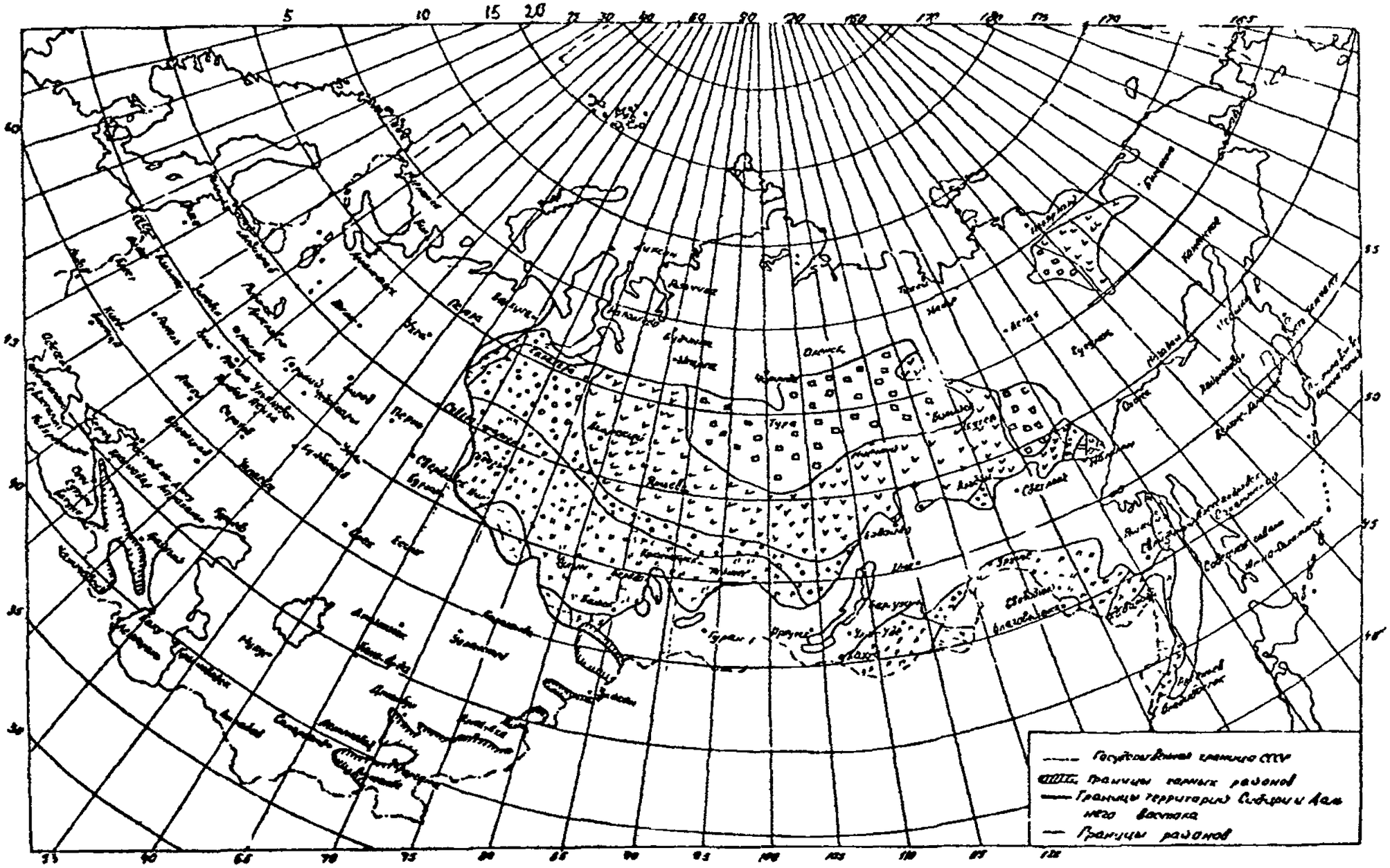

Рис.1. Зонирование территорий Сибири и Дальнего Востока по комплексу метеофакторов

— I зона; — II зона; — III зона; — IV зона.

этой зоне относятся: часть Ханты-Мансийского, Ямало-Ненецкого национальных округов, Красноярского края, Томской, Читинской областей, Якутской АССР и Хабаровского края;

У зона - районы со средней температурой наиболее холодных суток - 55°С, снеговой нагрузкой I5 кг/м^2, скоростным напором ветра 45 кг/м^2, с наличием и без наличия вечномерзлых грунтов, к которым относятся: часть Ханты-Мансийского, Ямало-Ненецког национальных округов, Томской области, Красноярского края, Якутской АССР и Чукотского национального округа;

УI зона - районы со средней температурой наиболее холодных суток - 55°С, снеговой нагрузкой 40 кг/м^2, скоростным напором ветра 55 кг/м^2, с наличием и без наличия вечномерзлых грунтов, К этим районам относятся: часть Ханты-Мансийского, Ямало-Ненецкого национальных округов, Якутской АССР, Хабаровского края и Читинской области;

УП зона - районы со средней температурой наиболее холодных суток - 60°С, снеговой нагрузкой I5 кг/м^2, скоростным напором ветра 45 кг/м^2, с наличием и без наличия вечномерзлых грунтов. К этой зоне относятся: часть Красноярского края и Якутской АССР.

Характеристики выявленных зон представлены в таблице I.

Таблица I

Характеристики зон по комплексу метеофакторов

Зона	Температура наиболее холодных суток, - °С	Снеговая нагрузка, кг/м^2	Скоростной напор ветра, кг/м^2	Наличие типовых проектов
I	40	I5	45	8I0-I-6.83
II	40	20	45	8I0-95
III	45	20	45	Нет

Продолжение табл. I

Зона	Температура наиболее холодных суток, $-^{o}C$	Снеговая нагрузка, $кг/м^2$	Скоростной напор ветра, $кг/м^2$	Наличие типовых проектов
IУ	50	I5	45	то же
У	55	I5	45	-"-
УI	55	40	55	-"-
УП	60	I5	45	-"-

2.II. Территория Сибири по притоку суммарного интегрального оптического излучения (СИОИ) на открытую горизонтальную поверхность и фотосинтетически активной радиации (ФАР) в теплицах в декабре и январе размещена во всех световых зонах.

Деление территории Сибири и Дальнего Востока на световые зоны дано в таблице 2.

Ш. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛИЦ В ЗОНАХ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

3.I. Основными документами, регламентирующими технологическое проектирование тепличных комбинатов в зонах Сибири и Дальнего Востока, являются "Нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады" ОНТП-СХ. I0-8I и "Рекомендации по технологии промышленного производства овощей в зимних и пленочных весенних теплицах".

3.2. Основные требования при технологическом проектировании теплиц, предназначенных для промышленного производства:

- внедрение наиболее рациональных культурооборотов, позволяющих максимально использовать культивационное сооружение в течение всего года;

-использование соответствующих условиям производства сортов и гибридов овощных культур - высокоурожайных, устойчивых к болезням, требующих меньших затрат на уход и обеспечивающих максимальную производительность;

Таблица 2

Деление территории Сибири и Дальнего Востока по широтам и световым зонам страны

Край, область автономная республика	Световые зоны и широты, в ^{0}							
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII
	60... 80	60... 68	53... 65	52... 54	45... 54	44... 51	42- 49	42- 46
Тюменская область			+	+				
			.	.				
Омская область			+	+	+			
Томская область			.	.	.			
			+	+				
Новороссийская обл.			.	.				
			+	+	+			
Кемеровская обл.			.	.	.			
				+	+			
Алтайский край				.	.	+		
					+	.		
Красноярский край	+	+	+	+	+			
	.	.	.	.	.	+		
Тувинская АССР						.		
Иркутская обл.			+	+	+			
			.	.	.	+		
Бурятская АССР			+	+	+			
			.	.	.	.	+	
Читинская обл.			+	+	+	+		
			.	.	.	.	+	
Амурская обл.					+	+		
					.	.	+	+
Хабаровский край			+	+	+	+		
			.	.	.	.	+	+
Приморский край							.	.
Магаданская обл.		+	+					
		.	.					
Якутская АССР	+	+	+					
	.	.	.					
Камчатская обл.		+	+	+	+			
		.	.	.	.			
Чукотский Авт. окр.	+							
Сахалинская обл.	.				+	+	+	+
					.	.	.	.

- способ выращивания рассады непосредственно на поверхнос грунта (без стеллажей) при досвечивании с обязательной расстанс кой;

- бессменное использование грунтов при ежегодной термичес кой обработке-пропаривание и использование научно-обоснованной темы питания растений;

- замена органических подкормок минеральными, вносимыми с поливной водой через систему дождевания;

- организация агрохимического обслуживания, обеспечивающе на основании анализов определение норм, сроков и форм вносимых удобрений;

- создание службы защиты растений;

- широкое применение механизации и автоматизации.

3.3. При строительстве теплиц в районах с вечной мерзлото следует предусматривать выращивание овощей на почвосмесях или их заменителях, размещаемых на стеллажах или в лотках, с обязательным подстеллажным или подлотковым обогревом. Все другие приемы г выращиванию растений такие, как и при обычных условиях.

3.4. Одним из перспективных видов почвосмесей для Сибири и Дальнего Востока являются смеси, включающие отходы деревообраба вающей промышленности (опилки, кора, мелкая стружка).

3.4.I. Технология компостирования древесной коры заключает ся в следующем : дробленую кору с фракцией до I0 мм раскладывают на площадке слоем 20-50 мм; вносят минеральные удобрения из расч та 2% азота и 0,25% P_2O_5 на тонну сухой коры.

3.4.2. Массу перемешивают бульдозером и формируют в бурты высотою 2-2,5 м. Бурты закладывают в теплый период года и поддер живают в нем влажность 60-75%. Началом процесса компостирования является увеличение температуры массы бурта до 40-60°С. Спустя 30-35 дней компост перемешивают и выдерживают при таком же режи-

ме в течение четырех месяцев. За период компостирования убыль сухого вещества составляет около 30%.

3.4.3. Компосты из коры применяют для улучшения тепличных грунтов в дозе 300-400 т/га, что способствует увеличению содержания органического вещества на 8-I0%, уменьшению плотности на 0,I0- - 0,I5 г/см^3, увеличению общей порозности на 5-7%, порозности аэрации на 8-I0%.

3.4.4. В начальный период вегетации (до 2 месяцев) в первый год применения компостов необходимо тщательно следить за содержанием азота и калия в грунте и своевременно применять азотные подкормки. Через 2 недели после посадки проводят анализ на содержание азота и подкормками доводят его до уровня нормального - - I30 мг/л. В феврале-марте соотношение *N*: К в подкормках должно быть I:2, при этом следует поддерживать нормальный уровень (*N* 80-I30 мг/л и К-I0-I70 мг/л). С конца апреля снижают уровень *N* и К до умеренного (*N* 60-80, К-80-I00 мг/л).

В мае-июне отношение *N* : К в подкормах следует поддерживать I:I.

3.4.5. При применении компостов из коры необходимо тщательным образом следить за влажностью грунта, так как усиливается водопроницаемость и может наблюдаться пересыхание грунтов.

3.4.6. Урожайность огурца, выращиваемого на компостированной коре, для оценки объема производства целесообразно принимать на 7 кг/м^2 выше, чем в действующих "Нормах технологического проектирования".

3.5. При выращивании огурцов и томатов на питательных почвосмесях необходимо строго следить за их состоянием, чтобы они отвечали требованиям, предъявленным к тепличным грунтам, в соответствии с ОНТП-СХ. I0-8I(п. 5.I).

3.6. Гидропонный способ выращивания позволяет лучше вести контроль за температурно-влажностным режимом, питанием и облученностью растений.

3.7. Для увлажнения воздуха необходимо в теплице предусматривать тонкодисперсное распыление тепловой воды над верхними листьями растений.

3.8. Применение ядохимикатов и приготовление их растворов для борьбы с вредителями и болезнями растений, обработка теплиц, инвентаря, оборудования и обеззараживание одежды после работы с ядохимикатами производить в соответствии с "Санитарными правилами организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию" и "Санитарными правилами по хранению, транспортировке и применению ядохимикатов в сельском хозяйстве".

Перечень и нормы расхода ядохимикатов принимать согласно "Списку химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, разрешенных для применения в сельском хозяйстве" и ежегодным дополнениям к нему, утвержденным МСХ СССР и согласованным с Минздравом СССР.

После каждого оборота растения обеззараживают и удаляют, а почву и почвозаменители подготавливают к следующему обороту.

3.9. В Сибири и на Дальнем Востоке при выращивании культуры огурца рекомендуется использовать партенокарпические сорта и гибриды как более высокоурожайные и менее трудоемкие.

IУ. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫМ И КОНСТРУКТИВНЫМ РЕШЕНИЯМ ТЕПЛИЦ

4.I. В соответствии с выполненным зонированием районов Сибири и Дальнего Востока и технико-экономическими обоснованиями для данного региона рекомендуются следующие типы культивационных сооружений (табл. 3).

Таблица 3

Основные типы культивационных сооружений по зонам Сибири и Дальнего Востока

Зона	Характеристика зимних теплиц
I	Блочные теплицы на базе т.п. 8IO-I-6.83
II	Блочные теплицы с усиленным подкровельным обогревом
	Ангарные теплицы на базе т.п. 8IO-95
III	Ангарные теплицы на базе т.п. 8IO-95
	I. Для обычных грунтов:
	Ангарные теплицы, разработанные Гипронисельпромом на стадии проекта для данной зоны
IУ	Блочные теплицы с усиленным каркасом, подкровельным обогревом
	2. Для вечномерзлых грунтов:
	Зимние пленочные теплицы с двойным ограждением
	I. Для обычных грунтов:
У	Ангарные теплицы, разработанные Гипронисельпромом на стадии проекта для зоны $t_н$ = - 50°С, с корректировкой проекта
	2. Для вечномерзлых грунтов
	Зимние пленочные теплицы с двойным ограждением, разработанные Гипронисельпромом
УI	Индивидуальные проекты и повторного применения при технико-экономическом обосновании
УII	Индивидуальные проекты и проекты повторного применения. Зимние пленочные теплицы с двойным ограждением

Примечание. На вечномерзлых грунтах остекленные зимние теплицы рекомендуется строить с устройством проветриваемого подполья.

4.2. Для блочных теплиц следует принимать основные габаритны схемы, заложенные в т п. 8IO-I-6.83, для ангарных теплиц в соответ ствии с оптимальными параметрами, представленными в таблице 4.

Таблица 4

Оптимальные строительные параметры зимних ангарных теплиц

Параметры теплиц	Значения параметров, м
Пролет теплиц	I8
Шаг рам	6
Расстояние между прогонами	I,45-2,I
Расстояние между шпросами	0,56-0,86
Высота до низа несущих конструкций	2,7
Высота ригеля рамы	I - I,2
Сетка свайного поля	6x6
Расстояние между теплицами	6

4.3. Для оценки объемно-планировочных решений ангарных теплиц на стадии вариантного проектирования по расходу материалов и приведенным затратам на каркас теплицы построены графики, позволяющие определять значения оптимальных строительных параметров (рис. 2-5).

4.4. Расход металла и приведенные затраты на металлический каркас теплицы на стадии вариантного проектирования определяются по формулам:

$$G_K = \frac{0,046\,K_{огр}}{C}\left(q_w^H C \cdot B^3\right)^{0,418} + \frac{1,624\,K_{огр}}{B}\,\ell g\left(q_n^H B a^3\right) -$$

$$- \frac{4,33\,K_{огр}}{B} - 1,86 + 0,0041\,q_p^p + 0,147\,L - 0,00008\,q_p^p L +$$

$$+ \frac{6}{a} - \frac{0,000934\,q_p^p}{a} + \frac{0,451\,L}{a} + \frac{0,0007\,q_p^p L}{a}\ ; \qquad (1)$$

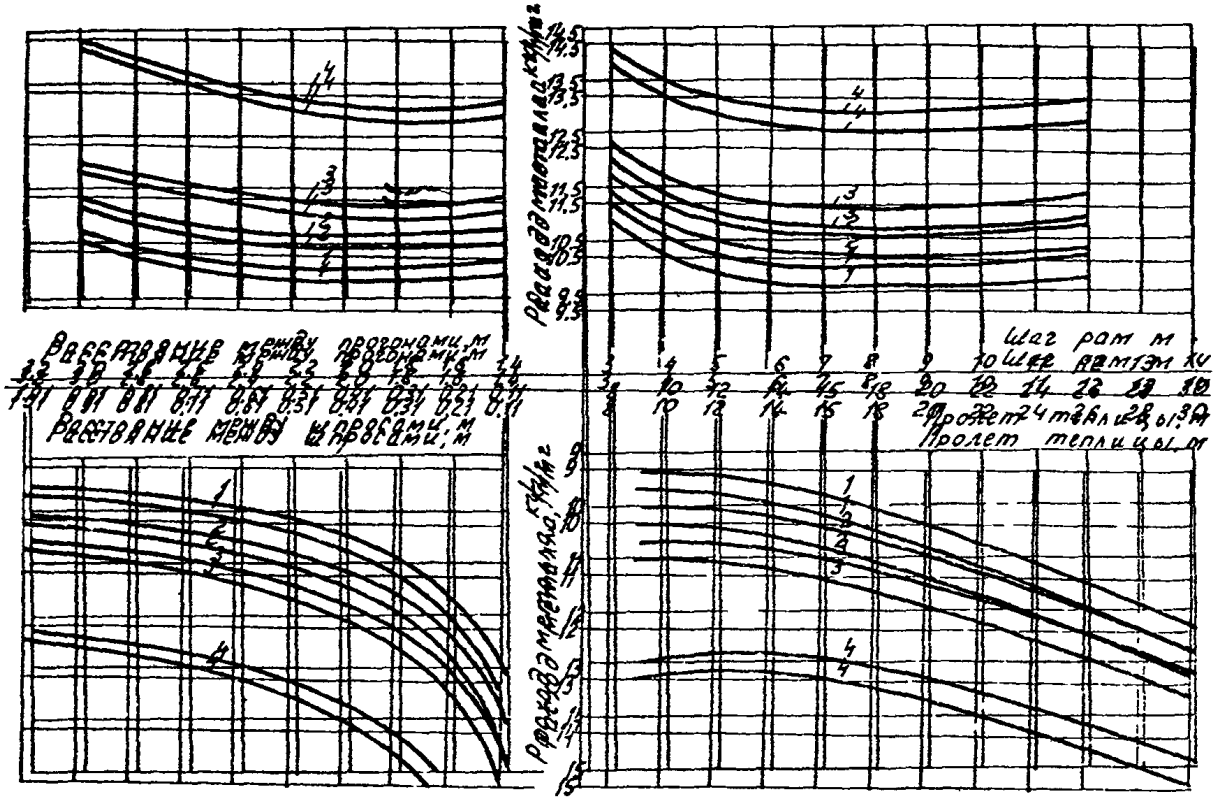

Рис. 2. Графики для определения расхода стали на металлический каркас теплицы в зависимости от строительных параметров соответственно для I, II, III и IV снеговых районов.

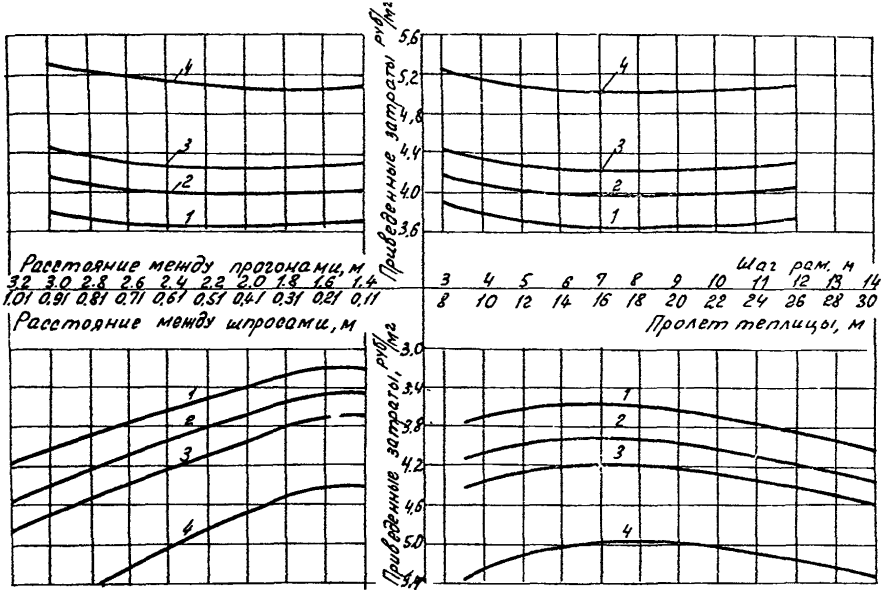

Рис 9. Графики для определения приведенных затрат на металлический каркас теплицы в зависимости от строительных параметров соответственно для 1 2 3 4 снеговых районов

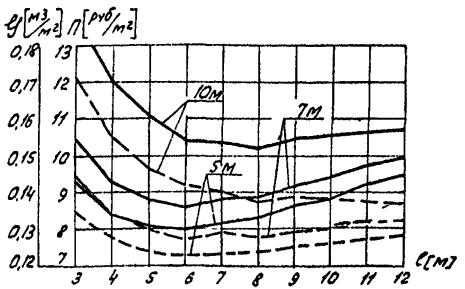

Рис. 4. Графики для определения расхода железобетона и приведенных затрат на цокольную часть теплицы в зависимости от пролета плит или расстояния между сваями в поперечном направлении при их длинах 5, 7, 10 м

——— расход железобетона
— — — — приведенные затраты

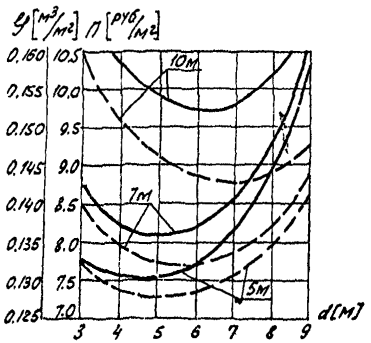

Рис. 5 Графики для определения расхода железобетона и приведенных затрат на цокольную часть теплицы в зависимости от пролета ригелей или шага свай при их длинах 5, 7, 10 м
———— расход железобетона
— — — — приведенные затраты

$$П_к = 0{,}358 K_{огр}\left(c\sqrt{q_р^р}\right)^{0{,}553} + \frac{0{,}0068 K_{огр} Ц_ш}{c}\left(q_ш^н c B^3\right)^{0{,}418} +$$

$$+ \frac{0{,}239 K_{огр} Ц_п}{B} lg\left(q_п^н B a^3\right) - \frac{0{,}637 K_{огр} Ц_п}{B} - 0{,}2734 Ц_р +$$

$$+ 0{,}006 q_р^р Ц_р + 0{,}0216 L Ц_р - 0{,}00001 q_р^р L Ц_р + \frac{0{,}887 Ц_р}{a} -$$

$$- \frac{0{,}00014 q_р^р Ц_р}{a} + \frac{0{,}0663 L Ц_р}{a} + \frac{0{,}00001 q_р^р L Ц_р}{a}, \quad (2)$$

где: $q_ш^н, q_п^н, q_с^р, q_р^р$ – соответственно нормативные и расчетные равномерно распределенные нагрузки на шроссы, прогоны, стекло и рамы;

C – расстояние между шпросами;

B – расстояние между прогонами;

$K_{орг}$ – коэффициент ограждения теплицы;

a – шаг рам;

L – пролет теплицы;

$Ц_ш, Ц_п, Ц_р$ – соответственно стоимость в "деле" I кг металла шпросов, прогонов и рам для района строительства.

4.5. Расход железобетона и приведенные затраты на цокольную часть теплицы определяют по формулам:

$$C_ц = 0{,}0423 e^{0{,}427} + \frac{1}{e(11{,}4153 - 0{,}9595d)} + emd^{-n}; \quad (3)$$

$$П_ц = 0,0044\, Ц_{пл.}\, e^{0,427} + \frac{0,103\, Ц_{риг.}}{e(11,4153 - 0,9535d)} + eK\, Ц_{св} \cdot d^{-n}, \quad (4)$$

где e – пролет плит или расстояние между сваями в поперечном направлении;

d – пролет ригелей или шаг свай;

e, m, n, K – коэффициенты;

$Ц_{пл}, Ц_{риг}, Ц_{св}$ – соответственно стоимость в "деле" I м^3 железобетона плит перекрытия, ригелей и свай для района строительства.

В табл. 5 даны значения коэффициентов m, n, K при различных расстояниях между сваями в поперечном направлении и длинах свай h = 5,7,I0 м. Сечения свай для h = 5,7 м равны 250х250 мм., а для h = I0 м – 300х300 мм.

Коэффициент e в данном случае равен I.

Таблица 5

Значения коэффициентов m, n, K

h,м	e,м	m	n	K
5	3	0,I084	0,8966	0,0I03
То же	4	0,0376	0,920I	0,0083
–"–	5	0,073I	0,922	0,0069
–"–	6	0,064I	0,9507	0,006I
–"–	7	0,0327	0,5277	0,003I
–"–	8	0,03II	0,5844	0,003
–"–	9	0,0305	0,578	0,0029
–"–	I0	0,0205	0,3652	0,00I9
–"–	II	0,0263	0,5305	0,0025
–"–	I2	0,0264	0,585	0,0025

Продолжение табл. 5

h, м	c, м	m	n	K
7	3	0,1539	0,8967	0,0146
То же	4	0,1234	0,9216	0,0117
-"-	5	0,1035	0,9206	0,0098
-"-	6	0,0927	0,963	0,0088
-"-	7	0,047	0,5369	0,0045
-"-	8	0,0453	0,6038	0,0043
-"-	9	0,0442	0,5915	0,0042
-"-	10	0,0298	0,3852	0,0028
-"-	11	0,0385	0,5542	0,0037
-"-	12	0,038	0,5986	0,0036
10	3	0,3148	0,8967	0,0299
То же	4	0,2544	0,9212	0,0242
-"-	5	0,212	0,9211	0,0201
-"-	6	0,1882	0,9579	0,0179
10	7	0,1574	0,8966	0,015
То же	8	0,1506	0,9579	0,0143
-"-	9	0,1478	0,9506	0,014
-"-	10	0,1272	0,9211	0,0121
-"-	11	0,113	0,9054	0,0107
-"-	12	0,1129	0,9578	0,0107

При других длинах и данных сечениях коэффициент e определяется по формуле:

$$e = \frac{G'_{cв}}{G_{cв}},$$

где $G_{cв}$ - расход железобетона на сваю, для которой даны значения коэффициентов в табл. 5;

$G'_{cв}$ - расход железобетона на сваю в определяемом варианте

4.6. Боковые стены теплиц должны иметь теплоизолированный цоколь высотой 0,6-0,8 м.

4.7. Торцевые стены теплиц рекомендуется выполнять из местных строительных материалов с повышенным термическим сопротивлением.

4.8. Светопрозрачная часть боковых и торцевых стен во всех случаях должна выполняться с 2-слойным ограждением.

4.9. Верхние светопрозрачные ограждения необходимо проектировать с трансформирующимся теплозащитным экраном, для чего наиболее предпочтительным является решение несущей рамы в варианте, представленном на рис. 6.

4.10. В проекте теплиц должны быть предусмотрены мероприятия по утеплению дверных проемов в зимний период.

4.11. Улучшая теплозащитные качества ограждающих конструкций, необходимо также обеспечить защиту помещений от проникновения наружного воздуха через сопряжения вертикальных светопрозрачных ограждений с цоколем и кровлей.

4.12. Теплицы следует располагать, преимущественно, вдоль направления доминирующих ветров, принимая их направление по зимней розе ветров.

4.13. Теплицы должны проектироваться без перепадов высот. При необходимости выполнения перепадов по высоте рекомендуется более низкие объемы располагать с наветренной стороны или перепад располагать вдоль направления снегоносных ветров.

4.14. При проектировании культивационных сооружений необходимо избегать элементы, способствующие задержанию влаги и образованию снегоотложений на фасадах.

4.15. При разработке индивидуальных проектов отапливаемых теплиц на вечномерзлых грунтах необходимо предусматривать цокольное перекрытие, которое образует проветриваемое подполье и выполняет функции несущих и ограждающих конструкций. Проектирование цокольных перекрытий следует производить с учетом нижеследу-

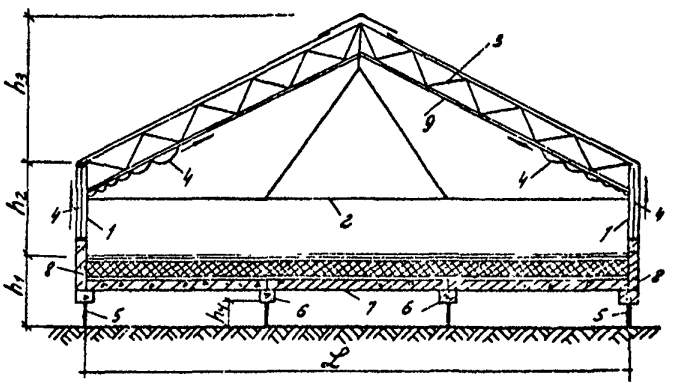

Рис. 6. Конструктивная схема теплицы для районов Крайнего Севера

1- стойки; 2- затяжка; 3- ферма;
4- шторы; 5- свайные фундаменты;
6- раствер; 7- плиты перекрытия;
8 - цоколь; 9- тросы для штор

ющих требований.

4.I5.I. Конструкции цокольных перекрытий должны обеспечивать нормальный температурный режим полов и ограничение теплового потока в сторону проветриваемого подполья с целью сохранения вечномерзлого состояния грунтов.

4.I5.2. Цокольное перекрытие следует проектировать с максимальной степенью сборности, позволяющей производить монтаж круглогодично. При этом по возможности необходимо предусматривать применение местных строительных материалов.

4.I5.3. Цокольное перекрытие рекомендуется выполнять из следующих элементов:

- несущая конструкция, воспринимающая расчетные нагрузки;

- воздухоизоляционный слой, препятствующий проникновению наружного воздуха в толщу цокольного перекрытия;

- теплоизоляционный слой, обеспечивающий требуемую теплозащиту и ограничение теплового потока в сторону проветриваемого подполья и вечномерзлых грунтов;

- стяжка, устраиваемая по нежестким или пористым элементам перекрытия для создания плотного слоя, выравнивания поверхности элементов пола и придания необходимого уклона;

- гидро - и пароизоляция, препятствующая проникновению в утеплитель пара и воды;

- подстилающий слой, связывающий покрытие пола с нижележащими элементами перекрытия;

- покрытие пола, испытывающее эксплуатационные воздействия.

В конструкциях цокольных перекрытий могут совмещаться несколько элементов.

4.I5.4. Несущую конструкцию цокольного перекрытия рекомендуется проектировать из сборных железобетонных ребристых или

сплошных плит. Применять многопустотные плиты не рекомендуется, т.к. производственный процесс в теплицах требует применения воды, а при попадании ее в зимнее время в пустоты вода замерзает,и происходит разрушение плит.

4.I5.5. Воздухоизоляционный слой следует устраивать из рулонных и листовых материалов, укладываемых с проклейкой швов по несущей плите.

4.I5.6. При выборе теплоизоляционных материалов необходимо учитывая их прочностные и деформационные свойства под действием эксплуатационных нагрузок.

4.I5.7. Требуемую толщину утеплителя в цокольном перекрытии необходимо определять согласно СНиП по строительной теплотехнике.

4.I5.8. При выборе типов стяжек, гидроизоляционных и подстилающих слоев и покрытий полов следует руководствоваться указаниями СНиП по проектированию полов.

4.I5.9. В местах прохода трубопроводов через цокольное перекрытие следует устанавливать металлические гильзы, обрамляющие отверстия.

4.I5.I0. Сопротивление теплопередаче цокольных перекрытий следует определять согласно требованиям СНиП по строительной теплотехнике.

У. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛИЦ С ТЕПЛОЗАЩИТНЫМ ЭКРАНОМ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Условные обозначения к разделу 5

$Q_{кр}$, $Q_{кт}$, $Q_{кп}$ – тепловые потоки конвекцией: соответственно от ребристых приборов, гладкотрубных приборов и почвы к внутреннему воздуху, Вт/м^2;

$Q_{кэ}$, $Q_{эк}$ – тепловые потоки конвекцией:соответственно от внутреннего воздуха к экрану, от экрана к воздуху верхней части сооруже-

ния, Вт/м^2;

$Q^{в}_{ко}$, $Q^{н}_{ко}$, $Q^{в}_{ок}$, $Q^{н}_{ок}$ – тепловые потоки конвекцией: соответственно от внутреннего воздуха к вертикальному участку ограждения, от воздуха верхней части сооружения к наклонному участку ограждения, от вертикального участка ограждения к наружному воздуху, от наклонного участка ограждения к наружному воздуху, Вт/м^2;

$Q_{рп}$, $Q_{тп}$ – тепловые потоки излучением: соответственно от ребристых приборов и от гладкотрубных приборов на почву, Вт/м^2;

$Q_{рэ}$, $Q_{тэ}$, $Q_{пэ}$ – тепловые потоки излучением: соответственно на экран от ребристых приборов, на экран от гладкотрубных приборов, на экран с поверхности почвы, Вт/м^2;

$Q^{в}_{ро}$, $Q^{в}_{то}$, $Q^{в}_{по}$, $Q^{в}_{эо}\frac{\theta^{н}_{хо}}{\sqrt{}}Q^{н}_{эф}$, $Q^{в}_{эф}$, $Q^{н}_{оз}\frac{G^{в}_{сл}}{\sqrt{}}$ – тепловые потоки излучением: соответственно на вертикальный участок ограждения от ребристых приборов, на вертикальный участок ограждения от гладкотрубных приборов, с поверхности почвы на вертикальный участок ограждения, с экрана на вертикальный участок ограждения, с экрана на наклонный участок ограждения, с вертикального участка ограждения в мировое пространство, с наклонного участка ограждения в мировое пространство, с вертикального участка ограждения на поверхность земли, с наклонного участка ограждения на поверхность земли, Вт/м^2;

$Q_{п}$, $Q_{н}$ – тепловые потоки: соответственно от подпочвенного обогрева, при испарении влаги с поверхности почвы, Вт/м^2;

$Q^{э}_{к}$, $Q^{в}_{к}$, $Q^{н}_{к}$ – тепловые потоки : соответственно при конденсации влаги на экране, при конденсации влаги на вертикальном участке ограждения и при конденсации влаги на наклонном участке ограждения, Вт/м^2;

$K_п$ – коэффициент поглощения инфракрасного излучения трехатомными газами (H_2O и CO_2) ;

$t_в, t_н, \tau_п, \tau_э$ – средние температуры: соответственно внутреннего и наружного воздуха, поверхности почвы и экрана в сооружении, ^oC;

$t'_в$ – средняя температура воздуха в верхней части сооружения, ^oC ;

$\tau_{ов}, \tau_{он}$ – средние температуры : соответственно вертикального и наклонного участков ограждения, ^oC ;

$t_т$ – начальная температура теплоносителя в отопительных приборах, ^oC ;

$t_к, t'_к$ – конечные температуры теплоносителя : соответственно в ребристых и гладкотрубных отопительных приборах, ^oC ;

$t_{тн}, t'_{тн}$ – среднеинтегральные температуры теплоносителя : соответственно в ребристых и гладкотрубных отопительных приборах, ^oC ;

$\tau_р, \tau_{гр}$ – средние температуры поверхности : соответственно ребристых и гладкотрубных приборов, ^oC ;

$E_р$ – коэффициент термической эффективности ребра;

$F_у$ – площадь условной наружной поверхности ребристых приборов, $м^2$;

$F_т$ – площадь наружной поверхности гладкотрубных приборов, $м^2$;

$F_{пл}, F_{уl}, F_{рl}, F_{тl}$ – наружные поверхности: соответственно ребристых приборов (полная и условная), ребер, несущей трубы, приходящиеся на I м длины прибора, $м^2$;

$\alpha_{кр}, \alpha_{кт}$ средние коэффициенты теплоотдачи конвекцией соответственно от ребристых и гладкотрубных приборов к воздуху, $Вт/(м^2 \cdot ^oC)$;

$\alpha_{пр}, \alpha_{пт}$ средние коэффициенты теплоотдачи излучением соответственно от ребристых и гладкотрубных приборов, $Вт/(м^2 \cdot ^oC)$;

$\alpha_{вн}$ – средний коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к стенке несущей трубы ребристых приборов, $Вт/(м^2 \cdot ^oC)$;

$\alpha_п$ – средний коэффициент полной теплоотдачи от ребристых при-

боров в окружающую среду, Вт/($м^2$, ^{0}С) ;

$\lambda_{ст}, \lambda_{р}$ - коэффициент теплопроводности металла соответственно несущей трубы и ребра ребристых приборов, Вт(м.^{0}С) ;

$\delta_р$, $\delta_{ст}$ - толщина соответственно ребра и стенки несущей трубы ребристых приборов, м;

$G_р$, $G_т$ - расход теплоносителя соответственно в ребристых и гладкотрубных приборах, кг/с ;

С - теплоемкость теплоносителя, кДж (кг.^{0}С) ;

$E_р$, $E_т$, $E_п$, E,$E_э$ - степени черноты : соответственно ребристых приборов, гладкотрубных приборов, почвы, ограждения, экрана ;

$\varphi_{р-п}, \varphi_{р-э}, \varphi_{т-п}, \varphi_{т-э}, \varphi_{п-э}$ - средние угловые коэффициенты : соответственно между ребристыми приборами и почвой, между ребристыми приборами и экраном, между гладкотрубными приборами и почвой, между гладкотрубными приборами и экраном, между почвой и экраном ;

$\varphi^{в}_{р-о}, \varphi^{в}_{т-о}, \varphi^{в}_{п-о}, \varphi^{в}_{э-о}, \varphi^{н}_{э-о}, \varphi^{в}_{о-з}, \varphi^{н}_{о-з}$ - средние угловые коэффициенты : соответственно между ребристыми приборами и вертикальным участком ограждения, между гладкотрубными приборами и вертикальным участком ограждения, между почвой и вертикальным участком ограждения, между экраном и вертикальным участком ограждения, между экраном и наклонным участком ограждения, между вертикальным участком ограждения и поверхностью земли, между наклонным участком ограждения и поверхностью земли ;

C_0 - коэффициент излучения абсолютно черного тела, равный 5,67 Вт ($м^2$; $К^4$) ;

φ, φ' - относительные влажности внутреннего воздуха, соответственно при температурах $t_в$ и $t'_в$;

V - скорость ветра, м/с ;

$\psi, \psi'_{(\alpha)}$ - функции, соответственно учитывающие ориентацию вертикального и наклонного участков ограждения ;

$\delta_л$ - коэффициент, учитывающий облачность неба в долях единицы;

K , $K_э$ – коэффициенты: соответственно ограждения и экранирования теплицы ;

$K_в$, $K_и$ – коэффициенты : соответственно вертикального и наклонного участков ограждения;

$F_п, F_о, F_{ов}, F_{но}$ – площади : соответственно почвы, всего ограждения, вертикального и наклонного участков ограждения теплицы, $м^2$;

$L_о$ – характерный размер теплицы (длина наклонного участка ограждения), м ;

$\gamma_о$ – коэффициент оребрения ребристых приборов ;

$d_э$ – эквивалентный диаметр ребристых приборов, м ;

$R_{ор}$– термическое сопротивление оребрения, $м^2 \cdot {}^oС/Вт$;

$S_р, S_о$– соответственно расстояние между ребрами и шаг оребрения, м ;

$h'_р, h_р$ – соответственно приведенная и геометрическая высота ребра ребристых приборов, м;

$Д_р$ – диаметр кольцевого ребра круглой формы, м ;

$d_{тр}, d_{тн}$– наружный диаметр : соответственно гладкотрубных приборов и несущей трубы ребристых приборов, м;

W – скорость теплоносителя и отопительных приборах, $м^2/с$;

$l_р, l_т$ – длины отопительных приборов : соответственно ребристых и гладкотрубных, м;

$n_{пр}$ – число пролетов в теплице, шт.

5.I. Опыт эксплуатации и проектирования теплиц в экстремальных условиях Сибири и Дальнего Востока показывает, что традиционные системы обогрева не могут обеспечить требуемый температурный режим. Использование традиционной гладкотрубной системы требует значительного расхода дефицитных труб. Размещение отопительных труб в сооружении в таких объемах приводит к необходимости их подвешивания к несущим конструкциям в пролете, что приводит к перерасходу металла на конструкции и затенению рабочей зоны свыше до-

пустимых норм. В связи с этим рекомендуемая методика теплотехнического расчета учитывает применение оребренных труб, позволяющих более рационально разместить отопительные приборы в сооружении, снизить расход труб на отопление. Кроме того, в методике учитывается наличие теплозащитного экрана, применение которого в условиях Сибири и Дальнего Востока наиболее эффективно.

5.2. Целью рекомендуемого теплотехнического расчета теплицы с экраном, обогреваемой ребристыми отопительными приборами, является определение теплотехнических параметров системы отопления, обеспечивающих микроклимат в теплице в соответствии с нормами технологического проектирования для различных наружных климатических условий и конструктивных решений теплиц. К основным теплотехническим параметрам системы водяного отопления при функционировании экрана в теплице относят :

- расход тепла системой отопления ;
- начальную и конечную температуру теплоносителя в отопительных приборах.

Следует отметить, что такие параметры системы отопления, как поверхность нагрева отопительных приборов и расход теплоносителя в системе отопления, определяют при расчете теплиц без экрана, т.е. для случая, когда требуются наибольшие затраты тепла. В связи с этим данные параметры (поверхность и расход) при расчете теплицы с экраном являются известными и задаются перед началом расчета.

5.3. При разработке метода теплотехнического расчета культивационных сооружений, обогреваемых ребристыми отопительными приборами, приняты следующие предпосылки :

- отопительные приборы обеспечивают равномерное температурное поле в сооружении ;

- температуры воздуха, почвы, ограждения и экрана ($t_в, t_п, t_{ов}, t_{он}, t_э$) рассматриваются как средние для определяющих их поверхностей и принимаются постоянными как в поперечном сечении к отопительным приборам, так и по их длине. Поэтому уравнения тепловых балансов записываются для всего сооружения;

- температура поверхности гладкотрубного прибора принимается равной температуре теплоносителя в нем, т.е. $t_{тр} \simeq t'_{тн}$. Это возможно при условии, что в трубе обеспечивается турбулентный режим течения теплоносителя;

- для расчетной схемы принят ночной режим. Рассмотрение ночного режима эксплуатации теплицы дает возможность считать условия протекания процессов теплообмена в сооружении и снаружи его стационарными. При этом в ночной период требуются большие затраты тепла, чем днем ;

- теплообмен рассматривается для случая, когда в теплице нет растений. Этот случай можно рассматривать как худший с точки зрения расхода тепла, так как растения (являющиеся своего рода экраном) уменьшают тепловой поток излучением с поверхности почвы на ограждения и экран;

- воздухообмен осуществляется только за счет инфильтрации воздуха через неплотности ограждающих конструкций;

- расчетные схемы потоков тепла (рис. 7) составлены для случая одинарного светопрозрачного ограждения в период функционирования экрана;

- термическое сопротивление светопрозрачных ограждений и экрана принимается равным нулю. В этом случае температуры на внутренней и наружной поверхностях ограждения и экрана будут равны и условия теплообмена будут определяться тепловосприятием и теплоотдачей на этих поверхностях;

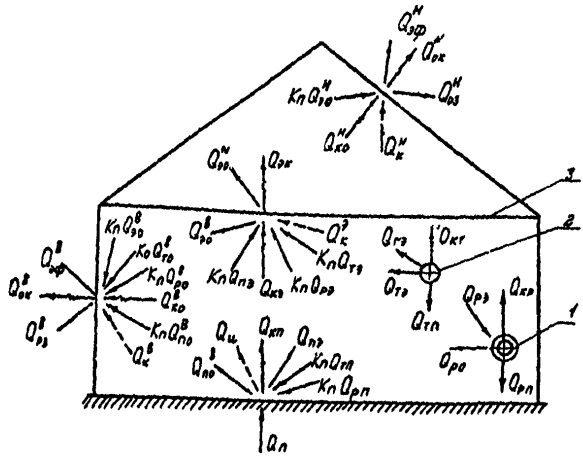

Рис 7. Расчетная схема потоков тепла в теплице с экраном, обогреваемой ребристыми и гладкотрубными отопительными приборами. 1-ребристый прибор, 2-гладкотрубный прибор 3-экран

- теплообмен излучением в теплице рассматривается для случая, когда все тела, участвующие в теплообмене, являются диффузно серыми и непрозрачными для теплового (инфракрасного) излучения.

5.4. Теплотехнический расчет культивационного сооружения с экраном следует выполнять для минимально допустимых нормами технологического проектирования значений относительной влажности ($\varphi = 0,6$) и температур внутреннего воздуха и почвы ($t_в = \tau_п = 15^{\circ}C$). В этом случае система отопления будет наиболее экономичной по расходу тепла.

5.5. Отопительные приборы для обогрева шатра сооружения предусматриваются в общем случае двух видов: ребристые (оребренные трубы или конвекторы) и гладкотрубные.

5.6. Для обеспечения равномерного температурного поля в объеме теплицы отопительные приборы следует размещать таким образом, чтобы их мощность в нижней (рабочей) зоне составляла не менее 60+ + 80% от общей мощности системы отопления.

При этом ребристые приборы следует размещать у наружных вертикальных ограждений и в нижней зоне у стоек между звеньями. Гладкотрубные приборы следует размещать у поверхности почвы (напочвенный обогрев).

В теплицах с экраном все отопительные приборы необходимо размещать в подэкранной зоне.

5.7. Площадь поверхности отопительных приборов между основной частью теплицы и ее наружными вертикальными ограждениями распределяется следующим образом. Площадь поверхности отопительных приборов, устанавливаемых в основной части теплицы :

$$F_{пр}^{т} = \frac{F_{но} \cdot F_{пр}}{1,25 \cdot F_{но} + F_{но}},$$

где:

$$F_{пр} = F_{у} \cdot \psi_{0} + F_{т}.$$

Площадь поверхности отопительных приборов, устанавливаемых у наружных вертикальных ограждений :

$$F_{пр}^{во} = F_{пр} - F_{пр}^{гп}.$$

5.8. Теплотехнический расчет теплицы с теплозащитным экраном.

5.8.I. Определение теплотехнических параметров сооружения и системы отопления осуществляется в результате решения следующей системы уравнений :

$$A_1 \tau_р - A_3 \tau_п + B_2 \tau_{ов} + B_6 \tau_э + B_9 = 0 \; ; \qquad (5)$$

$$C_4 \tau_р + B_4 \tau_п - D_4 \tau_{ов} + D_1 \tau_э + D_5 = 0 \; ; \qquad (6)$$

$$K_3 \tau_э + K_0 t'_в - H_6 \tau_{он} + H_7 = 0; \qquad (7)$$

$$T_3 \tau_р + B_3 \tau_п + D_6 \tau_{ов} - A_2 \tau_э + A \cdot t'_в + K_6 \tau_{он} + A_3 = 0; \qquad (8)$$

$$A_4 \tau_р - A_6 \tau_п - A_7 \tau_{ов} - A_8 \tau_э + M_6 t'_в + M_7 \tau_{он} + A_9 = 0; \qquad (9)$$

$$T_4 \tau_р + B_4 \tau_п + D_6 \tau_{ов} - E_4 \tau_э - K_4 \tau_{он} + K_W = 0; \qquad (IO)$$

$$-U t_м F_у + A_0 \tau_р - A_6 \tau_п - C_6 \tau_{ов} - T_6 \tau_э - A_T = 0. \qquad (II)$$

Алгебраические уравнения (5 ÷ II) содержат следующие неизвестные теплотехнические параметры теплицы и системы отопления:

- температуру поверхности ребристых приборов ($\tau_р$) ;
- температуру вертикального участка ограждения ($\tau_{ов}$) ;
- температуру наклонного участка ограждения ($\tau_{он}$) ;
- температуру экрана ($\tau_э$) ;
- температуру воздуха в верхней части сооружения ($t'_в$) ;
- температуру поверхности почвы ($\tau_п$) ;

- среднеинтегральную температуру теплоносителя в ребристых приборах (t_{TH}).

5.8.2. В результате решения системы уравнений (5 ÷ II) получаем:

$$\tau_p = (S_5 S_3 - S_2 S_6)/(S_2 S_4 - S_5 S_1) \; ; \qquad (I2)$$

$$\tau_э = (S_1 \cdot \tau_p + S_3)/ S_2 \; ; \qquad (I3)$$

$$\tau_{ов} = (W_1 \tau_p + W_3 \tau_э + W_4)/ W_2 \; ; \qquad (I4)$$

$$t'_в = (V_5 \tau_p + V_6 \tau_{ов} - y_7 \tau_э + y_9)/ y_8 \; ; \qquad (I5)$$

$$\tau_{он} = (K_3 \tau_э + K_0 t'_в - H_2)/H_1 \; ; \qquad (I6)$$

$$\tau_п = (A_1 \cdot \tau_p + B_2 \tau_{ов} + B_6 \tau_э + B_9)/A_9 \; ; \qquad (I7)$$

$$t_{TH} = (A_{10} \tau_p - A_6 \cdot \tau_п - C_6 \tau_{ов} - \tau_5 \cdot \tau_э - A_7)/(U F_y). \qquad (I8)$$

Коэффициенты при неизвестных t_p, $t_э$, $\tau_{ов}$, $t'_в$, $\tau_{он}$, $\tau_п$, t_{TH} а также свободные члены в ситеме уравнений (5 ÷ II) и в выражениях (I2 ÷ I8) предоставлены в приложении I.

5.8.3. Расчет начальной и конечной температур теплоносителя.

а) ребристый отопительный прибор

Начальная температура теплоносителя (t_T) :

$$\sigma_T = \sigma_{TH} \frac{mc_p}{1 - 2{,}72^{-mc_p}} \; , \qquad (I9)$$

где: $\sigma_T = t_T - t_в$; $\sigma_{TH} = t_{TH} - t_в$; величину t_{TH} определяют по

выражению (I8) ; величину коэффициента "m" определяют по выражению :

$$m = \frac{k_p \cdot \pi \cdot d_{нт}}{C \cdot G_{1p}}$$

где G_{1p} - расход теплоносителя в ребристом отопительном приборе, кг/с ; k_p - коэффициент теплопередачи ребристого отопительного прибора, определяемой по выражению :

$$k_p = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_н}{\lambda_н} + \frac{1}{\alpha_{пр}} + R_{ор}} ;$$

$$\alpha_{пр} = \alpha_л \cdot \gamma_0 ,$$

$$\alpha_л = (\alpha_{кр} + \alpha_{лр}) ; \qquad (20)$$

$$\alpha_{кр} = a_1 \frac{1,39}{d_э^{0,25}} (\tau_р - t_в)^{0,25} \quad при\ (Gr_{d_э} \cdot P_r)_в < 5 \cdot 10^7 ;$$

$$\alpha_{кр} = a_1 \cdot 1,48 (\tau_р - t_в)^{0,33} \quad при\ (Gr_{d_э} \cdot P_r)_в < 5 \cdot 10^7 ;$$

$$d_э = F_{пл} / \pi \cdot 1 \ ; \ \gamma_0 = F_{пл} / F_{y_1} \ ; \ F_{y1} = \pi d_{нт} \cdot 1 ;$$

$$\alpha_{лр} = \frac{q_{рп} + q_{ро} + q_{рэ}}{\tau_р - t_в} ; \ q_{рп} = \varepsilon_р \varepsilon_п C_0 \left[\left(\frac{273 + \tau_р}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + \tau_п}{100} \right)^4 \right] \varphi_{р-п} ;$$

$$q_{ро} = \varepsilon_р \varepsilon_0 C_0 \left[\left(\frac{273 + \tau_р}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + \tau_0}{100} \right)^4 \right] \varphi_{р-0} ;$$

$$q_{рэ} = \varepsilon_р \varepsilon_э C_0 \left[\left(\frac{273 + \tau_р}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + \tau_э}{100} \right)^4 \right] \varphi_{р-э} ;$$

$$R_{ор} = \frac{(1 - E_р) \cdot F_{р1}}{[F_{пл} - (1 - E_р) F_{р1}] \alpha_л \cdot \gamma_0} ; \ E_р = \frac{th(m_р h'_р)}{m_р h'_р} ;$$

$$m_р = \sqrt{\frac{2\alpha_л}{\lambda_р \cdot \delta_р}} \ ; \ h' = h_р \left(1 + 0,805 \lg \frac{D_р}{d_{нт}} \right) .$$

Средний коэффициент теплоотдачи $\alpha_{вн}$ для турбулентного режима течения теплоносителя определяют из критериального уравнения:

$$Nu_{d_{вн}} = 0,021 \cdot R \cdot e_{d_{вн}}^{0,8} \cdot Pr_{ж}^{0,43},$$

в котором за определенную температуру принята средняя температура теплоносителя ($t_{тн}$), а за определяющий размер-внутренний диаметр трубы.

Конечную температуру теплоносителя ($t_к$) определяют по формуле:

$$\theta_к = \theta_т \cdot e^{-m\varepsilon_р} \qquad (21)$$

б) гладкотрубный отопительный прибор

Начальная температура теплоносителя ($t'_т$)

$$\theta'_т = \theta'_{тн} \cdot \frac{m' \varepsilon_т}{1-2}, \qquad (22)$$

где $\theta'_т = t'_т - t_в$; $\theta'_{тн} = t'_{тн} - t_в$; $t'_{тн} \simeq \tau_{тр}$; величину $t'_{тн}$ определяют по выражению (25) ; величину коэффициента "m'" определяют по выражению :

$$m' = \frac{k_т \cdot \pi \cdot d_{тр}}{c \cdot G_{1т}},$$

где $G_{1т}$ - расход теплоносителя в гладкотрубном отопительном приборе, кг/с ; $k_т$ - коэффициент теплопередачи гладкотрубного прибора, определяемый по выражению :

$$k_т \simeq \alpha_{кт} + \alpha_{лт}, \qquad (23)$$

где

$$\alpha_{кт} = \frac{1,31}{d_{тр}^{0,25}} (\tau_{тр} - t_в)^{0,25};$$

$$\alpha_{лт} = \frac{q_{тл} + q_{тк} + q_{тз}}{\tau_{тр} - t_в}; \quad q_{тл} = \varepsilon_т \varepsilon_п C_0 \left[\left(\frac{273 + \tau_{тр}}{100} \right)^4 - \left(\frac{273 + t_п}{100} \right)^4 \right] \varphi_{т-п};$$

$$q_{T0} = \varepsilon_T \varepsilon_0 e_0 \left[\left(\frac{2T3 + t_{Tp}}{100}\right)^4 - \left(\frac{2T3 + t_{B}}{100}\right)^4 \right] \varphi_{T-B-0};$$

$$q_{T3} = \varepsilon_T \varepsilon_3 e_0 \left[\left(\frac{2T3 + t_{Tp}}{100}\right)^4 - \left(\frac{2T3 + t_{B}}{100}\right)^4 \right] \varphi_{T-3}.$$

Конечную температуру теплоносителя (t_{K}^{K}) определяют по формуле:

$$U_K \quad U_T \quad e^{mE_T} \tag{34}$$

5.8.4. Расчет расхода тепла системой отопления (теплопотерь сооружением)

$$Q_{0T} = Q_n + Q_p + Q_T ,$$

где: Q_n – тепловой поток от подпочвенного обогрева ($Q_{n\,T}$=40 50 Вт/м^2) ;

$$Q_p = \alpha_n (\tau_p - t_B) \nu_0 P_y$$

$$Q_T = K_T (\tau_{Tp} - t_B) F_T ,$$

Q_n Q_T – тепловые мощности соответственно ребристых и гладкотрубных отопительных приборов ; величины α_n и K_T определяют соответственно по выражениям (20) и 23) ; величины τ_p и τ_T определяют соответственно по выражениям (12) и (23)

5.9. Общий порядок проведения теплотехнического расчета теплицы с экраном

Принимается площадь поверхности отопительных приборов (P_y и F_T которую определяют при расчете теплицы без экрана.

Предварительно принимается, что среднеинтегральная ра теплоносителя в гладкотрубных приборах $t_{Tn} = t_B$.

По приложению I проводят расчет коэффициентов и свободных членов в системе уравнений (5 + II).

По выражениям (I2 + I8) проводят расчет теплотехнических параметров теплицы и системы отопления ($\tau_р$, $\tau_э$, $\tau_{ов}$, $t'_в$, $\tau_{он}$, $\tau_п$, $t_{тн}$).

Если после выполнения расчета окажется, что $\tau_п < 15^{\circ}C$, то необходимо задаться новой величиной $t'_{тн}$, предварительной определенной по выражению

$$t'_{тн} = (15 \cdot A_9 - A_1 \tau_р - B_2 \tau_{ов} - B_6 \tau_э - B_н)/A_5 \qquad (25)$$

и повторить расчет.

По выражениям (I9), (2I) и (22), (24) определяют соответственно начальные ($t_т$, $t'_т$) и конечные ($t_к$, $t'_к$) температуры теплоносителя в отопительных приборах.

С целью экономии времени на основе системы уравнений (5 + II) разработана программа теплотехнического расчета теплиц с экраном на ЭВМ "Мир-2". Распечатка этой программы приведена в приложении 2.

Обозначения исходных и выходных данных в программе теплотехнического расчета теплицы с экраном

КП - коэффициент поглощения инфракрасного излучения трехатомными газами (H_2O и CO_2) ;

СО - коэффициент излучения абсолютно черного тела ;

BD, AR - коэффициенты в формулах для расчета инфильтрации ;

ЭП, ЭО, ЭЭ, ЭТ, ЭР - степень черноты соответственно почвы, ограждения экрана, гладкотрубных и ребристых отопительных приборов ;

ФТП, ФТО, ФТЭ - средние угловые коэффициенты соответственно между гладкотрубными отопительными приборами и почвой, ограждением, экраном ;

ФЭВ, ФЭМ - средние угловые коэффициенты соответственно между экраном и вертикальным и наклонным участками ограждения;

ФПО, ФПЭ - средние угловые коэффициенты соответственно между почвой и ограждением и экраном ;

АМ - коэффициент в формуле для расчета теплового потока конвекцией от ребристых приборов ;

ДТ - наружный диаметр гладкотрубных приборов ;

ТВ - температура внутреннего воздуха ;

ФИ - влажность внутреннего воздуха ;

ОП - тепловой поток от подпочвенного обогрева ;

ТН - температура наружного воздуха ;

V - скорость ветра ;

БЛ, ОБ - коэффициенты, учитывающие облачность неба в долях единицы ;

Ш - коэффициент, зависящий от широты местности ;

LO - характерный размер теплицы ;

К, КЭ - коэффициенты соответственно ограждения и экранирования теплицы ;

КВ, КН - коэффициенты соответственно вертикального и наклонного участков ограждения ;

УГ - угол наклона кровли теплицы ;

ШП - число пролетов в теплице ;

F_M - площадь почвы ;

НО - коэффициент оребрения ребристых приборов ;

F_y - площадь условной наружной поверхности ребристых приборов ;

FI - площадь наружной поверхности гладкотрубных приборов.

Вывод данных:

ТР - средняя температура поверхности ребристых приборов ;

ТЭ - температура экрана ;

ТОВ, ТОН - температуры, соответственно вертикального и наклонного участков ограждения ;

ТВ1 - температура воздуха в верхней части сооружения (над экраном) ;

ТП - температура поверхности почвы ;

ТТ - температура сооружением ;

ОР - полный тепловой поток от ребристых приборов ;

ТИ - средняя температура поверхности гладкотрубных приборов.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СИСТЕМ ДОСВЕЧИВАНИЯ И УТОЧНЕНИЮ НОРМ ОБЛУЧЕННОСТИ ДЛЯ СВЕТОВЫХ ЗОН СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

6.1. Результаты анализа радиационного режима Сибири и Дальнего Востока показывают, что не во всех районах возможно выращивание овощей в течение круглого года без совместного облучения. В таблице 6 устанавливается период естественной облученности, достаточной для выращивания овощей и рассады, а также продолжительность совместного естественного и искусственного облучения в зависимости от широты.

6.2. В целях уменьшения потерь излучения, экономии электроэнергии, снижения металлоемкости облучательных установок рекомендуется использовать объемные и следяще-временные системы и пространственные облучательные установки, разработанные на базе высокоэффективных ламп типа ДРИ-ДМ, ДРОТ взамен облучателей ОТ-400. При использовании облучателей ОТ-400 и СПЗ-750 следует применять краевые и инвертированные облучатели.

6.2.I. Система объемного совместного облучения учитывает неравномерность естественной облученности в теплице и ограниченность рабочих площадей, создавая максимально возможную равномерность облучения при постоянной установленной мощности. Объемную систему изготавливают путем установки рядов точеных облучателей ОТ-400, ССПОЗ-750 на высоте от уровня почвы 0,6-0,8 м.

6.2.2. Краевой облучатель изготавливают на базе ламп типа ДРЛФ-400 и ДРВ-750, создавая дополнительный световой эффект до I5%. При проектировании и изготовлении облучателей необходимо пользоваться "Рекомендациями по расчету смешанных систем искусственного облучения растений в теплицах и изготовлению краевых облучателей", разработанных Гипронисельпромом.

6.2.3. Система облучения типа светящий карниз представляет совокупность светоотражающих экранов и источников излучения, расположенных под определенными углами вдоль краев пролета. В комплект входит 3 облучателя типа КОРТ-2000 и блок управления.

Установка позволяет использовать естественную радиацию в периоды ее достатка, а искусственную в дневное и ночное время при недостатке или при полном отсутствии естественной радиации.

Изготовление данной установки не представляет сложности в существующих хозяйствах при реконструкции теплиц. Наиболее оптимальными в этом случае являются лампы типа ДРИ и ДРОТ, мощностью 2000 Вт.

6.2.4. Следяще-временная система облучения позволяет включить источники света в зависимости от величины наружной радиации. Сущность системы заключается в осуществлении дифференцированного дополнения естественной облученности искусственной до нормируемой путем включения (отключения) облучателей, сосредоточенных по определенной схеме.

Таблица 6

Зонирование радиационного климата Сибири и Дальнего Востока по обеспечению естественного режима облучения рассады (Д=400 Вт/(ч $м^2$) - числитель) и взрослой культуры (Д=900 Вт/(ч·$м^2$) - знаменатель)

Широта °с.ш.	Зоны	Месяц											
		I	II	III	IУ	У	УI	УII	УIII	IX	X	XI	XII
82-78	I	С/С	С/С	С/С	С/С	Е/Е	Е/Е	Е/С	С/С	С/С	С/С	С/С	С/С
78-74	2	С/С	С/С	С/С	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/С	Е/С	С/С	С/С	С/С	С/С
74-70	3	С/С	С/С	С/С	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/С	Е/С	С/С	С/С	С/С	С/С
70-66	4	С/С	С/С	Е/С	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/С	С/С	С/С	С/С
66-62	5	С/С	С/С	Е/С	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/С	С/С	С/С	С/С
62-58	6	С/С	С/С	Е/С	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/С	С/С	С/С	С/С
58-54	7	С/С	С/С	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	С/С	С/С	С/С
54-50	8	С/С	С/С	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	С/С	С/С	С/С
50-46	9	С/С	С/С	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	С/С	С/С	С/С
46-42	I0	С/С	Е/С	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/Е	Е/С	С/С	С/С

Примечания:

1. Е - естественная облученность (облучение);
2. С - совместное и искусственное облучение;
3. Зона выращивания рассады при естественном облучении показана сплошной линией, а взрослой культуры - штриховой.

6.2.5. Система облучения растений в ангарных теплицах типа УОРТ-I-6000 представляет комплект облучателей типа ОТ-6000 с лампой ДМ 4-6000 и блок управления.

6.2.6. Система облучения растений в ангарных и блочных теплицах типа СОРТ-2-2 представляет комплект из 3 облучателей типа ОТ- 2000 с лампой ДРОТ-2000 и шкафа управления. Общая мощность 6,7 кВт.

6.2.7. Система облучения растений в ангарных теплицах типа СОРТ-I-I0 представляет комплект из 6 облучателей типа ОТ-I000 с лампой ДКсТЛ-I0000 и шкафа управления. Общая мощность системы - 65 кВт.

6.3. В охарактеризованных в п. 6.2 системах и установках рекомендуется в качестве источников света применять лампы ДРИ-ДМ, ДНаТ и ДРОТ.

6.4. Систему досвечивания выбирают в зависимости от типа теплицы, вида культуры, схемы посадки и вида облучения согласно "Схеме выбора" (рис. 8,9).

6.5. Нормируемую интенсивность облучения и размещения светотехнического оборудования рассчитывают в соответствии с "Рекомендациями по расчету систем искусственного облучения в теплицах", "Рекомендациями по расчету смешанных систем искусственного облучения растений в теплицах и подготовлению краевых облучателей".

6.6. Схемы размещения облучательных установок типа УОРТ-I- - 6000 и системы типа СОРТ-2-2 в ангарных теплицах даны на рис. I0.

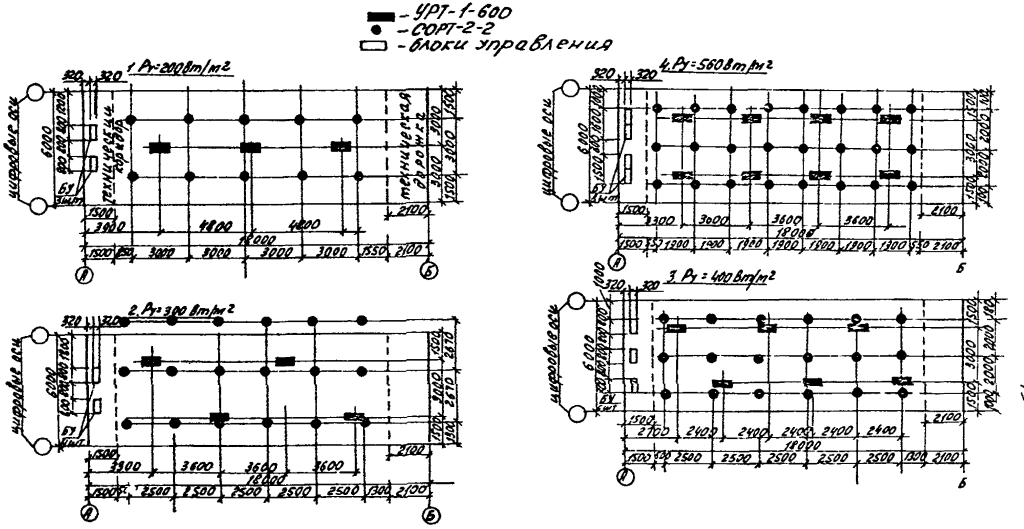

Рис.10. Схема размещения облучательных установок в ангарных теплицах (т п. 810-95)

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение 1

Коэффициенты при неизвестных $\tau_р, \tau_э, \tau_{ов}, t'_в, \tau_{он}, \tau_п, t_{тн}$ *и свободные члены в системе уравнений*

Уравнение 5

$A = K_п \cdot \varepsilon_р \cdot \varepsilon_п \cdot C_0 \cdot \varphi_{р-п} \cdot \gamma_0 \cdot F_у$; $A_1 = 1,9 \cdot A$; $A_2 = 0,95 \cdot A$; $A_3 = 51,6 \cdot A$;

$A_4 = K_п \cdot \varepsilon_т \cdot \varepsilon_п \cdot C_0 \cdot \varphi_{т-п} \cdot F_т$; $A_5 = 1,32 \cdot A_4$; $A_6 = 0,95 \cdot A_4$; $A_7 = 0,7 \cdot A_4$;

$B = \varepsilon_п \cdot \varepsilon_0 \cdot C_0 \cdot \varphi_{п-0}$; $B_1 = 0,95 \cdot B$; $B_2 = 0,75 \cdot B$; $B_3 = 0,7 \cdot B$;

$B_4 = \varepsilon_п \cdot \varepsilon_э \cdot C_0 \cdot \varphi_{п-э}$; $B_5 = 0,95 \cdot B_4$; $B_6 = 0,75 \cdot B_4$; $B_7 = 0,7 \cdot B_4$; $B_8 = 7,5 / F_м^{0,11}$;

$B_R = (7,5 \cdot \varphi^{0,6} \cdot t_в + 11) / F_м^{0,11}$; $B_8 = 4,47 \cdot t_в + 2,86$; $A_8 = A_5 \cdot t_{тр} - A_7$,

$A_9 = A_2 + A_6 + B_1 + B_5 + 4,47 + B_8$; $B_9 = Q_п - A_3 + A_8 + B_3 + B_7 + B_8 + B_R$;

Уравнение 6

$C = 1,85 \cdot K_в$; $C_1 = (3,6 \cdot t_в - 17) \cdot C$; $C_2 = 3,6 \cdot C$; $C_3 = K_п\, \varepsilon_р \cdot \varepsilon_0 \cdot C_0 \times$

$\times \varphi_{р-0} \cdot \gamma_0 \cdot F_у$; $C_4 = 1,9 \cdot C_3$; $C_5 = 0,75 \cdot C_3$; $C_6 = 52,3 \cdot C_3$;

$C_7 = K_п \cdot \varepsilon_т \cdot \varepsilon_0 \cdot C_0 \cdot \varphi_{т-0} \cdot F_т$; $C_8 = 1,32 \cdot C_7$; $C_9 = 0,75 \cdot C_7$; $C_0 = 7,7 \cdot C_7$;

$B_4 = K_п \cdot B_1$; $B_5 = K_п \cdot B_2$; $B_6 = K_п - B_3$; $D = K_п \cdot \varepsilon_э \cdot \varepsilon_0 \cdot C_0 \cdot \varphi^B_{э-0} \cdot K_э$;

$D_1 = 0,75 \cdot D$; $D_2 = 0,75 \cdot D$; $D_3 = 0$; $E = 4,14 \cdot K_в$; $E_1 = E \cdot \varphi^{2,2} \cdot t_в$;

$E_2 = 10 \cdot K_в \cdot V^{0,5}$; $E_3 = E_2 \cdot t_н$; $E_4 = \varepsilon_0 \cdot C_0 \cdot K_в$; $E_5 = 0,75 \cdot E_н$;

$\psi = \delta_п \cdot K_в$; $E_6 = \left\{ [(273 + t_н) / 100]^4 \cdot (0,22 \cdot \varphi - 1) + 55,3 \right\} \cdot E_4$;

$E_7 = 0,5\, \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_п \cdot C_0 \cdot K_в$; $E_8 = 0,75 \cdot E_7$; $E_9 = \left\{ 55,3 \cdot [(273 + t_н) / 100]^4 \right\} \times$

$\times E_7$; $D_4 = C_2 + C_5 + C_9 + B_6 + D_2 + E + E_2 + E_5 + E_8$;

$D_5 = C_1 - C_6 - C_c - B_8 - D_3 + E_1 + E_3 - E_6 - E_9 + C_8 \cdot t_{тр}$;

Уравнение 7

$K_0 = 5,84 \cdot K_н$; $K_1 = 21,7 \cdot K_н$; $K_2 = R_п \cdot \varepsilon_э \, \varepsilon_0 \cdot C_0 \cdot \varphi^{н}_{э\text{-}0} \cdot K_э$; $K_3 = 0.75 \cdot K_2$;

$K_4 = 0,58 \cdot K_2$; $K_5 = 2.7 \cdot K_2$; $K_6 = K_н \cdot 7 \cdot \varphi_1$; $K_7 = 6,6 \cdot K_н \cdot V^{0,8} / L_0^{0,2}$;

$K_8 = K_7 \cdot t_н$; $H = \varepsilon_0 \cdot C_0 \cdot K_н$; $H = \varepsilon_0 \cdot C_0 \cdot K_н$; $\psi_1'(\alpha) = \cos\alpha \cdot K_н / K$;

$H_1 = 0.58 \cdot H$; $H_2 = \left\{ [(273 + t_н)/100]^4 - (0,22 \cdot \psi_1'(\alpha) - 1) + 52.6 \right\} \cdot H$;

$\varphi_{0\text{-}э} = 0,15 / \Pi_{пр}$; $H_3 = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_п \cdot C_0 \cdot K_н \cdot \varphi_{0\text{-}э}$; $H_4 = 0.58 \cdot H_3$;

$H_5 = \left\{ 5,26 - [(273 + t_н)/100]^4 \right\} \cdot H_3$; $H_6 = K_0 + K_4 + K_7 + H_1 + H_4$;

$H_7 = -K_1 + K_5 + K_6 + K_8 - H_2 - H_5$.

Уравнение 8

$T = K_э \cdot (4,44 \cdot t_в - 6,1)$; $T_1 = 4,44 \cdot K_э$; $T_2 = K_п \cdot \varepsilon_р \cdot \varepsilon_э \cdot C_0 \cdot \varphi_{р\text{-}э} \times \gamma_0 F_у$;

$T_3 = 1,9 \cdot T_2$; $T_4 = 0.75 - T_2$; $T_5 = 52,3 - T_2$; $T_6 = K_п \cdot \varepsilon_т \cdot \varepsilon_э \cdot C_0 \cdot \varphi_{т\text{-}э} \cdot F_т$;

$T_7 = 1,32 \cdot T_6$; $T_8 = 0,75 \cdot T_6$; $T_9 = 7,7 \cdot T_6$; $B_э = K_п \cdot B_5$; $B_п = K_п \cdot B_6$;

$B_т = K_п \cdot B_7$; $E_э = 4,14 \cdot K_э$; $E_ф = E_у \cdot t_в \cdot \varphi^{2,2}$; $Л = 4,44 \cdot K_э$; $Л_1 = 6,1 \cdot K_э$;

$D_A = D_1 / K_п$; $D_Б = D_2 / K_п$; $D_C = D_3 / K_п$; $K_A = K_э / K_п$; $K_Б = K_4 / K_п$;

$K_C = K_Б / K_п$; $Л_2 = T_1 + T_4 + T_8 + B_п + E_э + Л + D_A + K_A$;

$Л_3 = T - T_5 - T_9 - B_т + E_ф + Л_1 + D_C - K_C + T_7 - t_{тп}$.

Уравнение 9

$M = a_1 \cdot c' \cdot \gamma_0 \cdot F_у / d_э^{(1-3n)}$; $M_1 = m \cdot M$; $M_2 = (m \cdot t_в + m') \cdot M$;

$m = 3,6$; $m' = 48$; $n = 0.25$; $C' = 1,39$ при $(G_г \cdot P_г) < 5 \cdot 10^7$;

$m = 53,9$; $m' = 90,1$; $n = 0,33$; $C' = 1,48$ при $(G_г \cdot P_г) > 5 \cdot 10^7$;

$A_A = A_1 / K_п$; $A_Б = A_2 / K_п$; $A_B = A_3 / K_п$; $C_A = C_4 / K_п$;

$C_б = C_5 / K_п$; $C_в = C_6 / K_п$; $T_А = T_3 / K_п$; $T_б = T_4 / K_п$;

$T_R = T_5 / K_п$; $M_3 = 1{,}32 \cdot E_7 / \alpha_{тр}^{0{,}25}$; $M_4 = 2{,}5 \cdot M_3$;

$M_5 = 2{,}5 \cdot t_в \cdot M_3$; $A_я = A_5 / K_п$; $A_ф = A_6 / K_п$; $A_р = A_7 / K_п$;

$C_я = C_8 / K_п$; $C_ф = C_9 / K_п$; $C_р = C_с / K_п$; $T_я = T_7 / K_п$;

$T_ф = T_8 / K_п$; $T_ч = T_9 / K_п$; $B_0 = 1 + 0{,}005 \cdot A_R \cdot (t_в - t_н)$;

$Л_4 = M_1 + A_А + C_А + T_А$; $Л_5 = M_4 + A_9 + C_я + T_я$;

$Л_6 = A_б + A_ф$; $Л_7 = C_б + C_ф + (E_2 + E_5 + E_8) \cdot B_0$;

$Л_8 = T_б + T_ф + (Л + K_Л) \cdot B_0''$; $M_б = Л \cdot B_0''$; $M_7 = K_б \cdot B_0''$;

$Л_9 = Q_п - M_2 - A_в - C_в - T_R - M_5 - A_р - C_р - T_4 + (E_3 - E_6 - E_9) \times$

$\times B_0 + (Л_1 + K_с) \cdot B_0'' + Л_5 \cdot t_{тр}$;

Уравнение 10

$T_V = T_3 \cdot B_0''$; $T_W = T_7 \cdot B_0''$; $B_V = B_э \cdot B_0'$; $E_V = (T_1 + T_4 + T_в + B_п +$

$+ E_э) \cdot B_0'' + D_R$; $B_0' = 1 + 0{,}005 \cdot A_R \cdot (t_в' - t_н)$; $K_V = (K_7 + H_1 + H_4) \cdot B_0'$;

$K_W = T_W \cdot t_{тр} + (T - T_5 - T_9 - B_т + E_ф) \cdot B_0'' + (K_в - H_2 - H_5) \cdot B_0' + D_с$.

Уравнение 11.

$\alpha_{вн} = 3 \cdot 10^3 \cdot W^{0{,}8} / d_{вн}^{0{,}2}$; $m_р = [16 / (\lambda_р \cdot \delta_р)]^{0{,}5}$; $h_р' = h_р (1 + 0{,}805 e_g D_р / d_{нт})$;

$E_r = th m_р \cdot h_р'$; $R_{ор} = (1 - E_р) \cdot F_{р1} / \{B \cdot \gamma_0 [F_{п1} - (1 - E_р) \cdot F_{р1}]\}$;

$U = 1 / (1 / \alpha_{вн} + \delta_{ст} / \lambda_{ст} + R_{ор})$; $Л_U = Л_4 + U \cdot F_ч$; $Л_T = M_2 + A_в + C_в + T_R$;

Коэффициенты в выражениях (12 ÷ 18)

$W_1 = C_4 + B_А \cdot A_1 / A_9$; $W_2 = D_4 - B_А \cdot B_2 / A_9$; $W_3 = D_1 + B_А \cdot B_6 / A_9$;

$W_4 = D_5 + B_А \cdot B_9 / A_9$; $W_5 = T_3 + B_э \cdot A_1 / A_9$; $W_6 = D_б + B_э \cdot B_2 / A_9$;

$$W_7 = \Lambda_2 - B_3 \cdot B_6 / A_9 ; \quad W_8 = \Lambda_3 + B_3 \cdot B_9 / A_9 ; \quad Y_1 = \Lambda_4 - \Lambda_6 \cdot A_9 ;$$

$$Y_2 = \Lambda_7 + \Lambda_6 \cdot B_2 / A_9 ; \quad V_3 = \Lambda_8 + \Lambda_6 \cdot B_6 / A_9 ; \quad V_4 = \Lambda_9 - \Lambda_6 - B_9 / A_9 ;$$

$$V_5 = T_V + B_V \cdot A_1 / A_9 ; \quad V_6 = D_6 + B_V \cdot B_2 / A_9 ; \quad V_7 = E_V - B_V \cdot B_6 / A_9 ;$$

$$V_8 = K_W + B_V \cdot B_9 / A_9 ; \quad y_1 = W_7 - K_5 \cdot K_3 / H_6 ; \quad y_2 = \Lambda + K_5 \cdot K_0 / H_6 ;$$

$$y_3 = W_8 + K_5 \cdot H_7 / H_6 ; \quad y_4 = V_3 - M_7 \cdot K_3 / H_6 ; \quad y_5 = M_6 + M_7 \cdot K_0 / H_6 ;$$

$$y_6 = V_4 + M_7 \cdot H_7 / H_6 ; \quad y_7 = V_7 + K_V \cdot K_3 / H_6 ; \quad y_8 = K_V \cdot K_0 / H_6 ;$$

$$y_9 = V_8 - K_V \cdot H_7 / H_6 ; \quad N_1 = W_5 + y_2 \cdot V_5 / y_8 ; \quad N_2 = W_6 + y_2 \cdot V_6 / y_8 ;$$

$$N_3 = y_1 + y_2 \cdot y_7 / y_8 ; \quad N_4 = y_3 + y_2 \cdot y_9 / y_8 ; \quad N_6 = V_1 + y_5 \cdot V_5 / y_8 ;$$

$$N_7 = V_2 - y_5 \cdot V_6 / y_8 ; \quad N_8 = y_4 + y_5 \cdot y_7 / y_8 ; \quad N_9 = y_6 + y_5 \cdot y_9 / y_8 ;$$

$$S_1 = N_1 + N_2 \cdot W_1 / W_2 ; \quad S_2 = N_3 - N_2 \cdot W_3 / W_2 ; \quad S_3 = N_4 + N_2 \cdot N_4 / W_2 ;$$

$$S_4 = N_6 - N_7 \cdot W_1 / W_2 ; \quad S_5 = N_8 + N_7 \cdot W_3 / W_2 ; \quad S_6 = N_9 - N_7 \cdot W_4 / W_2 .$$

Приложение 2

ПРОГРАММА

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЁТА ТЕПЛИЦЫ С ЭКРАНОМ ДЛЯ

ЭВМ "МИР-2"

```
"РАЗР"5;"Ф"2;Ч=0;ТТ=15;ТВ2=(ТВ+ТН)/2+.5×ВD;3.А=КП×ЭР×ЭП×СО×ФРП×Н
Ю×FУ;А1=1.9×А;А2=.95×А;А3=51.6×А;А4=КП×ЭТ×ЭП×СО×ФТП×FТ;А5=1.32×А
4;А6=.95×А4;А7=.7×А4;В=ЭП×30×СО×ФПО;В1=.95×В;В2=.75×В;В3=.7×В;В4
=ЭП×ЭЭ×СО×ФПЭ;В5=.95×В4;В6=.75×В4;В7=.7×В4;ВS=7.5/FМ1.11;ВR=(7.5
×ФИ1.6×ТВ+11)/FМ1.11;В8=4.47×ТВ+2.86;А8=А5×ТТ-А7;А9=А2+А6+В1+В5+
4.47+ВS;В9=ОП-А3+А8+В +В7+В9+ВR;С=1.85×КВ;С1=(3.6×ТВ-17)×С;С2=3.
6×С;С3=КП×ЭР×30×СО×ФРО×НЮ×FУ;С4=1.9× С3;С5=.75×С3;С6=52.3×С3;С7=К
П×ЭТ×30×СО×ФТО×FТ;С8=1.32×С7;С9=.75×С7;СС=7.7×С7;ВА-КП×В1;ВБ=КП×
В2;ВВ=КП×В3;D=КП×ЭЭ×30×СО×ФЭВ×КЭ;D1=.75×D;D2=.75× D;D3=0×D;Е=4.14
×КВ;Е1=Е×ФИ!2.2×ТВ;Е2=10×КВ×V!.5;Е3=Е2×ТН;Е4=30× СО×КВ;Е5=.75×Е4;
Ю=FП×КВ/К;Е6=(((273+ТН)/100)!4×(.22×Ю-1)+55.3)×Е4;Е7=.5×30×ЭП× СО
×КВ;Е8=.75×Е7;Е9=(55.3-((273+ТН)/100)!4)×Е7;D4=С2+С5+С9+ВБ+D2+Е+
Е2+Е5+Е8;D5=С1-С6-СС-ВВ-D3+Е1+Е3-Е6-Е9+С8×ТТ;КО=5.84×КН;К1=21.7×
КН;К2=КП×ЭЭ×30×СО×ФЭН×КЭ;К3=.75×К2;К4=.58×К2;К5=2.7×К2;К6=КН×7×Ф
И1;К7=6.6×КН×V!.8/LO!.2;К8=К7×ТН;Н=30×СО× Н;Ю1=COS(УГ)×КН/К;Н1=.
58×Н;Н2=(((273+ТН)/100)!4×(.22×Ю1-1)+52.6)×Н;ФО3=.15/ПП;Н3=30×ЭП
×СО×КН×ФО3;Н4=.58×Н3;Н5=(52.6-((273+ТН)/100)!4)×Н3;Н6=КО+К4+К7+Н
1+Н4;Н7=-К1+К5+К6+К8-Н2-Н5;Т=КЭ×(4.44×ТВ-6.1);Т1=4.44×КЭ;Т2=КП×Э
Р×ЭЭ× СО×ФРЭ×НЮ× FУ;Т3=1.9×Т2;Т4=.75×Т2;Т5=52.3×Т2;Т6-КП×ЭТ×ЭЭ×СО×
ФТЭ×FТ;Т7=1.32×Т6;Т8=.75×Т6;Т9=7.7×Т6;ВЭ=КП×В5;ВП=КП×В6;ВТ=КП×В7
;ЕЭ=4.14×КЭ;ЕФ=ЕЭ×ТВ× ФИ!2.2;Л=4.44×КЭ;Л1=6.1×КЭ;DА=D1/КП;DБ=D2/К
П;DС=D3/КП;КА=К3/КП;КБ=К4/КП;КС=К5/КП;Л2=Т1+Т4+ТВ+ВП+ЕЭ+Л+DА+КА;
Л3=Т-Т5-Т9-ВТ+ЕФ+ Л1+DС-КС+Т7×ТТ;М=1.48×АМ×НЮ×FУ;М1=5.39×М;М2=(5.
39×ТВ+90.1)×М;АА=А1/КП;АБ=А2/ КП;АВ=А3/КП;СА=С4/КП;СБ=С5/КП;СВ=С6
/КП;ТА=Т3/КП;ТБ=Т4/КП;ТR=Т5/КП;М3=1.32×FТ/DТ1.25;М4=2.5×М3;М5=2.
5×ТВ×М3;АЯ=А5/КП;АФ=А6/КП;АР=А7/КП;СН=С8/КП;СФ=С9/ КП;СР=СС/КП;ТЯ
=Т7/КП;ТФ=Т8/КП;TL=Т9/КП;ВМ=1+АR×.005×(ТВ-ТН);Л4=М1+АА+СА+ТА ;Л5=
М4+АЯ+СЯ+ТЯ;Л6=АБ+АФ;Л7=СБ+ СФ+(Е2+Е5+Е8)×ВМ;Л8= ТБ+ТФ+(Л+КА)×ВD;М
6=Л×ВD;М7=КБ×ВD;Л9=ОП-М2-АВ-СВ-ТR-М5-АР-СР-TL+(Е -Е6-Е9)×ВМ+(Л1-
КС)×ВD+Л5×ТТ;TV=Т3×ВD;TW=Т7×ВD;НV=ВЭ×ВD;ЕV=(Т1+ Т4+Т8+ВП+ЕЭ)×ВD+D
А;ВР=1+АR×.005×(ТВ2-ТН);КV=(К7+Н1+Н4)×ВР ;КW=TW×ТТ+(Т-Т5-Т9-ВТ+ЕФ
)×ВD+(К8-Н2-Н5)×ВР+DС;W1=С4+ВА×А1/А9;W2=D4-ВА×В2/А9;W3=D1+ВА×В6/
А9;W4=D5+ВА×В9/А9;W5=Т3+ВЭ×А1/А9;W6=DБ+ВЭ×В2/А9; W7=Л2-ВЭ×В6/А9;W
8=Л3+ВЭ×В9/А9;V1=Л4-Л6×А1/А9; V2=Л7+Л6×В2/А9;V3=Л8+Л6×В6/ А9;V 4=Л9
```

```
-Л6×В9/А9;V5=TV+BV×A1/A9;V6=DБ+BV×B2/ А9;V7=EV-BV×B6/A9; V8=КИ+BV×
В9/А9;У1=W7-КБ×К3/Н6;У2=Л+КБ×КО/Н6;У3=W8+КБ×Н7/Н6;У4=У3-М7×К3/Н6
;У5=М6+М7×КО/Н6;У6=V4+М7×Н7/Н6;У7=V7+КV×К3/Н6;У8=КV×КО/Н6;У9=V8-
КV×Н7/Н6;N1=W5+У2×У5/У8;N2=W6+У2×V6/У8;N3=У1+У2×У7/У8;N4=У3+У2×У
9/У8;N6=V1+У5×V5/У8;N7=V2-У5×V6/У8;N8=У4+У5×У7/У8;N9=У6+У5×У9/У8
;S1=N1+N2×W1/W2; S2=N3-N2×W3/W2;S3=N4+N2×W4/W2;S4=N5-N7×W1/W2;S5=
N8+N7×W3/W2;S6=N9-N7×W4/W2;TP=(S5×S3/S2-S6)/( S4-S5×S1/S2);ТЭ=TP×
S1/S2+S3/S2;TOB=TP×W1/W2+ТЭ×W3/W2+W4/W2;TB1=TP×V5/ У8+TOB×V6/У8-Т
Э×У7/У8+У9/У8;TOH=ТЭ×К3/Н6+TB1×КО/Н6+Н7/Н6;ТП=(А1×TP+В2×TOB+В6×Т
Э+В9)/А9;ЖК=М1×TP-М2;ЖП=АА×TP-АБ×TП-АВ;ЖО=СА×TP-СБ×TOB-СВ;ЖЭ=ТА×
TP-ТБ×ТЭ-TR;ЦК=М4×TT-М5;ЦП=АЯ×TT-АФ×ЦП-АР;ЦО=СН×TT-СФ×TOB-СР;ЦЭ=
ТЯ×TT-ТФ×ТЭ-TL;Ц1=ОП+ЖК+ЖП+ЖО+ЖЭ+ЦК+ЦП+ЦО+ЦЭ;ОР=ЖК+ЖП+ЖО+ЖЭ;AS=О
Р/((TP-TB)×FУ×НО);Т Й=TT;"Е"ТП>14.5"ТО"("НА"1);ВЙ=ОП-АЭ-А7+ВЭ+В7+
В8+BR; Т J=(А9×15-А1×TP-В2×TOB-В6×ТЭ-ВЙ)/А5;TT=TJ;i.Ч=Ч+1;TB2=TB1;
"Е"Ч<2"ТО"("НА"Э);"ВЫВ"34,"СТРО",TP,"ПРОБ",ТЭ,"ПРОБ",TOB,"ПРОБ",
TB1,"ПРОБ",TOH,"ПРОБ",ТП,"ПРОБ",Ц,"ПРОБ",ОР,"ПРОБ",ТЙ,"ПРОБ","С
ТРО""ГДЕ"КП=.88;СО=5.67;BD=2;AR=1;ЭП=.9;ЭО=.94;ЭЭ=.9;ЭТ=.9;ЭР=.9
;ФТП=.45;ФТО=.1;ФТЭ=.35;ФРП=.12;ФРО=.05;ФРЭ=.1;ФПО=.3;ФПЭ=.6;ФЭВ
=.3;ФЭН=1;АМ=.95;LO=70;ТВ=15;ОП=45;ФИ=.8;ФИ1=.6; БИ=.4;КЭ=.95;КВ=
.11;КН=1.17;К=1.28;РМ=1,4;УТ=.45;ПШ=22;DT=.051;НО=7.03;FУ=.088;F
Т=.064;ТН=-50;V="КОН"◊
```

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕПЛИЦ ДЛЯ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Издание отдела НТИ Гипрониселъпрома
(Орел, ул. Комсомольская, 66)

Ответственный за выпуск А.А. Косырин
Редактор З.В. Подписано к печати 11.12.85г.
Объем 3 п.л. Тираж 300 экз.

Отп.в отд.ЮМР объединения "Орелоблмашинформ
Зак.№ 22 фм - 15842

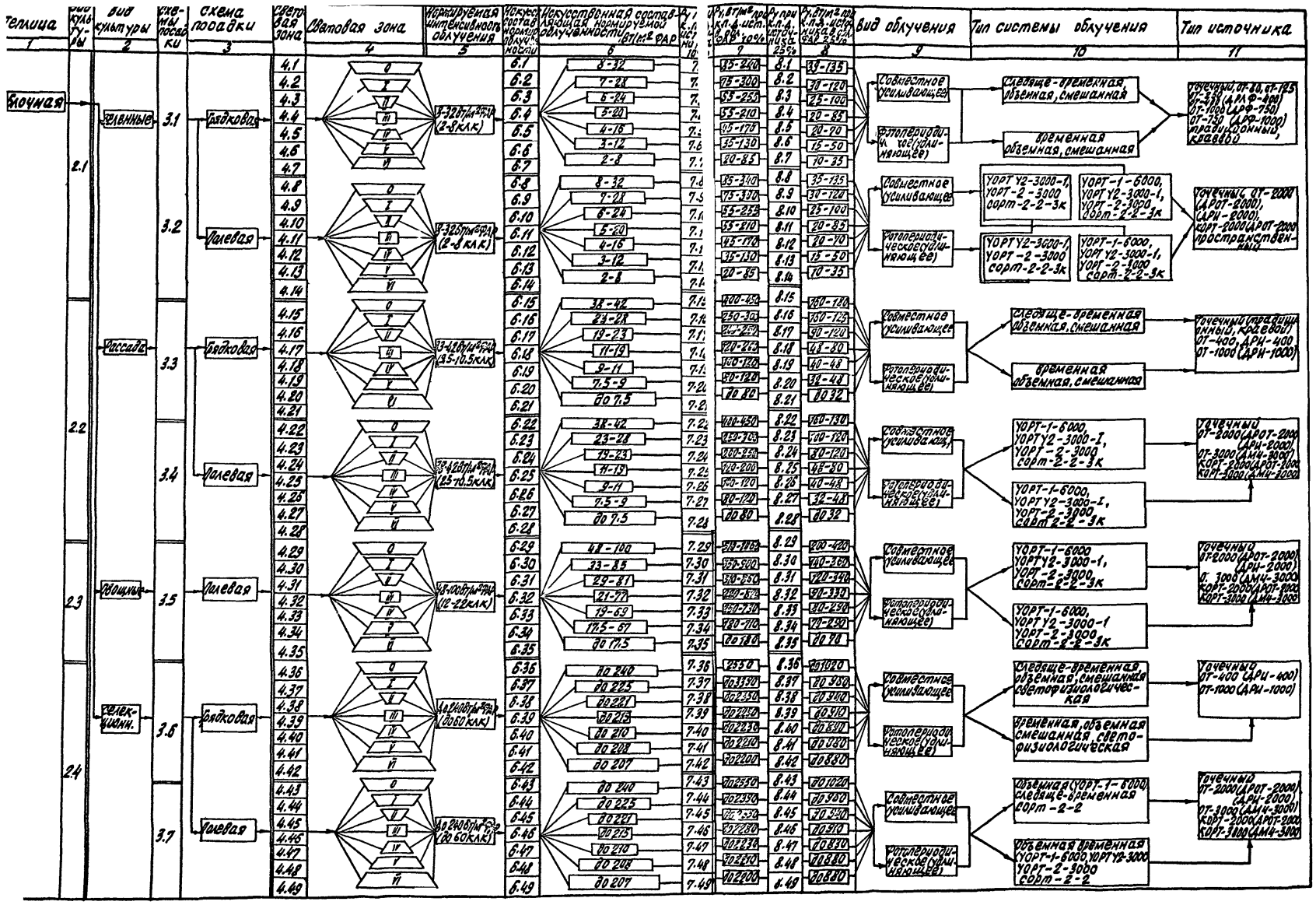

Рис. 8. Схема выбора светотехнического оборудования (типы системы и источника) для облучения растений в блочной теплице

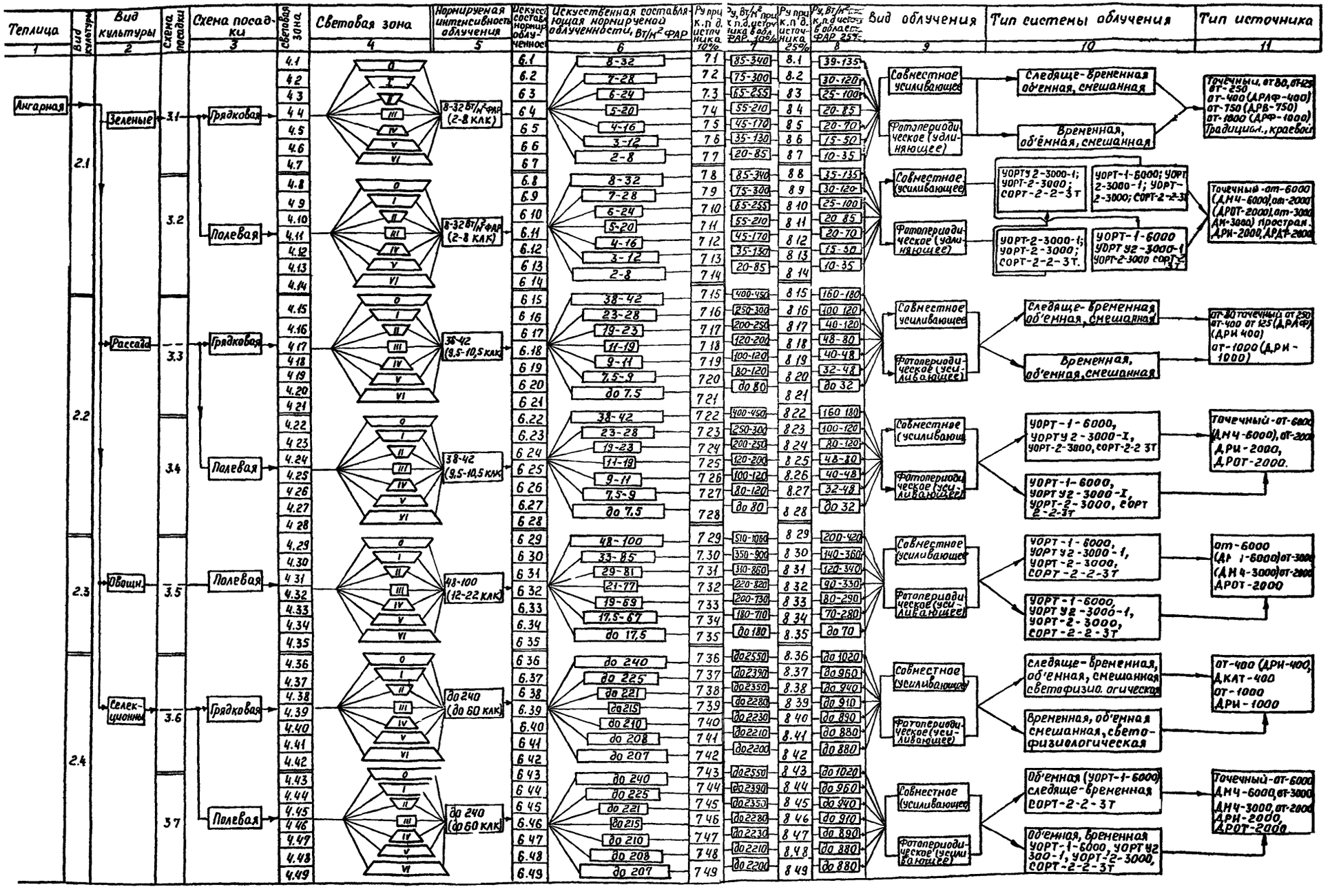

Рис. 9. Схема выбора светотехнического оборудования (типы системы и источника) для облучения растений в ангарной теплице

gost.e-ecolog.ru