НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ СССР
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
СУБТРОПИЧЕСКИХ КУЛЬТУР
Всесоюзный
Научно-Исследовательский
Институт Влажных Субтропиков

THE PEOPLE'S COMMISSARIAT
of AGRICULTURE of USSR
THE CHIEF BOARD
of SUBTROPICAL CULTURES
The All-Union
Scientific Research
Institute of Humid Subtropics

ТОМ I
VOLUME I

ВЫПУСК I
SERIES I

ТРУДЫ

Всесоюзного Научно-Исследовательского Института Влажных Субтропиков

WORKS

of

THE ALL-UNION SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF HUMID SUBTROPICS

СУХУМИ 1937 SUKHUMY

ТОМ I ВЫПУСК I

ТРУДЫ
Всесоюзного Научно-Исследовательского Института Влажных Субтропиков

АЛЕКСАНДРОВ А. Д.

Гелиооранжереи и применение их для субтропических культур

Республиканская библиотека Наркомпроса Абхазской АССР
Наркомпрос РЕСПУБЛИКАНСКАЯ БИБЛИОТЕКА

НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА АБХАЗИИ им. И. Г. ПАПАСКИР
Отдел национальной и краеведческой литературы

СУХУМИ
1937

VOLUME I SERIES I

WORKS

of

THE ALL-UNION SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF HUMID SUBTROPICS

HELIO-HOTHOUSES AND THEIR APPLICATION FOR SUBTROPICAL CROPS

ALEXANDROFF A. D.

SUKHUMУ
1937

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящей работе мы заостряем внимание читателей на ряде актуальных вопросов, связанных со строительством и проектированием стеклянных перекрытий, а также с их наиболее рациональным использованием. Нельзя разделить работу по проектированию оранжереи и ее эксплоатации. Инженер, проектируя перекрытие, должен знать его назначение, специализацию и условия эксплоатации, поскольку от конструктивных особенностей оранжереи зависит ее микроклимат, влияющий на рост, развитие и плодоношение растений. Для составления проектного задания необходимо знать требования культур и их реакцию на факторы внешней среды. Давая задание по составлению проекта, мы должны предопределить его световой и гигротермический режим, способы регулирования отдельных метеорологических факторов, элементы механизации процессов по уходу за растениями, почвой и перекрытием.

Для агроперсонала очень важно знать, какой именно следует поддерживать режим для отдельных культур, какие вредные последствия могут иметь место в условиях закрытого грунта, как идет рост и развитие растений и т. д.

В данной работе мы рассматриваем весь комплекс вопросов, начиная с проектирования и строительства и кончая вопросами агроэкологии и агротехники. В первой части мы даем научные основы проектирования и конструирования оранжерей. Во второй выявляется возможность применения солнечного обогрева в различных климатических условиях и влияние их на эффективность солнечного обогрева. В третьем и четвертом разделе даются итоги испытания гелиооранжереи в зоне влажных субтропиков и агрометеорологическая характеристика лимона. В заключение приводится агротехника и экономика цитрусовых в условиях защищенного грунта. Для решения отдельных вопросов мы привлекали различных специалистов. Отметим, что для нас, агроэкологов, гелиотехника была средством, а не целью. Мы использовали современные достижения гелиотехники в области тепличного хозяйства с целью его реконструкции и рационализации, поскольку защищенный грунт в ближайшие годы займет соответствующее ему место.

Отказавшись от искусственного обогрева в ряде теплых районов Союза мы сэкономим колоссальные средства, так как стоимость системы обогрева и топлива часто превышает стоимость самого перекрытия.

Наши поиски специальной иностранной литературы в области гелиотехники многого не дали. Это же констатировано в гелиотехническом Институте (ГЛЭИН'е) и позже в Узбекском Государственном Университете (УзГУ), где шла научная работа по использованию солнечной радиации для оранжерейного хозяйства. Недостаток иностранной литературы по этому вопросу отметили проф. Вейнберг Б. П., академик Иоффе А. Ф. и академик Вавилов Н. И. на совещании в Физико-Агрономическом Институте (Ф. А. И.) весной 1936 года, на докладе ВНИИВС'а, который был посвящен вопросам гелиотепличного строительства в СССР.

Проводимая ВНИИВС работа еще не закончена. Многое следует доработать, изучить путем постановки специальных опытов и исследований, но учитывая, что жизнь не ждет и часто опережает науку, мы в настоящей работе сообщаем результаты исследований, проведенных в течение 5 лет. Дальнейшие работы помогут внести изменения и дополнения к нашим выводам, тем более, что гелиотехника и агроэкология за последние годы быстро двигаются вперед.

В проработке отдельных вопросов, изложенных нами, принимал участие коллектив научных работников. В средней Азии в Гелиотехническом Институте (ГЛЭИН'е) и Узбекском Гидрометеорологическом Институте (УзГУ) научное руководство в области гелиотехники осуществлял проф. Титов А. М. Принимали участие в экспериментальной работе научные сотрудники УзГМИ т.т. Ильин В. К. и Вишневский В. Н. и зав. сектором агрометеорологии УзГМИ Л. К. Еленев. Гелиотехнические расчеты, приведенные в работе, провел по нашей просьбе Н. Н. Боев.

Испытание гелиооранжерей в зоне влажных субтропиков и агроэкологические исследования были проведены ВНИИВС в 1934—36 г. в Сухуми и других точках зоны влажных субтропиков.

Во ВНИИВС'е, при агроэкологических исследованиях в 1934 — 35 г., научное руководство осуществлял проф. Попов В. П. и в 1935—36 г. проф. Софотеров Н. К. ,за что считаю своим долгом принести им особую благодарность.

АВТОР.

I.

Основы проектирования и конструирования гелиооранжерей

Нигде строительство перекрытий из стекла не имеет таких перспектив, как в нашей социалистической стране. Территория Советского Союза по своему местоположению находится в самых различных физико-географических условиях, что отражается на специализации сельскохозяйственного производства отдельных республик и областей.

Наряду с зоной субтропиков, где усиленным темпом идет развитие субтропического хозяйства, мы имеем обширные области с более холодным климатом, специализация которых может базироваться лишь на более холодостойких культурах. Много сделано для того, чтобы изменить старые границы распространения южных культур и приблизить производственную базу к потребителю, но еще больше предстоит сделать в будущем. Социалистическая реконструкция сельского хозяйства нашей страны, — организация колхозов и совхозов, открыла неисчерпаемые возможности для развития субтропического хозяйства на подлинно научной основе и в то же время обеспечила необходимую маетриальную базу. В деле продвижения субтропических теплолюбивых и др. культур на север решающее значение имеет строительство стеклянных перекрытий, которые в ближайшем будущем покроют много тысяч гектаров советской земли как в городе, так и в деревне. Они строятся в континентальной Средней Азии, где суровые зимы сменяют теплый период года, который обеспечивает необходимую сумму тепла для субтропических растений, в зоне влажных субтропиков, где в условиях открытого грунта не удается культура тропических растений и, наконец, в северной части Союза, где климатические условия явно неблагоприятны для многих теплолюбивых культур. В ближайшем будущем предстоит выравнять график потребления плодов и овощей как по территории, так и во времени, при чем наряду с мероприятиями по организации плодоовощехранилищ и созданию специального транспорта для внутренних перевозок, соответствующее место займет и тепличное строительство. По второму пятилетнему плану (1) застекленная площадь по Союзу ССР с 600 га 1931 года должна быть доведена до 5000 га к 1937 году. В последующие годы перераспределение культур и создание искусственного климата пойдет более

быстрыми темпами, а что это будет так, достаточно взглянуть на оранжерейное хозяйство в Хибинах, Москве, Ленинграде, Днепрогэсе и др. местах Союза, чтобы убедиться в реальности нашей победы над природой.

Проф. Дунин-Барковский (2) правильно называет оранжереи «зелеными фабриками». Земельная площадь в них действительно используется весьма интенсивно, и с нее можно получить, в зависимости от скороспелости культур, от 4 до 10 урожаев в год.

Земледелие под стеклом не знает неурожайных лет, поскольку все основные воздействующие метеорологические факторы находятся в руках человека. Оно возможно в любых районах, вне зависимости от климата и погодных условий. При существующих достижениях науки и техники мы можем дать искусственное солнце в виде электрических ламп особой мощности и устройства, нужный тепловой режим, не говоря об условиях влажности почвы и воздуха, которые могут быть регулируемы с достаточной быстротой и точностью.

В соответствии с возможностью управлять климатом, в оранжерейном хозяйстве продукция может быть получена желаемого качества, так как взаимосвязь между факторами среды и биопроцессами растения достаточно велика. Касаясь производственных процессов в условиях защищенного грунта можно отметить, что большинство из них может быть механизировано. Наконец, в зимний период хозяйство под стеклом поглощает излишек свободной рабочей силы, что для баланса труда и экономики хозяйства имеет большое значение.

Оранжерейное хозяйство в условиях советских субтропиков

Не касаясь более северных районов, где защищенный грунт специализируется, главным образом, на производстве овощей, различной рассады и цветов, остановимся на задачах тепличного хозяйства в условиях сухих и влажных субтропиков Союза.

Повторяемость холодных зим, продолжительность и интенсивность заморозков являются основными отрицательными явлениями в природе сухих и влажных субтропиков. Прочие элементы среды, как продолжительность вегетационного периода, сумма тепла, влажность почвы и воздуха и др., не являются ограничивающими факторами и могут быть мелиорированы. Следовательно, дальнейшее развитие цитрусовых насаждений, главным образом, зависит от правильного решения проблемы борьбы с морозами. В настоящее время значительная часть лимонных насаждений малоурожайна из-за частого обмерзания плодовых побегов, почему борьба за урожай цитрусовых неразрывно связывается с мероприятиями по борьбе с заморозками.

Опыты, проводимые за границей, а также результаты исследований ВНИИВС'а в зоне влажных субтропиков зимой 1934—1935 года, сигнализируют о несовершенстве существующих методов борьбы с морозами. Так, например, удалось доказать отрицательное влияние на растения и их продуктивность различного рода индивидуальных покрышек принятого типа, которые из-за недостаточной светопроницаемости нарушали физиологичес-

кие функции растений и понижали их морозостойкость и жизнеспособность. Незначительная термическая эффективность покрышек, а подчас полное ее отсутствие, что зависит от типа перекрытия и условий погоды (заморозки адвективного происхождения), заставляют применять дорогостоящий метод индивидуального обогрева под покрышками, экономически неприемлемый в условиях крупного цитрусового хозяйства.

Открытый обогрев плантаций также не гарантирует полной сохранности насаждений от повреждений морозами, так как в отдельные годы понижения температуры возможны до —10° —12° С, а термическая эффективность имеющихся у нас двухтрубных американских грелок в среднем не превышает 3—4° С.

Таким образом можно говорить лишь об уменьшении опасности, но не полной ее ликвидации, несмотря на высокую стоимость (15—17 тысяч руб. эксплоатационных расходов в год на 1 га) этого защитного мероприятия.

Химические методы борьбы с заморозками (дымотуманные завесы), вне зависимости от эффективности, имеют частное значение, поскольку успех их применения зависит от погодных эксцессов: ветра, могущего сдуть завесу, небольшой удельной влажности воздуха (фен) при которой туман не образуется, мороза адвективного происхождения, при котором эффективность завесы сводится к нулю и т. д.

Наконец различного типа сплошные непрозрачные перекрытия, в частности гардинского типа, шторные по проекту инж. Протопопова, как показал предварительный опыт, недостаточно эффективны, не говоря уже о том, что они экономически невыгодны, т. к. стоят от 150 до 500 тысяч рублей на гектар.

Учитывая неполную обеспеченность грунтовой культуры лимона защитными мероприятиями, ряд государственных и хозяйственных организаций (Лиммантрест, Тресты совхозов Аджаристана, Азербайджана, Абхазии и др.) начали вести культуру лимона в условиях защищенного грунта, в оранжереях.

Использование оранжерейного хозяйства в субтропической зоне СССР должно пойти в строго определенном направлении. В основном защищенный грунт должен решить следующие задачи субтропического растениеводства:

1) Обеспечить производство 150—200 миллионов плодов лимонов (необходимых на первое время) ежегодно, независимо от погодных условий, которые имеют место в субтропической зоне. Урожайность насаждений защищенного грунта должна быть максимальной, ежегодной, с плодоношением в течение круглого года.

Имеющаяся сезонность производства цитрусовых не может удовлетворить требований нашей страны, т. к. лимоны в СССР не являются предметом роскоши. В течение всего года в них нуждаются наши санатории, дома отдыха, больницы, детские сады и ясли, жители северных окраин и все трудящиеся в целом.

Поэтому, на защищенный грунт мы смотрим не только как на меру защиты от мороза, но ставим условием вегетацию и плодоношение растений в течение всего года, что пока не может дать хозяйство открытого грунта.

2). Значительный интерес для субтропической зоны представляют та-

кие тропические растения, как хинное дерево, которое нуждается в застекленном грунте для семенного размножения и сохранения укорененных саженцев, а также целый ряд других плодовых и лекарственно-технических растений, способы возделывания которых связаны с оранжерейным хозяйством.

3) Проблема зимнего овощеводства в субтропиках не решена по отношению к таким теплолюбивым, наиболее ценным культурам, как например, томаты. Междурядия цитрусовых в защищенном грунту можно с успехом использовать под зимние овощи, производство которых удешевит себестоимость основной продукции плодов лимона. Наконец, производство зимних прививок, рассады овощных и декоративных культур и целый ряд других мероприятий, связанных с выращиванием субтропических и тропических растений, проводится в условиях защищенного грунта, на строительство которого затрачиваются колоссальные средства.

Особо важное значение оранжерейное хозяйство имеет для научно-исследовательской работы, в частности для селекции.

В оранжереях с соответствующими микроклиматическими условиями можно сохранить лучшие маточники и генофонд. Скрещивание отдельных видов и сортов будет возможно в любое время года, что несомненно ускорит работу селекционеров. Также ускоряется период выращивания сеянцев-гибридов.

Изучение различного типа стеклянных перекрытий в зоне влажных субтропиков показало большое разнообразие в конструктивных формах строящихся и уже построенных оранжерей. Но соответствующие научно-исследовательские центры еще не разработали типовых проектов специализированных культивационных помещений для отдельных культур и районов Союза. Также недостаточно проработаны научные основы для проектировки, конструирования и строительства стеклянных перекрытий.

Большая часть из существующих способов теплофикации не отвечает требованиям крупного специализированного оранжерейного хозяйства, что подтвердилось исследованиями ВНИИВС'а в совхозах нашей субтропической зоны. Необходимо найти более простые и более дешевые способы отепления, что приблизит продукцию к массовому потребителю.

Но недостаточно иметь правильно сконструированное перекрытие, обеспеченное тепловой энергией. Не менее важной задачей является правильное и рациональное освоение застекленного грунта и наиболее выгодная его эксплоатация. Для того чтобы повысить производительность растений, необходимо знать их требования к окружающей среде, выявить их взаимосвязь и, следовательно, найти соответствующие методы воздействия. Мы имели случаи, когда имеющаяся тепловая энергия была использована с большим вредом для растений. Из-за незнания среды и требований растений к ней не раз губились и урожай и растения. Как видим, перед нами стоит комплексная задача, поскольку тип и конструкция перекрытия влияют на микроклимат грунта, а от последнего зависят рост, развитие и плодоношение растений. Следовательно, советская наука должна теперь же дать производству:

1. Простые по управлению, наиболее дешевые, требующие небольших капиталовложений способы теплофикации перекрытий.

2. Научные основы проектирования и конструирования стеклянных перекрытий с их специализацией для отдельных культур, а также для различных климатических зон.

3. Научно обоснованные пути и методы освоения защищенного грунта, базирующиеся на знании среды, требований растений к ее условиям и взаимосвязи между воздействующими факторами среды и ростом, развитием и плодоношением растений.

Вопросы теплофикации оранжерей и их конструкции

Большая часть из существующих способов теплофикации культивационных помещений не отвечает требованиям крупного специализированного оранжерейного хозяйства для массового производства дешевой продукции.

Все имеющиеся способы отепления требуют больших капиталовложений на оборудование и значительных затрат на отопление. Часто система отепления стоит дороже, чем культивационное помещение. Более того, иногда стоимость эксплоатации некоторых систем отепления за год (вернее сезон) превышает стоимость самой оранжереи.

Приведем для характеристики стоимость различных способов обогрева по нашим и литературным данным (3) (4).

Таблица № 1.

Стоимость различного способа обогрева 1 га застекленной площади

	Стоимость системы отепления	Эксплоатационные расходы в один год
Биологическое отепление	—	108.000
Централ ное водяное отепление	170.000	88.100
Электрообогрев	100.000	214.000
Боровое отопление	220.000	187.000
Воздушный обогрев	175.000	31.800
Солнечный обогрев	27.000	2.700

Стоимость гектара перекрытия блочного типа без системы обогрева, по данным Брызгалова, исходя из лимитных цен 1932 года, примерно обходится в 180.000 рублей. Гелиооранжерея за счет двухстекольной защиты обходится на 15 проц. дороже обычной теплицы, что мы условно отнесли за счет стоимости системы обогрева. При амортизации в 10 лет солнечный обогрев на гектар застекленной площади обходится в 2700 руб. т. е., иначе говоря, наиболее дешевый способ отепления оранжерей, это использование солнечного тепла.

Этот вид тепловой энергии имеется везде и в той или иной степени может быть использован в большей части Советского Союза.

Анализируя другие способы обогрева, можно констатировать, что они или дороги или неприменимы в крупном хозяйстве, как например, биологический и боровой обогрев. Первый невыгоден из-за больших затрат на транспорт и рабсилу при малой температурной эффективности, а второй неприменим по техническим соображениям, т. к. использование боровов

связывается со стеллажным методом культуры растений, который применяется только в небольших теплицах и грунтовых сараях.

Пароводяное отопление требует большого количества остродефицитных материалов, так как на 1 га застекленной площади необходимо уложить около 15 километров труб (5).

Стоимость системы обогрева этого типа колеблется от 220.000 (по данным Берлизова) до 70.000 р. (по данным Брызгалова) что, конечно отражается на стоимости продукции.

Использование отходов технического тепла ограничивается теми же условиями и, кроме того, не всегда около завода и фабрики имеется нужная площадь земли и не везде, где есть потребность в постройке оранжереи, имеются заводы и фабрики, могущие дать нужное тепло.

При постановке вопроса об использовании газов и горячих источников в Дагестане и Азербайджане снова придется столкнуться с трубопроводом, т. к. для создания нужных условий среды в первую очередь должна быть согрета почва, а не воздух, как это показывают современная наука и мировой опыт.

Кроме того, источники с горячей водой расположены в удаленных районах с солончаковой почвой. Трудно сказать, как будет решен вопрос орошения, но принцип использования горячих вод неясен в силу быстрой амортизации труб из-за кристаллизации солей.

Надо полагать, что с экономической точки зрения в климатических условиях Дагестана и Азербайджана применение искусственного обогрева будет невыгодно вообще, не говоря о трудностях использования газов и горячих источников. Там много солнечного тепла, которое и следует использовать для обогрева оранжерей.

Электрообогрев во многих районах СССР неприменим из-за отсутствия дешевой электроэнергии, да и не везде еще есть электроустановки. Ориентируясь на ближайшее пятилетие, можно говорить только о подсобном использовании электроэнергии. Стоимость электрообогрева (5) за один отапливаемый сезон составляет около 200 тысяч рублей на 1 га, что экономически невыгодно, т. к. расход только по отеплению составляет 3 рубля на килограмм продукции.

Обогрев горячим воздухом по системе, описанной инж. Протопоповым, (13), неприменим по целому ряду соображений, в частности, при деревянных трубах почва не нагревается, и в зимний период, при недостаточном солнечном обогреве, становится «физиологически» сухой *). Теплый воздух и холодная почва вызывают сбрасывание растениями листвы, что сводит урожайность вечнозеленых растений, например лимона, к ничтожным величинам.

Мы умышленно еще раз остановили внимание читателя на современных методах теплофикации оранжерей, так как этот вопрос в настоящее время не решен. Очевидно, в ближайшее же время необходимо дать новые, более совершенные методы теплофикации и изыскать другой, более деше-

---

*) В данном случае под термином «физиологически сухая почва» мы понимаем недоступность имеющейся в почве влаги для растений в силу низкой температуры почвы, вызывающей уменьшение всасывания влаги корнями растений.

ный вид тепловой энергии. Как мы увидим дальше, гелиооранжереи, обогреваемые за счет использования лучистой энергии солнца, дают вполне благоприятный выход из создавшегося положения в значительной части районов Советского Союза.

Касаясь конструкции оранжерей, необходимо указать, что в зависимости от типа помещения меняются микроклиматические условия оранжереи и способы регулирования гигротерморежима. Например, при воздушном обогреве создать нужные температурные условия в почве очень трудно. Воздух приходится искусственно увлажнять. При обогреве теплицы трубами, заложенными в почве, очень дорого обходится их установка и эксплоатация; кроме того, трудно добиться равномерного обогрева грунта. Регулировать гигротерморежим в большой оранжерее задача очень трудная и при этом дорогостоящая, так что и этот вопрос нуждается в соответствующем разрешении.

При сильных морозах в обычных теплицах, для уменьшения теплопотерь через стекло, обычно применяются маты. Они дороги сами по себе, при укладке и снятии часто бьются стекла, и вообще это мероприятие значительно повышает расход рабсилы и себестоимость продукции. Было бы желательно от мат отказаться совсем.

При одностекольной защите внутри теплицы на стеклах появляется так называемая капель. Падающие капли вредят растениям. Для стока образующейся на стеклах воды приходится устраивать специальные желоба. Борьба с вредной капелью до настоящего времени не механизирована. От этого явления необходимо избавиться вообще или свести на-нет его вредное значение.

Мы не будем дальше перечислять дефекты, замеченные в современных типах культивационных помещений, — их еще много. Методика конструирования и проектирования теплиц почти не разработана, и значительная часть имеющихся в СССР стеклянных перекрытий научно не обоснована. Пока отметим, что новый тип и конструкция гелиооранжерей устраняют почти все замеченные дефекты. Подробнее на этом остановимся ниже, а пока вкратце проанализируем вопросы экологического значения.

Задачи агроэкологии и защищенный грунт

Для того чтобы повысить производительность растений, необходимо знать их требования к условиям окружающей среды, выявить их взаимосвязь и найти методы воздействия. В оранжерейном хозяйстве большая часть воздействующих метеорологических факторов может быть изменена волей человека. Следовательно, в условиях защищенного грунта мы имеем все предпосылки для получения максимальных урожаев. Но, к сожалению, требования большинства тепличных культур изучены недостаточно, а не зная требований данной культуры к окружающей его среде, мы не сможем создать нужной обстановки, стимулирующей рост и плодоношение растений.

Зная оптимумы основных воздействующих метеорологических факторов в оранжерейном хозяйстве, можно с успехом организовать борьбу с отрицательными явлениями и стимулировать положительные, что отразится на урожайности и доходности культур.

По отношению к культуре лимона под стеклом, в настоящее время предстоит решить целый ряд весьма актуальных вопросов. Лимон—растение короткого дня, и родиной его считаются Китай и Индия. Лимон не имеет периода физиологического и ростового покоя даже в условиях советских субтропиков, где в зимний период чувствуется недостаток тепла. В зимнее время, в период теплой погоды, идет энергичный процесс дыхания и фотосинтеза (15), наблюдались случаи роста побегов, плодов и бутонов.

Все это говорит о том, что в условиях оранжерейного хозяйства нецелесообразно создавать условия для прекращения вегетации, наоборот, затраты на защиту скорее оправдаются, если цветы летнего, осеннего и зимнего периода дадут урожай, а они у ремонтантных форм составляют не менее 30—35 проц. по отношению к весеннему цветению.

Как будет реагировать лимон на повышенный режим тепла и влажности в зимний период? Какие температуры будут оптимальны? При какой влажности воздуха цветы дадут нормальные завязи, как отразится на растениях сокращенный фотопериод зимнего времени, какова будет общая урожайность и, наконец, как пойдут физиологические процессы, которые решают и общее развитие и урожайность культуры?

Касаясь микроклиматических условий искусственно обогреваемых оранжерей вообще, следует отметить их своеобразный термический режим, который поддерживается на высоком уровне с небольшой амплитудой колебания температуры. Этот режим противоположен созданию постоянно суровых условий среды для получения искусственного периода покоя. Известно, что растению свойственны ритмы смены температур дня и ночи, от зимы к лету и обратно. Поддерживая высокую температуру в оранжерее, мы стимулируем распад запасенных днем на свету ассимилятов, и большая часть углеводов и жиров теряется бесполезно растением за счет повышенного процесса дыхания в ночное время. В зимнее время, при недостатке солнечного освещения, плюс и минус в интенсивности дыхания может решить вопрос, будет ли растение стоять выше или ниже границы «голодания» (6). Следовательно, амплитуда колебания температуры в жизнедеятельности растений имеет большое значение, и можно думать, что с уменьшением ночной температуры (до известного предела) будет уменьшаться энергия дыхания и повышаться коэффициент усвоения ассимилятов, что положительно отразится на накоплении органического вещества.

Подводя итоги сказанному выше, можно предположить, что, приближая климат оранжереи за зимний период к естественным условиям более теплого месяца, мы добьемся более нормального и продуктивного развития лимонов, которые при весеннем снятии застекленных рам будут продолжать свое развитие в естественных условиях открытого грунта, в то время как растения, изнеженные в тепличной, неестественной обстановке, будут страдать, перестраивая свои анатомо-морфологические функции в новых, значительно отличающихся условиях внешней среды.

В искусственно обогреваемых оранжереях регулировать и поддерживать необходимый термический режим очень трудно, а подчас и невозможно. Для сохранения кривых хода температуры пришлось бы постоянно наблюдать за отопительной системой и иметь соответствующие приспособления для ее регулирования. Наиболее простой метод управления микроклиматом может быть получен в таких оранжереях, где какая бы то

ни была система отопления отсутствует совершенно. Оранжерея с солнечным обогревом даст нужный эффект и в этом отношении, поскольку ее температура связан с ритмом смены температуры открытого грунта и изменениями погоды.

Использование солнечной энергии для обогрева оранжерей

Мощность лучистой энергии солнца охарактеризована многими авторами. На ближайший теологический период она неиссякаема. Проф. Вейнберг Б. П. в работе «Желтый уголь» (7) довольно подробно осветил историю развития идеи использования солнечной энергии. В 1931-32 году, в целях централизации проводимых работ в области гелиотехники и единого руководства, был организован Средне-Азиатский Гелиотехнический Институт (переименованный позднее в ГЛЭИН) *), где научно-исследовательская работа по использованию солнечной энергии в различных областях народного хозяйства шла под руководством проф. А. М. Титова.

Использование солнечной радиации для обогрева теплиц впервые в СССР было осуществлено на Самаркандской агрометстанции, где в 1931 г.

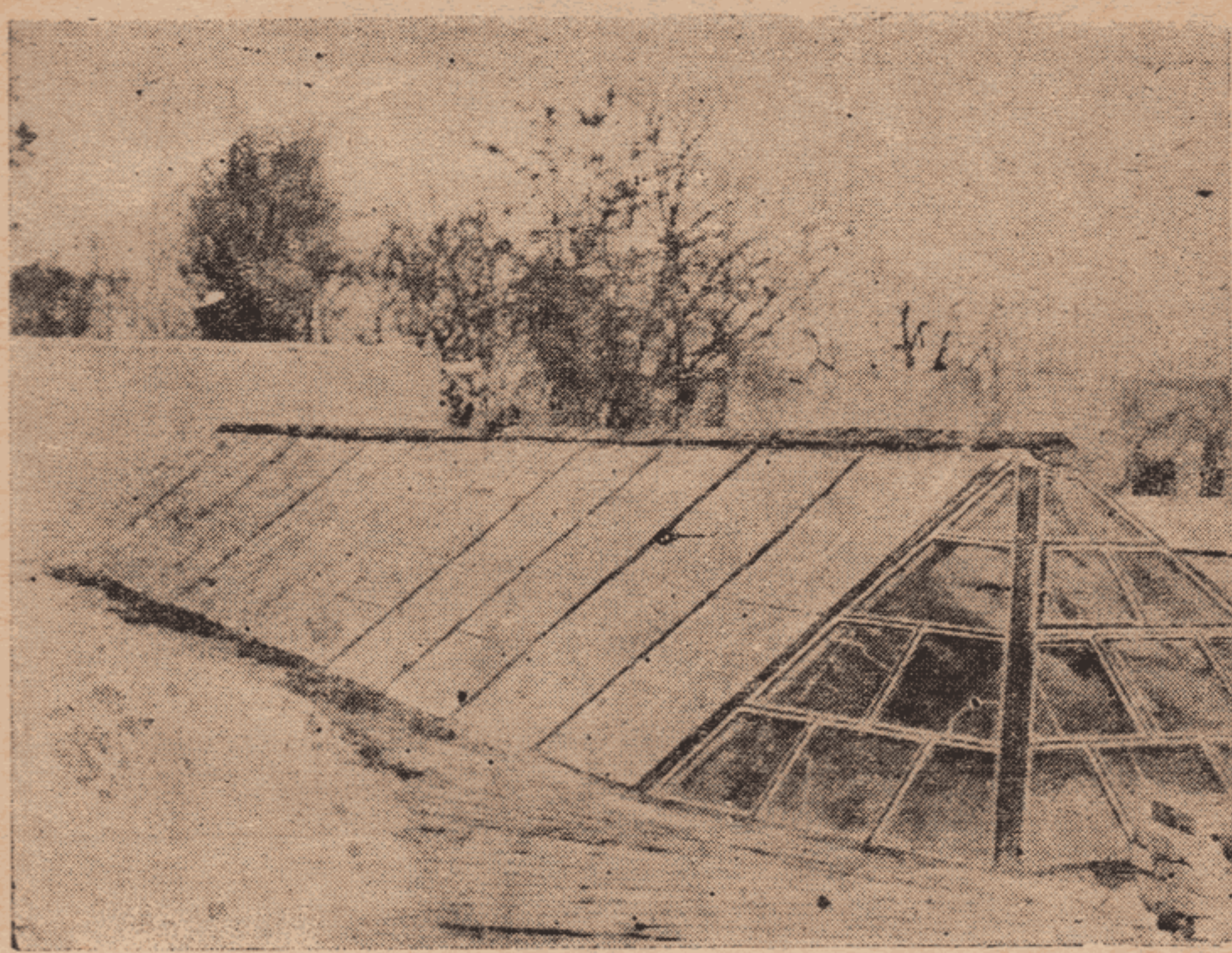


Рис. 1. Первая опытная гелиотеплица Узбекского Гидрометеорологического Института в Самарканде

автором была построена первая гелиотеплица, обогреваемая только за счет аккумуляции солнечного тепла. Параллельно около Ташкента на

*) Гелиолаборатория Энергетического Института при Академии Наук.

ст. Каунчи, В. Б. Вейнберг (ЭИН) *) построил парники с солнечным обогревом, изучение которых было не закончено, так как они были ликвидированы ГЛЭИН'ом по целому ряду соображений научного и технического порядка.

В 1932 году на Самаркандской агрометстанции ГМИ **) под руководством автора была выстроена опытная трехзвенная гелиооранжерея блочного типа, которая изучалась в течение 1932-34 гг. Результаты первых испытаний были опубликованы (8), почему на них мы останавливаться не будем. Научные основания и детальные гелиотехнические расчеты по проектировке гелиооранжереи были проведены позднее в ГЛЭИН'е в 1934 году бригадой научных работников, в составе бригадира А. Д. Александрова, инженера-гелиотехника Н. Н. Боева, физика В. П. Кислова и др., под общим научным руководством проф. Титова А. М. Бригадой была проведена комплексная работа по теоретическому обоснованию конструирования и проектирования овощной и хлопковой гелиооранжереи, которая опубликована в трудах Узбекского Государственного Университета (14).

Рис. 2. Общий вид гелиооранжереи Узбекского Гидрометеорологического Института в Самарканде

Несмотря на вполне благоприятные выводы, полученные в результате научной и экспериментальной работы, научно-техническая общественность Ср. Азии недостаточно внимательно отнеслась к новым методам теплофикации и конструкцирования оранжерей, и опытная гелиооран-

*) Энергетический Институт.
**) Гидрометеорологический Институт.

жерея на Самаркандской агрометстанции в 1934—35 году, из-за отсутствия ремонта и ухода, вышла из строя.

Это отразилось на продолжении исследований, которые предполагали развернуть Туркменский Ботанический Институт, НКЗем Узбекской ССР и другие организации, и дальнейшие работы, в связи с ликвидацией УзГМИН'а и ГЛЭИН'а, были остановлены.

Осенью 1934 года, на с'езде по защите от морозов, организованном Главным Управлением Субтропических Культур при НКЗеме СССР, по докладу А. Д. Александрова (ГЛЭИН) (10) вновь было вынесено решение о производственном испытании гелиооранжерей в Средней Азии и опытном—в условиях зоны влажных субтропиков. В соответствии с решением с'езда, ВНИИВС по проекту автора построил опытную гелиооранжерею для культуры лимонов в г. Сухуми. На результатах проведенных испытаний в зимы 1934—35 и 1935—36 гг. мы и остановимся в данной работе, надеясь, что новые положительные данные, полученные в совершенно иных климатических условиях, окончательно убедят соответствующие организации в эффективности новых методов конструирования и теплофикации застекленного грунта. На этом мы историю вопроса закончим и вкратце охарактеризуем интенсивность потока лучистой энергии солнца, падающего на нашу планету, который может быть использован для отепления защищенного грунта.

Не имея под руками обширных материалов по солнечному кадастру Союза, приведем для характеристики мощность лучистой энергии по 3 точкам: в районе Москвы, в Средней Азии и на Черноморском побережье (11).

Таблица № 2.

Количество тепла, получаемого от солнца на 1 см.^{2} горизонтальной поверхности (в мал. калориях):

	Широта	За период	X	XI	XII	I	II	III	За год
Ташкент	40°	1925—30	7170	3730	1850	2450	2750	5300	103000
Феодосия	45°2	1925—30	4150	1770	560	1010	1920	4000	71600
Москва	55°	1914—28	1610	298	150	290	997	3101	52540

В данном случае приведена реальная мощность, которая высчитана на основе учета количества часов солнечного сияния в данной местности, так как климатические условия вносят весьма существенные поправки в сторону уменьшения напряжения, особенно в зимний и весенний периоды, когда облачность достигает своего максимума.

В таблице мы привели лишь месяцы, представляющие интерес для тепличного хозяйства, из которой видно преимущественное положение Средней Азии. Но нельзя забывать, что температурные условия зимнего периода неодинаковы, и в Средней Азии, при большом солнечном освещении, мы имеем более низкие температуры, что, конечно, не замедлит сказаться на термическом режиме оранжереи с солнечным обогревом

Таблица № 3.

Средний минимум температуры воздуха

Месяцы	X	XI	XII	I	II	III	Примечание
Средняя Азия — Ташкент	5,4	1,5	—2,0	—5,0	—2,5	2,7	
Черноморское побережье – Феодосия	9,5	3,4	0,4	—2,3	—1,5	1,4	По данным Главной Геофизической обсерватории
Сухуми — зона влажных субтропиков	12,6	8,2	4,9	3,0	2,9	5,7	Сухуми-Метстанц.

В зоне влажных субтропиков средняя минимальная температура наиболее высокая, что полностью компенсирует недостаток солнечного сияния.

Совсем другая мощность может быть получена при падении лучей солнца на перпендикулярную поверхность. Приведем данные вхождения радиации для различных широт и углов наклона остекленной поверхности в декабре, а также на одной широте, но в разные месяцы года.

Таблица № 4.

Количество прямой солнечной радиации, падающей на 1 м² площади в различное время года на 40° с. ш. (в больших калориях).

Время года	22/XII	5/II	22/III
На перпендикулярную поверхность	5.520	6.560	7.780
На горизонтальную » »	1.680	2.460	4.190

Таблица № 5.

Количество прямой и диффузной солнечной радиации, падающей на остекленную поверхность оранжереи при разных углах наклона за день 22/XII при облачности 0,1 (в больших калориях)

Широты	Углы наклона стекла к горизонту				
	0°	20°	40°	60°	70°
50°	559	1721	2494	3206	3404
43°	1158	2626	3584	4072	4169
37°	1629	2902	3806	4121	4077

Из приведенных цифр видно, какое большое значение может иметь угол наклона застекленной поверхности оранжереи, т. к. вхождение солнечной энергии через стекло непосредственно зависит от угла падения луча. Из этих соображений и вытекает стремление гелиотехников создать такую конструкцию солнечной установки, которая бы могла в определенный период времени использовать максимум падающих солнечных лучей.

Современные методы использования солнечной энергии в оранжерейном хозяйстве

На основе последних достижений гелиотехники методы использования солнечного тепла свелись к очень простым приемам. Проф. Титов в своем докладе в Академии Наук СССР, на Узбекистанской конференции по изучению производительных сил, в декабре 1932 года, подытоживая достижения гелиотехники, сделал конкретный вывод, что «проблема использования солнечной радиации в виде тепловой энергии для получения температуры 100° и несколько выше может считаться принципиально решенной при помощи приемников солнечной энергии с защитой стеклом».

Этот принцип использования лучистой энергии и превращения ее в тепловую и был принят в ГМИ и ГЛЭИН'е при конструировании оранжерей с солнечным обогревом. В результате 3-летних исследований нами был создан новый тип культивационного помещения — «гелиооранжереи», являющаяся в зимний период камерой искусственного микроклимата с метеорологическими условиями более теплого весеннего месяца, обогреваемая только за счет солнечного тепла.

Конструкция гелиооранжерей чрезвычайно проста. Они строятся по принципу солнечного аккумулятора с двухстекольной или одностекольной защитой. *) Лучистая энергия солнца, благодаря оптическим свойствам стекла, проникает через него внутрь помещения, теряясь в известном проценте за счет отражения, поглощения стеклами и теплообмена. Прошедшие застекленную поверхность лучи, поглощаясь внутри помещения почвой, растениями, стенами, водяными парами и другими телами, находящимися внутри оранжереи, превращаются в тепловую энергию, для которой стекла практически не прозрачны. В результате, внутри помещения, главным образом в почве, идет накопление тепла, которое теряется путем конвекции, излучения, теплообмена через стекла, рамы и т. д. Уменьшив теплопотери до минимума и пользуясь тепловой инерцией, можно добиться такого положения, при котором запасенного за день тепла хватит на ночное время даже при резких понижениях температуры внешнего воздуха.

В последующем изложении мы приведем соответствующие доказательства высказанных соображений, отметив здесь, что теоретические расчеты полностью подтвердились при экспериментальной проверке как в условиях Средней Азии, так и в зоне влажных субтропиков.

При проектировании опытной гелиооранжереи для культуры лимонов нами был учтен опыт УзГМИ и ГЛЭИН'а, на основе которого и был сконструирован совершенно новый тип цитрусовой гелиооранжереи, специали-

*) Это зависит от климата местности.

Республиканская библиотека Наркомпроса Абхазской АССР

зированный в физико-географических условиях Черноморского побережья для культуры лимонов с вегетацией в течение всего года.

Прежде чем приступить к проектировке гелиооранжереи, необходимо решить целый ряд вопросов научно-производственного характера. Тип и конструкция помещения будут зависеть от назначения или, иначе говоря, от специализации оранжереи. Для культуры плодовых многолетних деревьев из всех существующих типов теплиц наиболее подходящими будут оранжереи ангарного типа или блочные многозвенные, разборного или полуразборного типа. В них растения размещаются непосредственно в грунту, и вся остекленная площадь является полезной, независимо от размера. При высоте звеньев в коньке до 3—4 метров, можно культивировать высокорослые растения, например лимоны, в шпалерной и полукарликовой форме.

Гелиооранжерея, будучи неподвижной солнечной установкой, может быть рассчитана с гелиотехнической точки зрения только на данный период года, когда вхождение солнечной радиации в силу законов оптики будет наибольшим. С течением времени высота солнцестояния меняется, а вместе с этим изменяется и вхождение солнечной радиации. Следовательно, перед тем как проектировать оранжерею, необходимо знать ее назначение, чтобы наилучшие условия среды были созданы в нужный период года. В северных районах СССР, из-за недостатка солнечного освещения и сильных морозов, оранжереи заняты с марта по октябрь или ноябрь. В более южных и на юге перекрытия используются или весной (выгонка ранних овощей и рассады) или весь зимний период, включая весну и осень. Наконец, при культуре многолетников (лимонов и других древесных) работа в защищенном грунту идет весь год.

Экспозиция стеклянных поверхностей оранжереи

Экспозиция застекленных поверхностей перекрытия определяется назначением оранжереи и периодом ее максимального использования. Так, для осенних и весенних культур выгоднее ориентировка стекла на восток и запад, поскольку в марте и сентябре вхождение лучистой энергии в оранжерею будет наибольшим при данной экспозиции. Для зимних культур, наоборот, желательна южная экспозиция, так как в это время года мы имеем наиболее низкое солнцестояние и наименьший путь по небесному своду.

Таблица № 6.

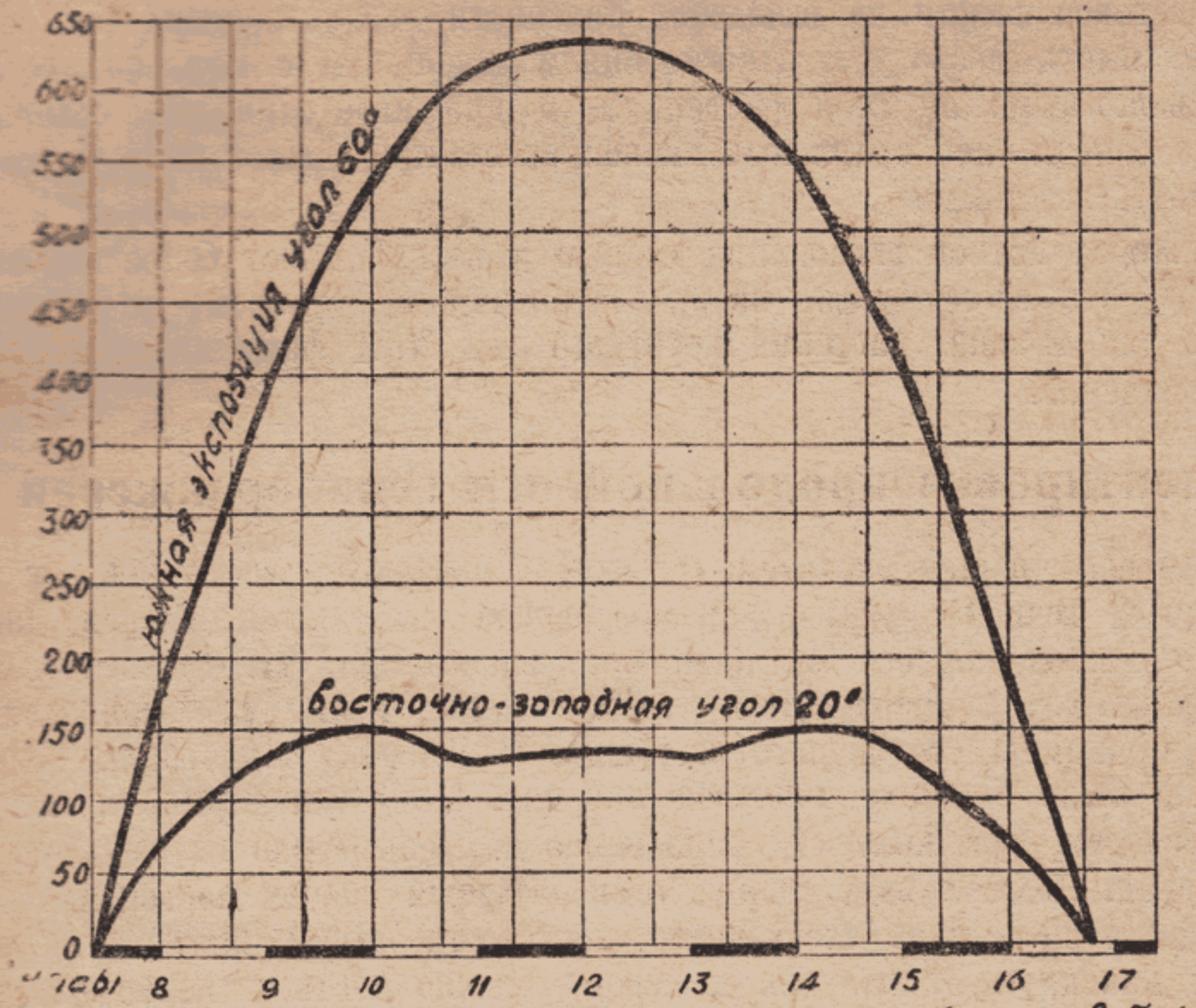
Количество входящей радиации на 1 кв. метр грунта оранжереи в ясный день при n-o,1*) в больших калориях на 43° с.ш.

	В декабре	В марте
1. Блочная гелиотеплица, обращенная скатом на юг под углом в 60°	2220	2520
2. Блочная гелиотеплица, обращенн я скатами на восток и запад под углом в 20°	1120	3330

*) n—облачность.

График 1.

Вхождение прямой и рассеянной радиации через 1 m² стекла оранжереи, ориентированной скатами на юг и восток-запад в ясный день 22/XII (в б. калориях). для 43° с.ш.



1-сумма вхождения за день в б. к.

m 20° = 1070 · m 60° = 4070

На графике видно как меняется кривая вхождения прямой радиации при облачности=0,1 за сутки в обоих случаях ориентировки продольной оси.

В виде справки отметим, что углы наклона застекленных поверхностей 60° и 20° взяты как оптимальные с точки зрения вхождения солнечного тепла внутрь оранжереи в различное время года—в декабре и марте,—что было определено гелиотехническими расчетами, на которых мы остановимся ниже.

Из приведенных данных видно, что, принимая южную экспозицию, мы увеличиваем вхождение лучистой энергии и создаем благоприятные условия для вегетации лимонов в зимний период наиболее низкого солнцестояния. При желании создать более суровые условия зимовки цитрусовых, скаты оранжереи следует ориентировать на восток и запад. При этом положении будет увеличен вегетационный период при значительном

повышении температуры в ноябре и марте. Такой тип гелиооранжереи можно применить для культуры апельсина, мандарина и др. растений, имеющих ярко выраженный период зимнего покоя, нарушать который нельзя по соображениям физиологического порядка. Необходимо учесть, что оранжерея со скатом на восток и запад имеет и другие положительные стороны, как например:

1. В ней более равномерно освещен грунт, поскольку оба ската ее за сутки получают одинаковое количество света.

2. Конструкция этого типа перекрытия более проста, так как при равностороннем треугольнике, который образуют скаты крыши, можно обойтись без стропильной системы.

3. Световой режим не вызывает опасности гелиотропизма растений, что может иметь место при одностороннем освещении с юга, но это явление свойственно не всем растениям, и при необходимости северный скат даже однозвенной оранжереи южной экспозиции может быть частично или полностью остеклен.

Оранжерея южной экспозиции осенью и весной имеет более короткий фотопериод, что об'ясняется полным отражением утренних и вечерних лучей, но для лимона, растения короткого дня, этот факт имеет положительное значение.

Ориентировка продольной оси гелиооранжереи

Определение общей экспозиции застекленной поверхности еще не решает вопроса точной ориентировки продольной оси гелиооранжереи. Давая известные отклонения оси от принятой экспозиции, мы соответственно будем менять ход температуры в течение суток. Выше уже приводились основные принципы солнечного обогрева оранжереи, в частности, одним из условий было создание тепловой инерции. Под этим термином мы понимаем условия, при которых запасенное за день тепло сохраняется на ночное время. После захода солнца температурная кривая постепенно снижается, достигая к утру следующего дня своего минимума. Сдвигая термический максимум от полудня к вечеру, можно соответственно передви-

нуть температурный минимум, что уменьшит длительность холодного промежутка и снизит интенсивность похолодания, так как с первыми лучами солнца температура в гелиооранжерее начинает повышаться.

Сдвига температурного максимума к вечеру можно добиться поворотом продольной оси гелиооранжереи.

Соответствующие теоретические расчеты были произведены для оранжерей по выгонке хлопковой рассады (в—14), ориентировка застекленных скатов которой была принята на восток и запад.

Из графика видно, как изменяется вхождение радиации через восточный и западный скаты при отклонении продольной оси перекрытия на 10° к западу; вхождение через западный скат заметно увеличилось.

Теоретические расчеты нами были экспериментально проверены на агрометеорологической станции УзГМИ в 1933—34 году в Самарканде, при чем высказанные предположения полностью подтвердились. Опытная гелиооранжерея блочного типа была выстроена с отклонением северного конца продольной оси к западу, как это изображено на чертеже № 1.

На приводимых ниже графиках (см. стр. 67, график № 8) суточного хода температуры в ясные дни 1933-34 года можно отчетливо видеть сдвиг температурного максимума к 3 часам астрономического времени и постепенное снижение температуры к утру следующего дня.

При проектировании цитрусовой гелиооранжереи ВНИИВС'а была принята южная экспозиция застекленной поверхности. Для сдвига термического максимума западный конец оси оранжереи был отклонен на 20° к северу.

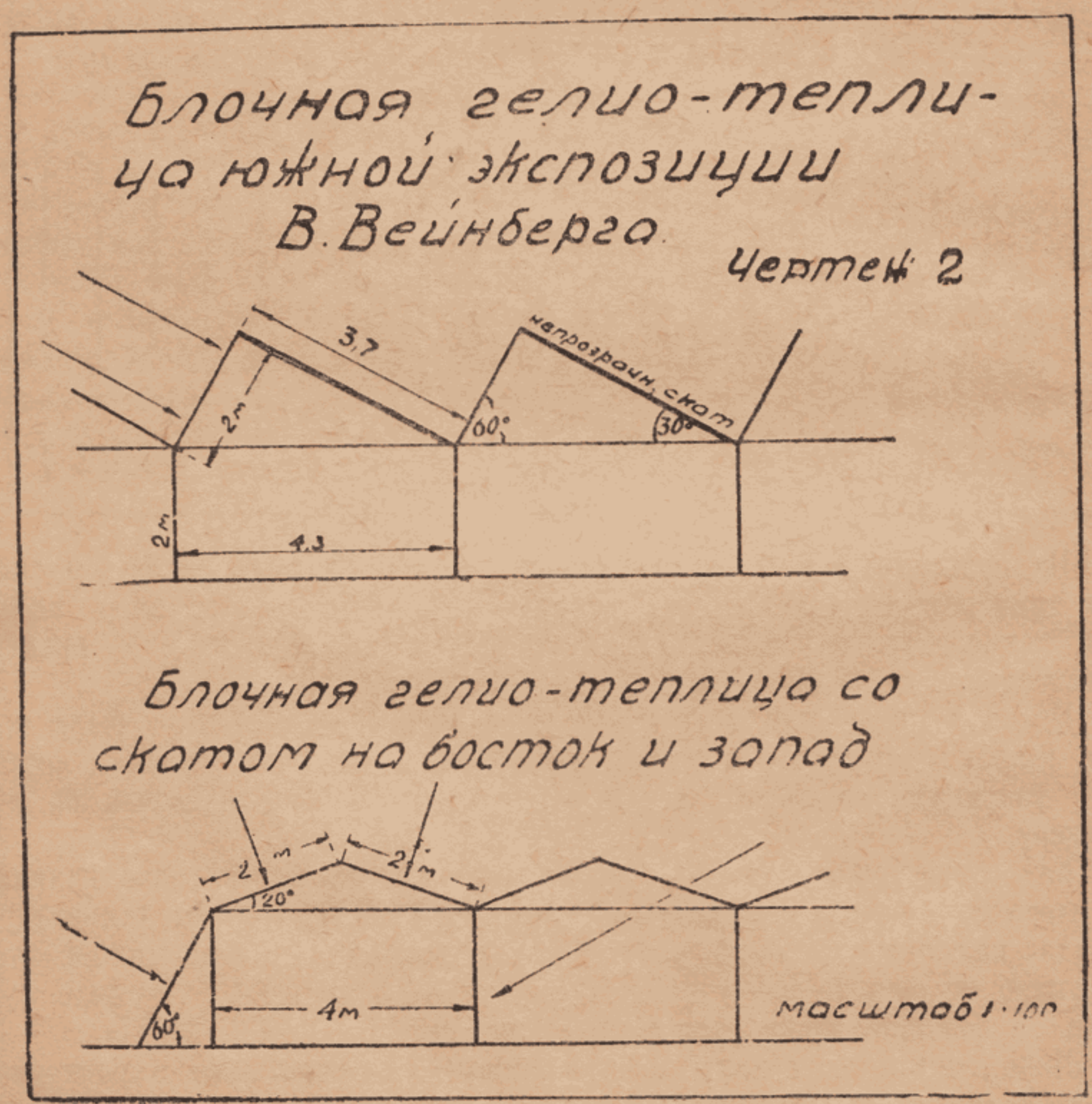
Как и следовало ожидать, ход температуры за сутки резко изменился, что можно видеть на графике 6 (стр. 63). Максимальная температура воздуха, как правило, была в 16 часов вечера. Повышение температуры наступало не раньше 8—9 часов утра, до этого времени утренние лучи солнца в большей части отражались стеклом.

Приведенные материалы исследований достаточно ярко характеризуют зависимость термического режима от конструктивных особенностей

перекрытия и возможность изменения хода метеорологических элементов в условиях защищенного грунта. Нечего говорить о том, что при составлении проекта, прежде всего необходимо предрешить микроклиматические особенности будущей оранжереи и раз навсегда отказаться от стандартного, научно необоснованного подхода.

Методы определения углов наклона скатов перекрытия

В практике тепличного строительства СССР в большинстве случаев мы имели стандартные приемы проектирования теплиц. Ориентировка застекленных стаканов была принята на восток и запад, и лишь теплицы «клинского типа» ориентировались скатом на юг. Инж. В. Б. Вейнберг разработал конструкцию блочной гелиооранжереи (см. чертеж № 2) с ориентировкой одного ската на юг под углом в 60° и северного в 30°. Первый обеспечивал наиболее полное вхождение лучистой энергии внутрь перекрытия в зимний период при низком солнцестоянии, а второй, будучи незастеклен, застеклен частично или полностью, благодаря углу в 25—30° обеспечивал вхождение лучей во второй и последующие блоки многозвенной оранжереи. Таким образом в настоящее время мы имеем два способа ориентировки скатов блочных теплиц, в одном случае ось идет с



севера на юг, в другом—с востока на запад. В настоящей работе мы попытаемся дать научные обоснования для проектирования и конструктирования оранжерей вообще, так как правильно спроектированная оранжерея, даже с системой отопления, от этого только выиграет.

Проанализируем вначале обоснования выбора угла наклона скатов перекрытия с экспозицией на восток и запад, так как этот тип оранжерей тоже может быть использован не только для субтропического хозяйства, но и в более северных районах Союза, где перекрытия используются в весенний и осенний периоды.

Обоснования того или другого выбора могут быть:

а) гелиотехнического значения,

б) агрометеорологического,

в) экономического.

Гелиотехнические расчеты основаны на законах физики. Известно, что в зависимости от широты местности меняется высота солнцестояния, длина дня и путь движения земли от точки восхода солнца к точке заката за данный отрезок времени. В силу законов оптики вхождение лучистой энергии солнца через стекло будет максимальным при соответствующем угле падения (угол=90°). С уменьшением угла будет соответственно уменьшаться и вхождение солнечного тепла внутрь оранжереи. Следовательно, для того чтобы вычислить сумму входящей радиации, необходимо взять определенный день, и на каждый час дневного периода подсчитать сумму входящего тепла на единицу площади стекла при определенной экспозиции и угле наклона к горизонту.

В таблице № 7 мы приводим гелиотехнические расчеты, сделанные по заказу ВНИИВС'а Н. Н. Боевым, по количеству входящей прямой Q п) и диффузной (Q д) солнечной радиации в зависимости от широты местности и времени года в облачный (n=0,7) и ясный (n=0,1) день. Поскольку в пределах СССР солнечный обогрев в течение всего года возможен в определенных границах, определяемых продолжительностью дня в зимний период, расчеты нами даются от 37° до 50° северной широты. Углы наклона стекла взяты в 10°, 20°, 30° и 40°. Все цифры приведены на 1 м² остекленной площади восточного и западного ската крыши.

Из таблицы видно, что для зимнего периода—декабрь-январь—экспозиция стекла на восток и запад не выгодна. Во всех широтах в марте мы имеем в 3—4 раза большее вхождение, чем в декабре, при чем разница увеличивается к северным широтам, что об'ясняется более низким солнцестоянием. В облачные дни разница в количестве входящей радиации уменьшается, но все же декабрьские показатели в 2 раза меньше, чем в марте.

Вхождение диффузной радиации от широты местности и экспозиции стекла не зависит. Оно изменяется только от угла наклона стекла и в пределах 10°—40° незначительно. В облачные дни вхождение диффузной радиации резко возрастает, превышая вхождение прямой в 2—3 раза при (n=0,7).

Эти данные говорят о большом значении диффузной радиации для обогрева гелиооранжерей.

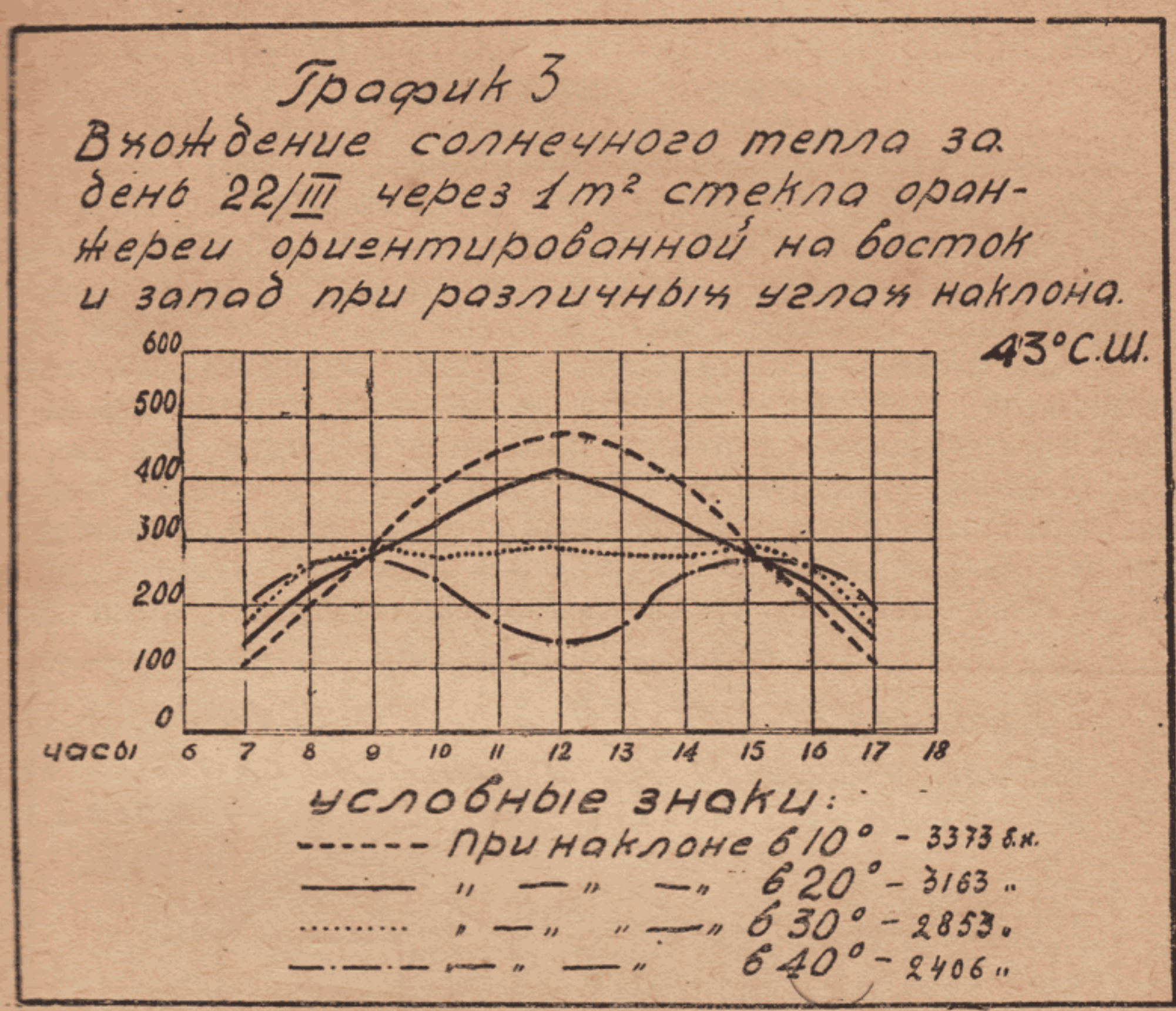
Пользуясь приведенной таблицей, можно подобрать нужные углы наклона скатов оранжереи. Так, в условиях 37° и 40° с. ш. с гелиотехни-

Таблица № 7.

Количество входящей прямой (Qп) и диффузной (Qд) солнечной радиации в больших калориях через 1 m^2 стекла, ориентированного на восток и запад в зависимости от широты местности, времени года, облачности и угла наклона стекла по отношению к горизонту

Широты и угол наклона стекла	37° с. ш.		40° с. ш.		43° с. ш.		46° с. ш.		50° с. ш.	
	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII
Ясный день n=0,1										
10° Qп+Qд	4009	1616	3787	1412	3373	1048	3281	958	2998	742
„ в т. ч. Qп	3516	1339	3294	1135	2880	771	2788	681	2505	465
„ „ Qд	493	277	493	277	493	277	493	277	493	277
20° Qп+Qд	3794	1508	3683	1403	3183	1070	3035	888	2848	782
„ в т. ч Qп	3310	1233	3199	1128	2679	795	2551	613	2364	507
„ „ Qд	484	275	484	275	483	275	484	275	484	275
30° Qп+Qд	3935	1772	3848	1587	2853	962	2751	891	2662	777
„ в т. ч. Qп	3463	1505	3376	1320	2381	695	2279	624	2190	510
„ „ Qд	472	267	472	267	472	267	472	267	472	267
40° Qп+Qд	3620	1611	3516	1508	2406	531	2366	1036	2318	980
„ в т. ч. Qп	3179	1358	3065	1255	1955	278	1915	783	1867	727
„ „ Qд	451	253	451	253	451	253	451	253	451	253
Облачный день n=0,7										
10° Qп+Qд	2103	1074	2036	1013	1906	898	1876	872	1739	806
„ в т. ч. Qп	1089	414	1022	353	892	238	862	212	725	146
„ „ Qд	1014	660	1014	660	1014	660	1014	660	1014	660
20° Qп+Qд	2033	1034	1993	1002	1831	900	1794	842	1733	803
„ в т. ч. Qп	1031	381	991	349	829	247	792	189	731	150
„ „ Qд	1002	653	1002	653	1002	653	1002	653	1002	653
30° Qп+Qд	2070	1100	2042	1047	1733	850	1604	827	1675	792
„ в т. ч. Qп	1073	466	1045	413	736	216	707	193	678	158
„ „ Qд	997	634	997	634	997	634	997	634	997	634
40° Qп+Qд	1918	1028	1884	992	1539	877	1526	846	1511	831
„ в т. ч. Qп	985	423	951	387	606	272	593	241	578	226
„ „ Qд	933	605	933	605	933	605	933	605	933	605

ческой точки зрения во всех отношениях будет выгодным угол в 30°, в то время как для 43° с. ш. оптимальный угол будет близок к 20°. Просматривая графики вхождения радиации в течение дня при разных углах наклона, можно сделать ценные для производства выводы агрометеорологического значения.



С уменьшением угла наклона стекла вхождение тепла нарастает в полуденные часы. Часто получается его избыток, избавиться от которого можно только путем вентиляции, что снизит сумму полезного тепла за сутки.

С увеличением угла перегрев в полуденные часы снижается, а в утреннее и вечернее время вхождение радиации увеличивается, что позволяет выравнять график суточного хода температуры и избежать перегрева в полуденные часы. Из графиков видно, что оптимальный угол для 43° с. ш. с этой точки зрения будет 25°, а уменьшение вхождения радиации на 10 проц. компенсируется меньшими потерями тепла при перегреве и вентиляции. Нечего говорить о том, что более желательны равномерный нагрев и освещение растений.

Экономические расчеты говорят о невыгодности увеличения угла наклона скатов, поскольку уменьшается полезная площадь и возрастает стоимость перекрытия.

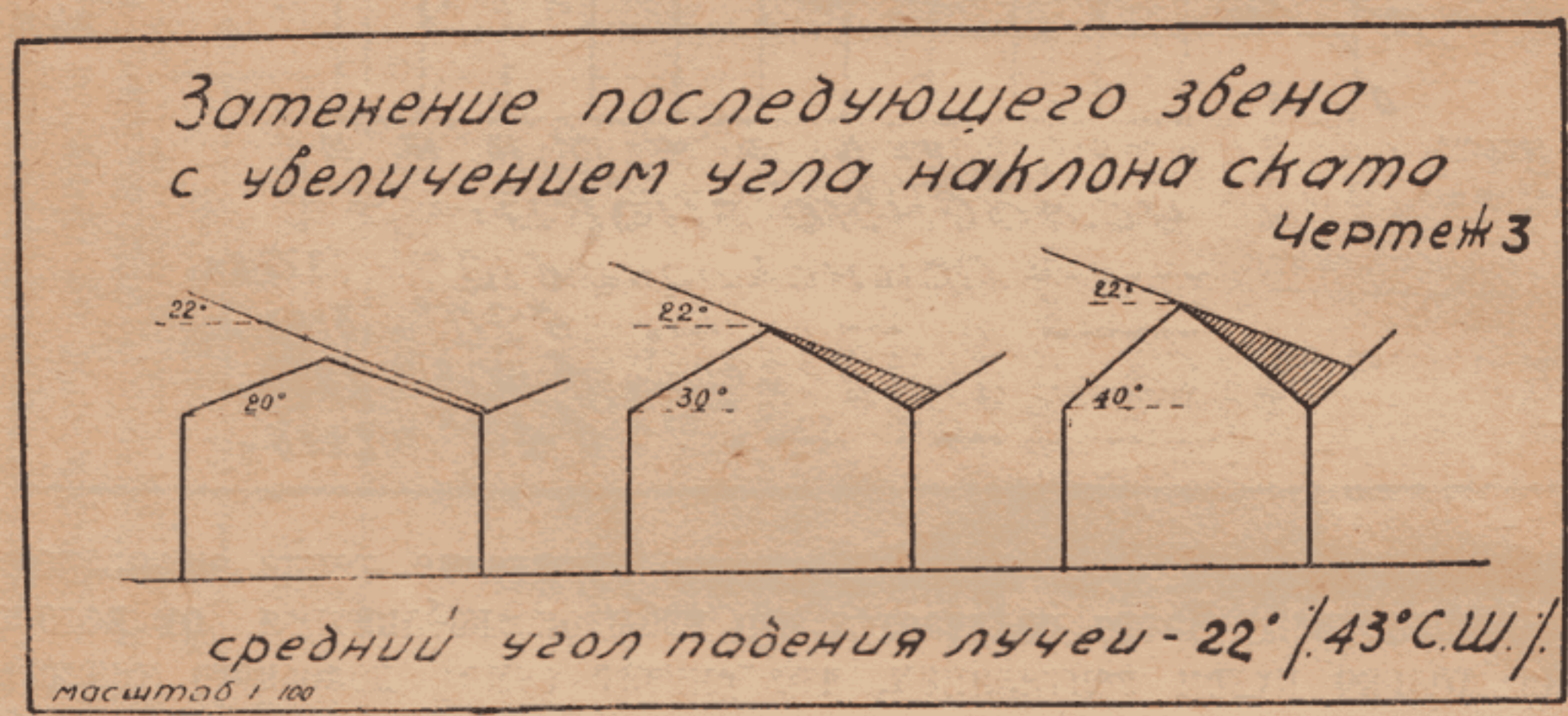
При нескольких звеньях, затенения последующих звеньев не будет, т. к. зимой солнце всходит на юго-востоке и заходит на юго-западе, а весной (март) средняя высота солнцестояния в утренние часы (8—9 часов) равна 25°.

Обобщая приведенные материалы можно рекомендовать производству следующие углы наклона скатов крыши оранжерей (ориентированных на восток и запад):

Широта	37°	40°	43°	46°	50°
Оптимальные углы наклона скатов	30°	27°	25°	23°	20°

Определение углов наклона скатов гелиооранжереи южной экспозиции

При ориентировке продольной оси с востока на запад застекленные скаты крыши обращены на север и юг. В однозвенных оранжереях северный скат можно не стеклить, но при 2 и более параллельно расположенных звеньях остекление северного ската становится необходимым, так как многозвенная оранжерея может потерять тепло от солнечной радиации из-за затенения одного звена другим. Затенение повышается с увеличением угла наклона ската и меняется в зависимости от времени года и широты местности. На чертеже (3) видно, как увеличивается затенение последующего блока-звена при изменении угла наклона скатов перекрытия, в соответствии с чем снижается эффективность солнечного обогрева. Солнечные лучи, падая на стекло северного ската, лишь частично останутся в оранжерее (процент отражения), остальная же



часть, пройдя стекло, потеряется за счет отражения и рассеивания от стеклянных поверхностей последующих звеньев.

С гелиотехнической точки зрения угол наклона северного ската не должен превышать показателя средней высоты солнцестояния за данный период в данной широте.

В таблице 8 высот солнца приведены показатели для различных широт и времен года.

В графе средняя высота за день (таб. 8) даны средние величины от восхода до захода солнца. Для расчета гелиооранжереи важно иметь показатели за рабочий день, который начинается при высоте солнца не ниже 10°, так как при более низком солнцестоянии тепловые лучи в значительной доле поглощаются атмосферой, и аккумуляции лучистой энергии практически не происходит. Отбрасывая высоты солнца ниже 10°, мы получаем средние показатели за рабочий день.

Если наилучшие условия вхождения радиации необходимо создать в зимний период, то с 22 ноября по 22 января на 43° с. ш. средняя высота солнца за рабочий день будет (при склонении б —23.4° и —20°) равна 20°. Этот угол в 20° и будет оптимальным для северного ската оранжереи в данной широте и в данный отрезок времени, создающим минимальные условия для затенения последующих звеньев.

Таблица № 8.

Таблица высот солнца по часам дня для различных широт—и склонений солнца—Б – (времена года)

Широта	Часы дня / склонения в градус.	12	13 11	14 10	15 9	16 8	17 7	18 6	За день	Средн. за рабочий день
37°	0	53.0	50 0	43.0	35.0	24.0	12 0	—	34 5	36°
	—10,	43 0	40 0	35 0	27.0	17.0	(6.0)	—	27.0	32°
	—20,	33.0	31.0	26.0	18.5	(9.5)	(2.0)	—	22.5	27°
	—23,4	30 0	28.5	23.5	16 5	(7.5)	(1.0)	—	17 0	24°
39°	0	51.0	48.5	42.5	34.0	23.0	12.0	—	33.5	35°
	—10,	41.0	38.5	33.0	25.0	15.5	(4 0)	—	25 0	30°
	—20,	31.0	29 5	24 0	17.0	(8.0)	—	—	21.0	25°
	—23,4°	28.0	26 5	22.0	15.0	(6.5)	—	—	18 5	22°
41°	0	49.0	46.5	41.0	32 5	22.5	11 0	—	32 5	35°
	—10,	39.0	36 5	31 0	24.0	15 0	(4 0)	—	23 5	29°
	—20,	29.0	27.5	23.0	16 0	(8.0)	—	—	20.0	23°
	—23,4°	25.5	24.5	20.5	13.5	(5.0)	—	—	17 0	21°
43°	0	47 0	44.5	39.0	31.0	21.0	10 0	—	30.5	33°
	—10,	37.0	35.0	29.5	22 5	13 5	(3.0)	—	22.0	27°
	—20,	27.0	25.0	20 0	14.0	(6.0)	—	—	17.5	21°
	—23,4°	23 5	23 0	18 5	12.0	(4.0)	—	—	15.5	19°
45°	0	45 0	43.0	37.5	30.0	20.5	10 0	—	29.5	31°
	—10,	35.0	33.0	28.0	21.0	13.0	(2.5)	—	21.0	26°
	—20,	25.0	23.0	19.0	13.0	(5.5)	—	—	16.0	20°
	—23,4°	21.5	20.5	16.5	10.5	(3.0)	—	—	13 5	17°
47°	0	33.0	41.0	36 0	29.5	20 5	10.0	—	28.5	30°
	—10,	30.0	31.0	26.0	19.5	11.0	(1.5)	—	19.0	24°
	—20,	23.0	22.0	18.5	12 5	(5.0)	—	—	15.5	19°
	—23,4°	19.5	18.5	15.0	9.5	(1.5)	—	—	12.0	15°
50°	0	40.0	38.0	33.5	27 0	18.0	(9 0)	—	26.5	28°
	—10,	30.0	28.0	24.0	18 0	10 0	(1.0)	—	17.5	22°
	—20,	20.0	19.0	15.5	10.0	(2 5)	—	—	12.5	16°
	—23,4°	16.5	16.0	12.0	(7.0)	(0)	—	—	12.0	14°

Таблица № 9.

Приблизительные значения склонения солнца—„Б“ для различных дней года

Дата =	22/XII	21/I	20/II	22/III
		22/XI	22/X	21/IX
Б =	—23,4	—20,0	—11,5	0°

В весеннее время лучи солнца будут падать под большим углом, и через северные скаты уже с начала марта начнется вхождение солнечного

тепла, почему для II и III месяца углы наклона северных скатов специально не расчитываются.

Подобным образом вычисляются углы наклона северного ската и для других широт, почему на этом вопросе мы больше останавливаться не будем.

Ниже приведены оптимальные углы наклона северных скатов многозвенной оранжереи южной экспозиции в различных широтах, обеспечивающие вхождение солнечной радиации в зимний период, когда значение склонения солнца «Б» (табл. 9) равно —23,4 и —20°.

Широты	37°	39°	41°	43°	45°	47°	50°
Углы наклона север. ската для XI XII I	26°	24°	22°	20°	18°	17°	15°

Определение углов наклона южных скатов однозвенной оранжереи

Углы наклона южной стены и южного ската однозвенной гелиооранжереи определяются таблицей количеств входящей прямой и диффузной радиации, которые меняются в зависимости от широты места, времени года и облачности.

Поскольку в зимний период средняя облачность довольно высока, следует использовать таблицу 11, где сведены показатели вхождения радиации в дни с облачностью $n=0,7$. При низком зимнем солнцестоянии южная стенка используется для аккумуляции солнечной радиации. Из таблицы видно, что наилучшие условия для вхождения солнечной радиации будут при следующих углах:

Широта	37°	40°	43°	46°	50°
Угол наклона южной стенки	50°	60°	63°	65°	70°
Угол наклона южного ската	30°	33°	36°	38°	40°

Учитывая технические затруднения при постройке, от стенки в 50° следует отказаться, и за минимум принять 60° с пределом в 70°.

Угол наклона южного ската необходимо выбирать из показателей за март месяц, так как с приближением весны вхождение радиации через южную стенку будет уменьшаться, а в ряде районов СССР в феврале и марте бывают весьма неблагоприятные погодные условия, сопровождающиеся резкими похолоданиями и облачностью. Для марта (см. таблицу 11) оптимальные углы наклона будут колебаться от 30 до 40°, в зависимости от широты местности, но проектируя угол наклона ската, нельзя забывать об экономической стороне вопроса, так как с увеличением угла наклона уменьшается полезная площадь под стеклом и возрастает общая стоимость перекрытия. Учитывая экономику, следует пренебречь небольшим ипотерятепла и увеличивать угол лишь в крайних случаях. Кроме того, надо иметь в виду потери тепла, которые увеличиваются с крутизною скатов.

Угол наклона остекленного северного ската определяется методом, описанным выше, а при непрозрачном может быть произвольным, но, конечно, не более угла южного ската. С уменьшением угла наклона увеличивается полезная площадь, но уменьшается сумма входящего тепла на единицу пло-

Таблица № 10.

Количество входящей прямой и рассеянной радиации через 1m² стекла в больших калориях в зависимости от широты, времени года и углов наклона остекленной поверхности, ориентированной на юг — в ясный день—при облачности n=0,1.

Широта	37° с. ш		40° с. ш.		43° с. ш.		46° с. ш.		50° с. ш.	
Склонение солнца	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII
Угол наклона стекла										
0°	4.101	1.629	3.893	1.419	3.670	1.158	3.470	1 004	3.218	559
10°	4.588	2.305	4 341	2 055	4.214	1.902	4 131	1.733	3.916	1.027
20°	4.958	2 902	4.859	2.747	4,696	2.626	4 576	2 396	4 369	1.721
30°	5.135	3 428	5 058	3.281	5.012	3.113	4 952	2.934	4.150	2.084
40°	5.116	3.806	5.158	3 725	5.143	3.584	5.119	3.449	5 033	2.494
50°	4 970	4.004	5.002	3.956	5 085	3.884	5.091	3.778	5.116	2.943
60°	4.507	4.121	4.736	4,107	4,803	4 072	4.942	3 998	4 992	3.206
70°	4 080	4 077	4.221	4.137	4.384	4.169	4.515	4.101	4.672	3 405
90°	2.716	3 641	2 939	3.746	3.156	3.819	3.363	3.783	3 695	3.387

Таблица № 11.

Количество входящей прямой и рассеянной радиации через 1 m² стекла в больших калориях в зависимости от широты, времени года и углов наклона стеклянной поверхности, ориентированной на юг в облачный день при n 0, 7

Широта	37° с. ш.		40° с. ш.		43° с. ш.		46° с. ш.		50° с. ш.	
Склонение солнца	22 III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII
Угол наклона стекла										
0°	2.135	1 080	2.071	1.015	1.999	934	1.939	884	1.857	746
10°	2.287	1.290	2.214	1.214	2.169	1.164	2 145	1.110	2.077	892
20°	2.392	1 468	2.362	1.419	2.310	1.382	2.274	1.321	2.208	1.097
30°	2.447	1.614	2.424	1.559	2 408	1.518	2.389	1.459	2.334	1.193
40°	2.382	1.708	2.396	1.684	2 391	1.639	2 385	1.592	2 356	1.301
50°	2.282	1.727	2.296	1.711	2.320	1.687	2.323	1.656	2.311	1.396
60°	2.089	1 719	2.132	1.715	2.154	1.702	2.193	1.680	2.201	1 433
70°	1.861	1.649	1.906	1.679	1.957	1 691	1.996	1.672	2.059	1.450
90°	1.281	1.420	1.350	1.455	1 420	1.473	1.481	1 468	1.572	1.338

цами оранжереи. Так например, количество входящей радиации в б. к. на 1 м² грунта оранжереи при разных углах непрозрачного северного ската и при 30° южного, в условиях 43° с. ш. в XII месяце будет:

		n=0,1	n=0,7
при угле наклона северного ската	20°	3020	1160
„ „ „ „	30°	3310	1460

При 20° вхождение тепла уменьшается примерно на 10 процентов, а полезная площадь увеличивается на 20 процентов следовательно, в теплых

в южных районах СССР следует принять более пологие северные скаты и в северных более крутые.

Окрасив внутреннюю сторону непрозрачного северного ската в белый цвет, мы улучшим световой режим помещения и, возможно, избежим гелиотропизма растений. Следует иметь в виду, что с увеличением угла наклона северного ската световой режим помещения будет улучшаться. При 20° наклона экранирующее действие (рассеивание света) северного ската прекращается в марте (см. таблицу средних высот солнца) и практически ничтожно в феврале. При 30° рассеивание света имеет место в марте и даже частично в апреле.

Нужно сказать, что стандартных расчетов дать нельзя: в одном случае решающее значение будет иметь термический режим, т. е. необходимость повышения температуры в оранжерее, в другом — улучшение условий освещения, а в третьем — соображение экономического характера. Все это при составлении проектного задания необходимо учесть.

Определение углов наклона скатов многозвенной гелиооранжереи

При постройке многозвенной гелиооранжереи положительное влияние южной стенки уменьшается с увеличением количества звеньев, так как вхождение радиации перемещается на южные скаты перекрытия. Определение угла южной стенки, в данном случае имеющей частное нерешающее значение, производится тем же методом по таблицам 10 и 11 вхождения радиации через 1м² стекла. Остекление северного ската становится обязательным при постройке двух параллельно расположенных звеньев и больше.

С увеличением параллельно расположенных звеньев, количество входящего тепла и света на единицу площади грунта оранжереи будет изменяться следующим образом: (см. чертежи 6, 7 и 8).

	Отношение стекла к грунту
Однозвенная оранжерея	80 проц.
Двухзвенная „	96 „
Трехзвенная „	104 „

Если в однозвенной оранжерее площадь стекла не превышает площади грунта, в 3-звенной эта площадь увеличивается, и соотношение становится более выгодным как в отношении света, так и потерь тепла за счет уменьшения общей излучающей поверхности.

На методике определения угла северного ската мы останавливаться не будем, следует только учесть, что угол наклона северного ската должен быть увязан со средней высотой стояния солнца за рабочий день в данной широте и период года.

Подвергнем анализу три различных по своей конструкции типа многозвенной оранжереи. Первый,—оранжерея, предложенная инж. **В. Б. Вейнбергом**, в которой рамы южного ската короче северного, благодаря большему углу их стояния (см. черт. 4).

Второй вариант — общепринятая конструкция, когда рамы южного ската равны рамам северного, при чем последние имеют одинаковый угол наклона.

Третий вариант, разработанный инж. **В. П. Кисловым** и **А. Д. Александровым** при проектировке гелиооранжереи Треста Совхозов Азербайджана,

предусматривает расположение стандартных рам на северном скате, который выше южного.

Все гелиотехнические расчеты многозвенной гелиооранжереи следует проводить на средний блок-звено, согласно приводимым ниже таблицам 12 и 13 вхождения прямой и рассеянной радиации, т. к. последняя поступает через северные скаты и влияет на сумму входящего тепла.

Для определения угла наклона южного ската вычисляем вхождение прямой и диффузной радиации на 1 м² грунта оранжерей различной конструкции, у которых северный скат под углом в 25°, а южный 30°, 40°, 50° и 60°. Элемент затенения последующего блока исключается, так как для XII и I средняя высота солнцестояния в условиях 37° с. ш. за рабочий день равная 25,5° (смотри таблицу 8).

Из таблиц 12 и 13 берем показатели вхеждения прямой и диффузной радиации через 1 m² стекла внутрь перекрытия. Размер скатов и площадь грунта определены схематическими чертежами (чер. 4).

Чертеж 4

Изменение остекленной поверхности и площади грунта в зависимости от угла наклона южного ската.

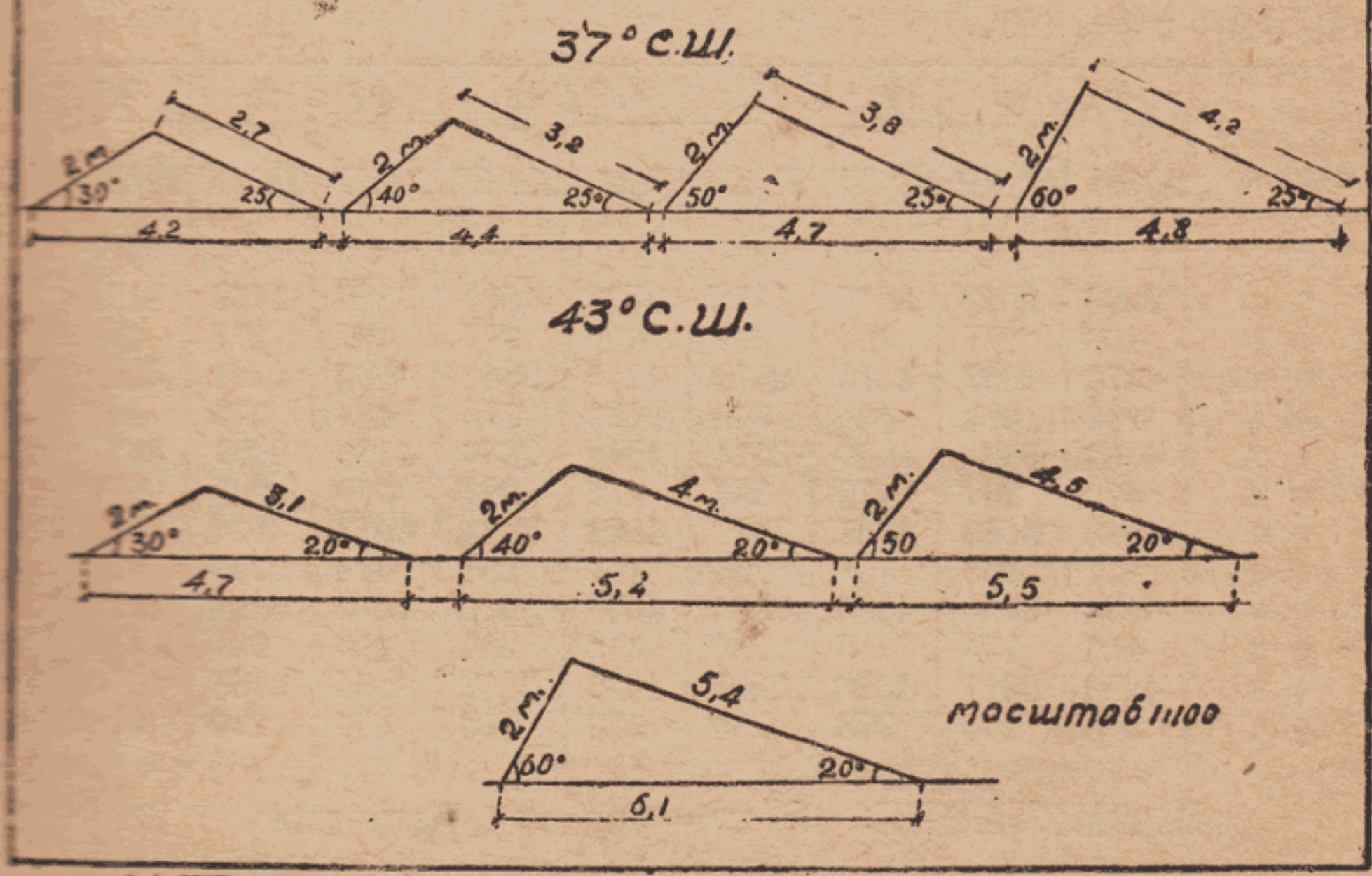


Таблица № 12

Вхождение в б калориях через 1 m^2 стекла прямой и диффузной радиации при южной экспозиции для различных широт, времен года и углов наклона остекленной поверхности, при облачности n—0,7

Угол наклона стекла	37° с. ш.		40° с. ш.		43° с. ш.		46° с. ш.		50° с. ш.	
	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII
10° Q п	1273	630	1200	554	1155	504	1131	450	1063	232
10° Q д	1014	660	1014	660	1014	660	1014	660	1014	660
20° Q п	1390	815	1360	766	1308	720	1272	668	1206	444
20° Q д	1002	653	1002	653	1002	653	1002	653	1002	653
30° Q п	1450	980	1427	925	1411	884	1392	825	1337	559
30° Q д	997	634	997	634	997	634	997	634	997	634
40° Q п	1449	1103	1463	1079	1458	1034	1452	987	1423	696
40° Q д	933	605	933	605	933	605	933	605	933	605
50° Q п	1413	1172	1427	1156	1451	1132	1454	1101	1442	841
50° Q д	869	555	869	555	869	555	869	555	689	555
60° Q п	1311	1215	1354	1211	1376	1198	1415	1176	1423	929
60° Q д	778	504	778	504	778	504	778	504	778	504

ПРИМЕЧАНИЕ: Qп= прямая радиация
Qд= диффузная „

Таблица № 13.

Вхождение за день в больших калориях через 1 m. ^{2} стекла прямой и диффузной радиации при южной экспозиции для различных широт, времен года и углов наклона остекленной поверхности при облачности n = 0,1.

Угол наклона стекла	37° с. ш.		40° с. ш.		43° с. ш.		46° с. ш.		50° с. ш.	
	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII	22/III	22/XII
10° Q п	2095	2028	3848	1778	3721	1625	3638	1456	3427	750
10° Q д	493	277	493	277	493	277	493	277	493	277
20° Q п	4474	2627	4375	2472	4212	2351	4092	2121	3885	1446
20° Q д	484	275	481	275	481	275	484	275	484	275
30° Q п	4663	3161	4586	3014	4540	2846	4480	2667	3678	1817
30° Q д	472	267	472	267	472	267	472	267	472	267
40° Q п	4665	3553	4707	3472	4692	3331	4668	3196	4582	2241
40° Q д	451	253	451	253	451	253	451	253	451	253
50° Q п	4554	3770	4586	3722	4669	3650	4675	3544	4700	2709
50° Q д	416	234	416	234	416	234	416	234	416	234
60° Q п	4229	3911	4358	3897	4425	3862	4564	3788	4614	2996
60° Q д	378	210	378	210	378	210	378	210	378	210

ПРИМЕЧАНИЕ: Q п = прямая радиация
Q д = диффузная радиация

В результате расчета получаем следующие данные, позволяющие определить наилучший угол наклона рам.

Таблица № 14.

Вхождение прямой и диффузной радиации в б. к. за день на 1 m.² грунта оранжереи южной экспозиции для 37° с. ш. в декабре, при различных углах наклона южного ската.

Углы накл. скатов		На 1 m.² грунта оранжереи при n = 0,1			На 1 m.² грунта оранжереи при n = 0,7		
Северн.	Южного	Прямой	Диффузн.	Всего	Прямой	Диффузн.	Всего
25°	30°	1505	304	1809	467	721	1188
25°	40°	1615	315	1930	501	749	1250
25°	50°	1605	322	1927	500	764	1264
25°	60°	1628	328	1956	506	782	1288

Для ясности приведем схему расчета. Через южный скат при 40° наклона и облачности 0,1 входит 22/XII=7106 б. к., делим эту цифру на площадь грунта 4.4 метра, что дает 1615 калорий. Через северный скат прямой радиации не поступает. Диффузная радиация поступает через южный скат, при 40° наклона стекла, в количестве 506 б. к. и через северный, при 25°, — 276 б. к. × 3.2 метра, всего 880 б. к., каковые так же делим на площадь 4.4 м., что дает 315 б. к. на 1м² грунта перекрытия. Показатели при 25° следует или определить путем интерполяции или условно принимать за 20° при углах меньше 25° и за 30° при углах больших чем 25°.

Этот хотя и грубый гелиотехнический расчет вхождения радиации в оранжерею поможет конструктору выбрать правильные углы наклона и обосновать конструкцию перекрытия с экономической и технической точки зрения. Из приведенного примера видно, что резкое увеличение вхождения солнечной радиации через единицу площади стекла не ведет за собою значительного увеличения вхождения тепла на единицу площади грунта оранжереи, так как с увеличением угла наклона южного ската резко увеличивается площадь перекрытия, что видно из данных черновой.

Как видим, в условиях 37° с. ш., в зимний период, с гелиотехнической стороны наилучший угол наклона южного ската будет 40°. Насколько это приемлемо с агроэкономической и технической стороны, увидим из приводимых ниже расчетов.

Проведя подобные расчеты для 43° с. ш. (Сухуми), мы получим уже иные показатели вхождения радиации, и оптимальный угол южного ската будет 50°.

Пользуясь данной схемой расчетов и таблицей вхождения радиации по широтам (таблица 12 и 13), можно обосновать конструкции оранжерей и для другой широты как для зимнего, так и весеннего периода.

Экономические обоснования для выбора углов наклона скатов оранжерей будут изменяться в зависимости от широты и принятых углов. В качестве примера мы приведем расчеты для 43° с. ш., но основные выводы будут действительны и для других районов Союза.

Республиканская
библиотека
Наркомпроса
Абхазской АССР

Таблица № 15.

Вхождение прямой и диффузной радиации в б. к., за день XII на 1 m ² грунта оранжереи южной экспозиции для 43° с. ш., при различных углах наклона южного ската и облачности (n).

Углы наклона скатов		На 1 m. ² грунт. при n = 0.1			На 1 m ² грунта при n = 0.7		
Северного	Южного	Прям.	Диффузн	Всего	Прямой	Дифф.	Всего
20°	30°	1211	288	1499	379	700	1076
20°	40°	1233	298	1531	383	707	1090
20°	50°	1330	300	1640	412	736	1148
20°	60°	1266	312	1578	392	743	1135

Таблица № 16.

Основные экономические показатели для 43° с. ш. XII месяца при различных углах наклона южного ската.

Углы наклона скатов		Вхожд. радиации на 1 m. ² грунта в %.		Отношение стекла к площади грунта в %	Увеличение кубатуры помещ. в %	Увеличен стоим. 1 m. ² площади в % %
Южного	Северного	n = 0,1	n = 0,7			
30°	20°	100	100	110	100	100
40°	20°	102	101	1.1	123	110
50°	20°	109	107	118	138	113
60°	20°	105	105	121	147	117

При довольно умеренном увеличении вхождения солнечной радиации значительно возрастают показатели стоимости перекрытия. Увеличение стоимости 1м² идет за счет большей потребности в стекле и увеличения кубатуры перекрытия. Одновременно увеличивается и излучающая поверхность оранжереи, что несомненно повысит теплопотери в ночное время. Выгодность того или иного угла наклона следует решать в каждом отдельном случае в зависимости от требований культур и хозяйственных условий. При необходимости улучшить термический режим в перекрытии, придется пойти на большую затрату средств и материалов как стекла, так и леса. Затрата последнего увеличивается с высотой помещения. Для культуры высокорослых растений, как например цитрусовых, поднять перекрытие до известной степени выгодно с агротехнической точки зрения.

Основные недостатки конструкций этого типа сводятся к следующим моментам:

1) С увеличением угла наклона южного ската недостаточно быстро возрастает вхождение радиации на единицу площади грунта оранжереи и уменьшается равномерность освещения.

2) Усложняется конструкция оранжереи и значительно повышается ее стоимость благодаря увеличению кубатуры.

3) Ширина северного ската не позволит сделать перекрытия разборного типа из стандартных рам.

4) Из-за большего излучения увеличиваются теплопотери, что снизит эффективность солнечного обогрева.

Приведем примерный расчет II варианта. Для ряда районов с жаркими летем и для отдельных культур необходимо иметь оранжереи разборного типа.

Стандартные рамы перекрывают каркас только на зимний период и летом снимаются. В этом случае южный скат должен быть равен северному, что упрощает работу по снятию и укладке рам, а также конструкцию. Стоимость перекрытия этого типа может быть снижена, так как частично оставленные рамы заменяют стропильную систему. Описание такого типа гелиооранжереи и типовой проект имеются в трудах УзГУ том IV, «Гелиотеплицы в Средней Азии». (14).

Гелиотехнические расчеты гелиооранжерей с равными углами наклона скатов проводятся по принципу, описанному выше. Южный скат равняется по северному, а последний должен быть увязан со средней высотой солнцестояния за данный отрезок времени зимнего или весеннего периода, так как в противном случае затенение одного блока другим приведет к нежелательным последствиям. Для примера приведем гелиотехнические и агроэкономические расчеты для 40° с. ш.

Таблица № 17

Вхождение прямой и рассеянной радиации на 1 m^2 грунта оранжереи 1-го и 2-го звена в облачный (n-0,7) день в декабре для 40° с. ш. в больших калориях и %%

Угол наклона северного и южного ската	Количество тепла, поступающего в 1-й незатененный блок		Количество тепла, поступающего во 2-й незатенен. блок
	Сумма	% %	%
20°	1090	100	100
25°	1150	105	107
30°	1210	111	111
35°	1340	123	114
40°	1470	135	115

Как видим, наиболее выгодный угол наклона для 40° с. ш. будет 30°. При его увеличении хотя бы до 35°, во втором звене оранжереи мы имели бы только на 3% увеличение вхождения радиации, при увеличении стоимости перекрытия на 5%. В ясный день (n=0,1) соотношение несколько меняется, но вывод остается тот же.

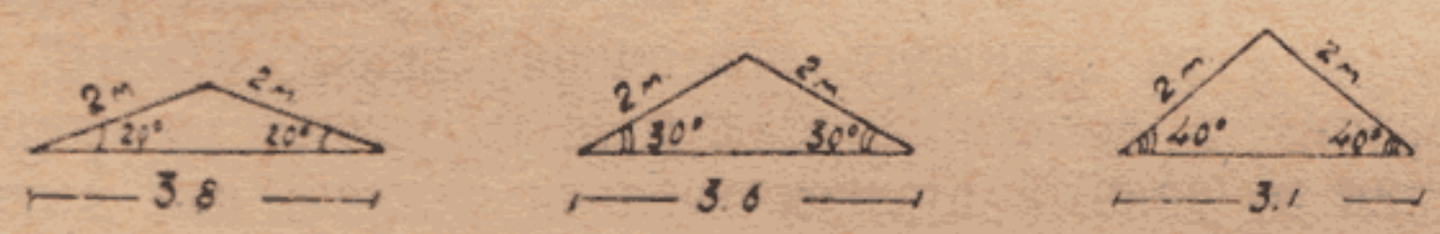
Как видим, произвести расчет равносторонней многозвенной гелиооранжереи не трудно. В различных широтах лишь будет меняться угол наклона скатов крыши, что будет характеризоваться следующими показателями, которые увязаны с таблицей высот солнца:

Таблица 18

Широта местности:	37°	39°	40°	43°	45°	50°
Оптимальные углы наклона скатов крыши.	35°	32°	30°	28°	26°	22°

Последующее увеличение угла будет невыгодно по соображениям экономического порядка. Приведем соответствующие цифры увеличения стоимости теплицы в зависимости от угла наклона боковых скатов на 1 га застеклянной площади для 40° с. ш. Они приведены по отношению к данным, выведенным для угла наклона в 20°.

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОРАНЖЕРЕИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УГЛА НАКЛОНА ЮЖНОГО И СЕВЕРНОГО СКАТА.



Чертеж 4а

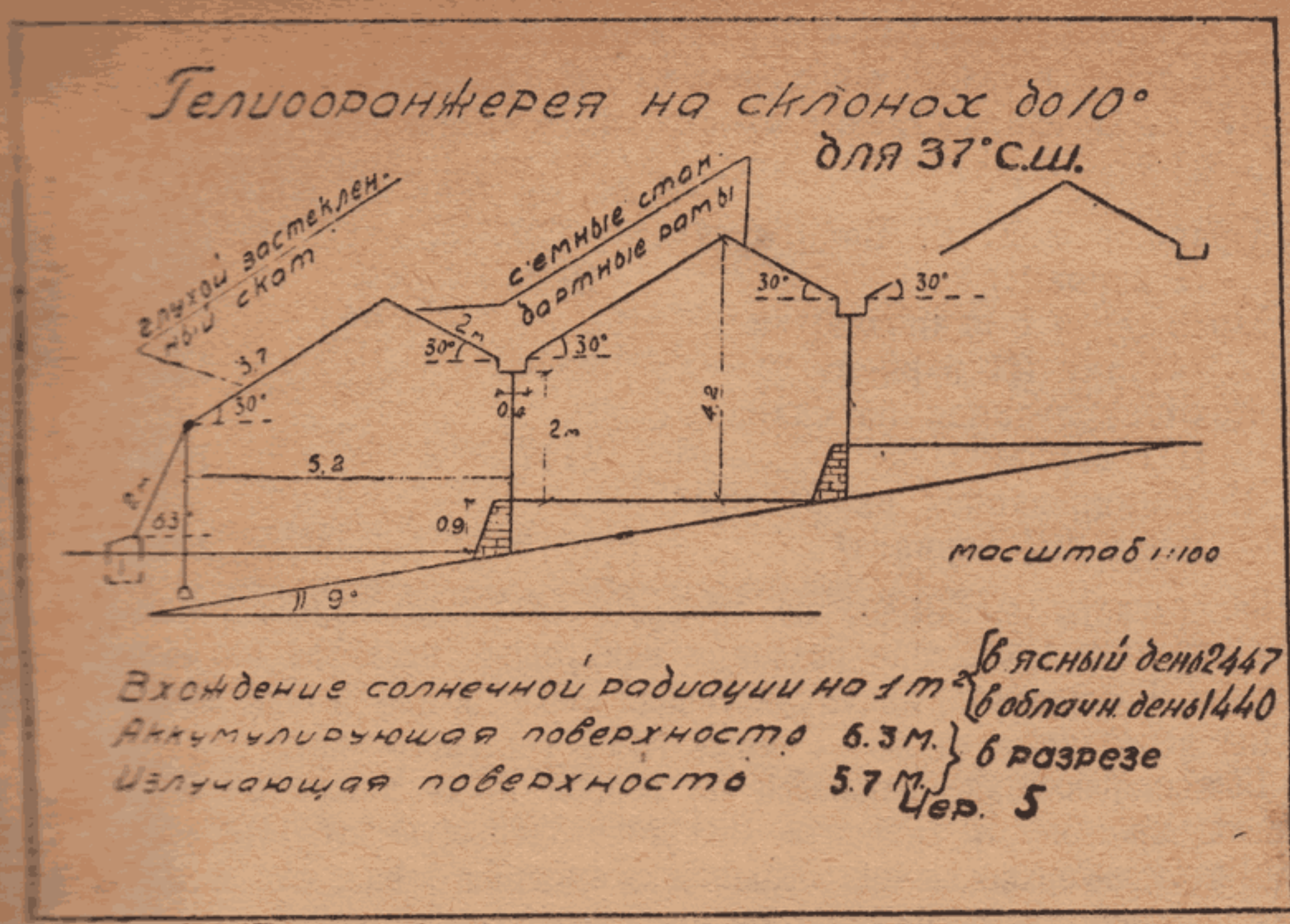
Таблица № 19.

Угол наклона скатов (северного и южного)	Увеличение вхождения тепла при облачности:	
	n = 0,7	n = 0,1
25°	7 %	23 %
30°	4 %	8 %
35°	3 %	6 %
40°	0 %	5 %

Из таблицы видно, что наиболее выгодное соотношение получается опять-таки при 30° наклона, т. к. при большем угле соотношение становится невыгодным с экономической точки зрения. Увеличение стоимости помещения об'ясняется увеличением кубатуры. Соответственно уменьшается полезная площадь грунта в звене и увеличивается потребность в стекле.

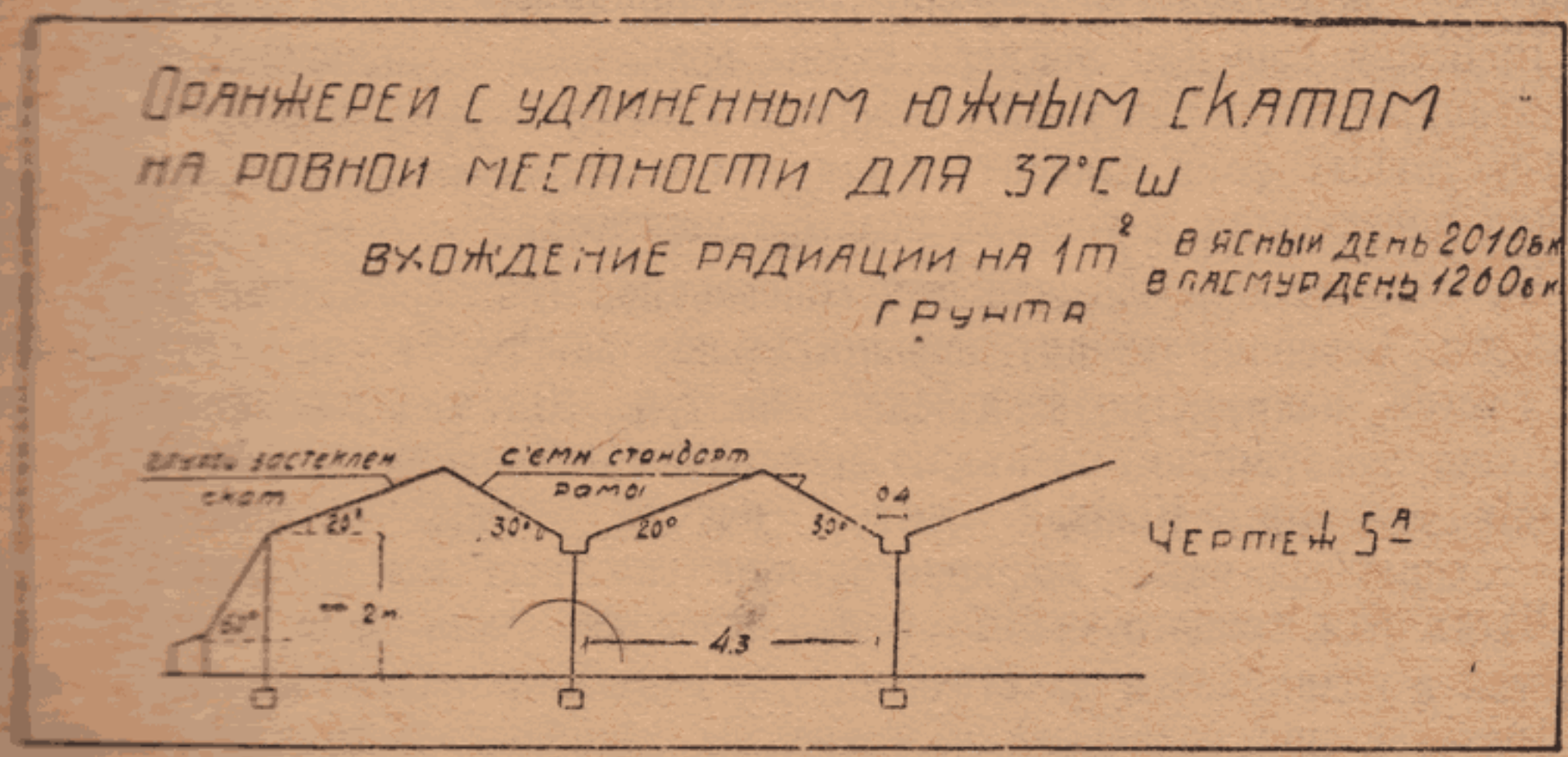
Таблица № 20.

Углы наклона скатов (южного и северного)	Отношение стекла к грунту на 1 м.²	Уменьшение полезной площади
20°	108 %	100 %
25°	111 %	97 %
30°	116 %	93 %
35°	123 %	88 %
40°	133 %	81 %



При проектировании перекрытий данного типа необходимо пользоваться приведенными расчетами, так как они определяют экономику оранжерейного хозяйства и его целесообразность.

Теперь приведем краткий расчет оранжерей III типа. Этим примером мы хотим показать, что в практике строительства оранжерей стандарта быть не может. Комбинируя различные конструктивные формы, пользуясь климатическими и агроэкономическими расчетами, можно создать для данных условий совершенно новый тип перекрытия, который будет отвечать поставленным целям. В данной работе даются лишь основные расчеты, позволяющие уточнить разрабатываемый проект или составить новый согласно заданию.



На чертеже 5 и 5-а изображены схемы гелиооранжерей для условий 37° с. ш. склона до 10° и ровной местности. Первая была предложена в виде технического проекта Тресту Субтропических Культур Азербайджана для культуры цитрусовых в Астаринском совхозе.

Подсчет входящей радиации внутрь перекрытия говорит о преимуществе этой конструкции, что видно из следующих цифр:

Вход тепла в больших калориях на 1м² грунта среднего звена в условиях 37° с. ш. при различных конструкциях оранжерей.

	В ясный день	В облачный день
1. Оранжерея В. Б. Вейнберга (I вариант)	1930	1250
2. Оранжерея с одинаковыми скатами (II вариант)	2050	1210
3. Комбинированная на склоне (III вариант)	2447	1440
4 Комбинированная на ровном месте (III вариант)	2010	1260

Все расчеты проведены по схемам без учета жолоба. Как видим, в 3-м варианте вхождение радиации наилучшее, несмотря на более пологие скаты. Поверхность, аккумулирующая тепло, в ней больше излучающей.

Для вентиляции служат с'емные рамы северного ската.

Комбинированная оранжерея на ровном месте также имеет ряд преимуществ против 1-го варианта. Она имеет меньшую кубатуру и меньшую изучающую поверхность при большем вхождении тепла, что в целом удешевит постройку и улучшит ее тепловой режим.

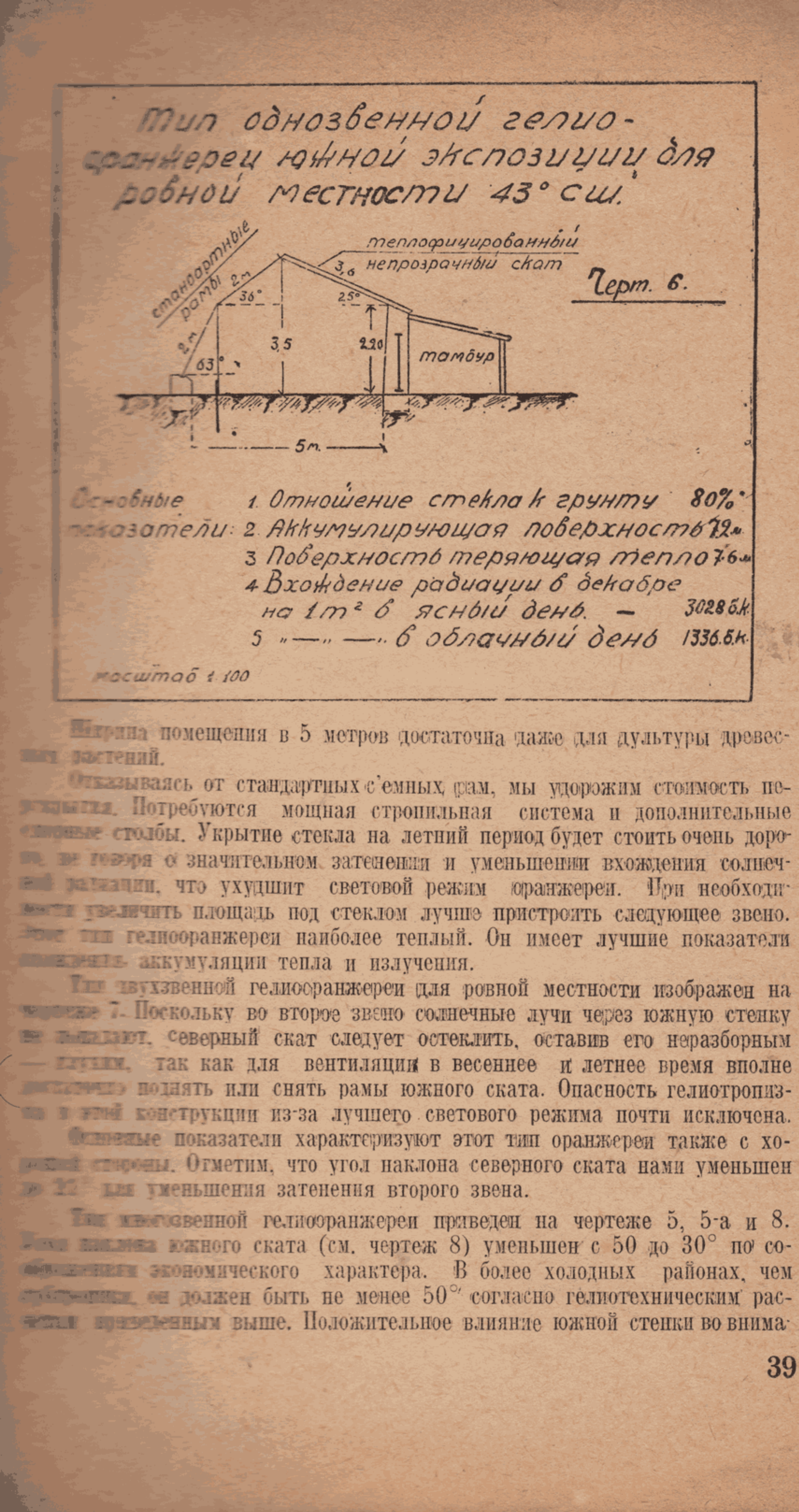
Для промышленной культуры лимонов под стеклом оранжерея должна быть блочного (многозвенного), полуразборного типа. Многозвенность оранжереи предопределяется масштабом хозяйства и промышленным значением данного предприятия, что же касается снятия хотя бы части рам на летний период, то оно необходимо по следующим соображениям:

а) Летний вегетационный период растения должен быть в естественной обстановке, а при наличии глухих неснимаемых рам будет создаваться угроза перегрева помещения, даже при хорошей вентиляции;

б) Оставленные рамы прекратят доступ осадков, и растения придется орошать искусственно в течение всего года, что вызовет излишние расходы на рабсилу и устройство большого водохранилища.

Приведем еще для примера схемы оранжерей с солнечным обогревом, рассчитанные на условия 43° северной широты. В основном изменение конструктивных форм зависит от широты местности, назначения и специализации перекрытия и условий рельефа местности.

На чертеже 6 изображен тип однозвенной гелиооранжереи для ровной местности. Северную стенку дополнительно защищает тамбур. Северный скат глухой, непрозрачный, забелен изнутри. Он малотеплопроводен, так как имеет воздушную изоляцию и слой малотеплопроводного материала (опилки или др.). Южный скат и южная стенка состоят из разборных стандартных рам, на конструкции которых мы остановимся ниже. Часть рам южного ската (одна через две или три) подвешивается на петли и поднимается на зубчатки для вентиляции помещения. От системы форточек при солнечном обогреве мы рекомендуем отказаться совсем, так как они усложняют конструкцию и недостаточно эффективны в отношении воздухообмена. Следует помнить, что в ясные дни в гелиооранжерее может быть избыток тепла даже при отрицательных температурах внешнего воздуха.



Ширина помещения в 5 метров достаточна даже для культуры древесных растений.

Отказываясь от стандартных с'емных рам, мы удорожим стоимость перекрытия. Потребуются мощная стропильная система и дополнительные стоячие столбы. Укрытие стекла на летний период будет стоить очень дорого, не говоря о значительном затенении и уменьшении вхождения солнечной радиации, что ухудшит световой режим оранжереи. При необходимости увеличить площадь под стеклом лучше пристроить следующее звено. Этот тип гелиооранжереи наиболее теплый. Он имеет лучшие показатели емкости аккумуляции тепла и излучения.

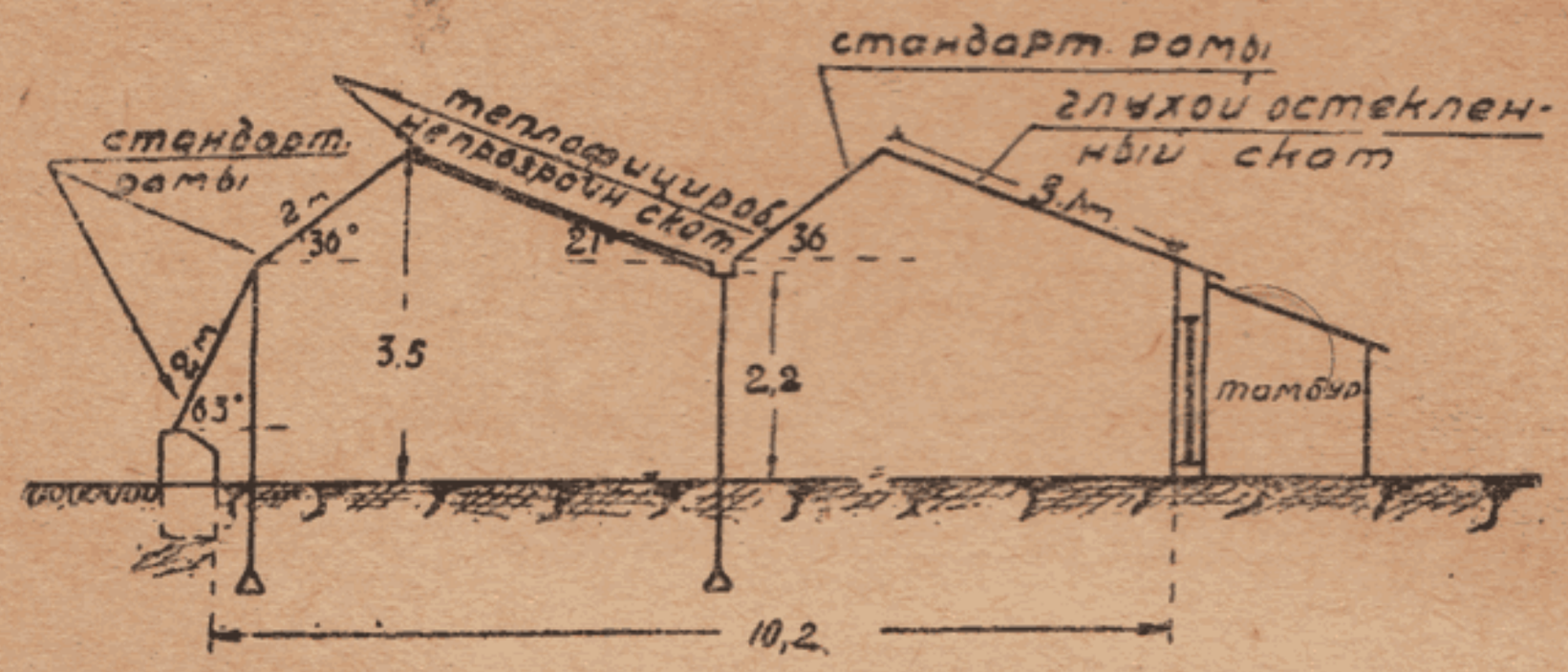
Тип двухзвенной гелиооранжереи для ровной местности изображен на чертеже 7. Поскольку во второе звено солнечные лучи через южную стенку не попадают, северный скат следует остеклить, оставив его неразборным — глухим, так как для вентиляции в весеннее и летнее время вполне достаточно поднять или снять рамы южного ската. Опасность гелиотропизма в этой конструкции из-за лучшего светового режима почти исключена.

Основные показатели характеризуют этот тип оранжереи также с хорошей стороны. Отметим, что угол наклона северного ската нами уменьшен до 25° для уменьшения затенения второго звена.

Тип двухзвенной гелиооранжереи приведен на чертеже 5, 5-а и 8. Угол наклона южного ската (см. чертеж 8) уменьшен с 50 до 30° по соображениям экономического характера. В более холодных районах, чем Ленинград, он должен быть не менее 50° согласно гелиотехническим расчетам, приведенным выше. Положительное влияние южной стенки во внима-

Тип двухзвенной гелио-оранжереи южной экспозиции для ровной местности 43° С.Ш.

Чер. 7



Основные показатели:
1 Отношение стекла к грунту 96 %
2 Аккумулирующая поверхность 12.4 м.
3 Поверхность теряющая тепло 13.6 м.
4 Вхождение радиации в декабре на 1 м²: в ясный день 2272 б.к.
5 „ — „ — „ в облачный день 1220 б.к.

масштаб 1:100

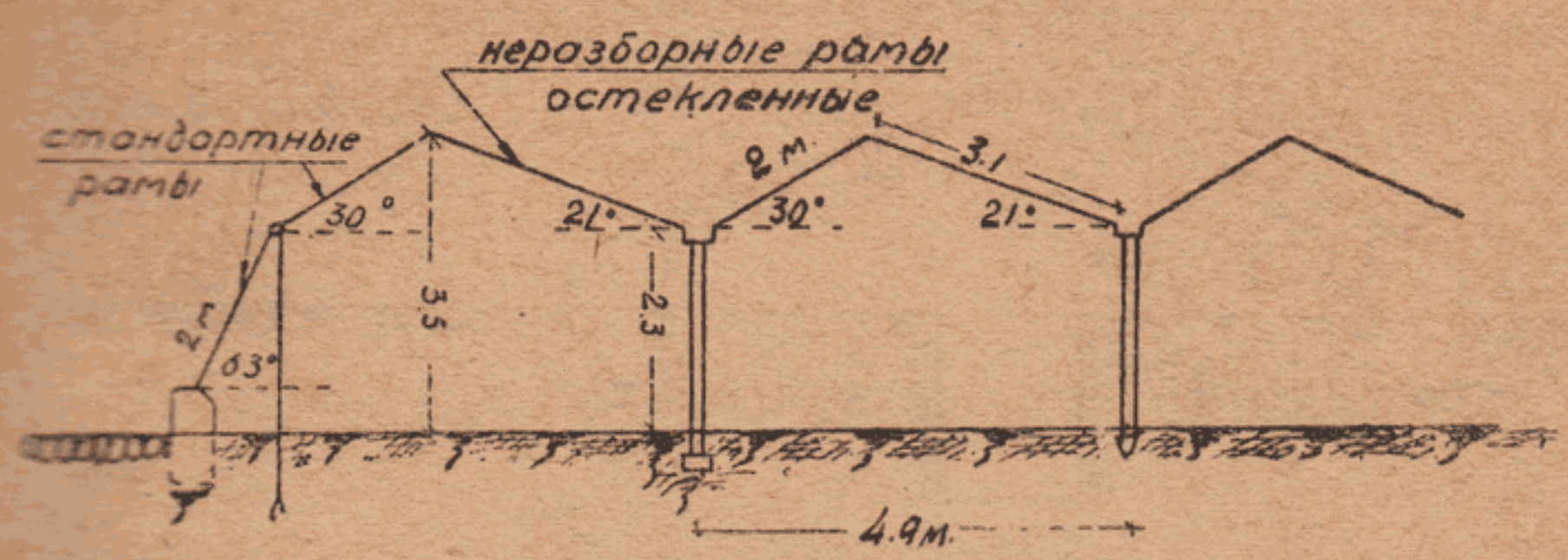
ние не принимается, поскольку входящее через нее тепло распределяется на большое количество звеньев, почему вхождение радиации определяется только через два ската. Соответствующие обоснования мы привели выше (см. таблицу 15). Южные скаты собираются опять-таки из стандартных рам, а северные стеклянные остаются глухими. Световой режим этого перекрытия улучшается, т. к. площадь стекла превышает площадь грунта, но сумма входящего тепла снижается из-за изменения конструкции и углов, что, конечно, допустимо только в теплых субтропических районах, где в гелиооранжерее замечается избыток тепла. Оранжерея, изображенная на чер. 5, построенная на склоне, будет иметь явные преимущества как в условиях 37°, так и 43° с. ш.

Многозвенная гелиооранжерея восточно-западной экспозиции, рассчитанная на эксплоатацию в весенний и осенний периоды, изображена на чертеже 9. Соответствующие расчеты углов наклона мы уже приводили выше. Все звенья на летний период могут быть разобраны. Ее основное отличие — это конструкция рам, которые в районах с холодной зимой имеют двухстекольную защиту.

Для низкорослых растений, при небольших масштабах работы, можно рекомендовать гелиотеплицы углубленного и полууглубленного типа, схема которых представлена на чер. 10 и 11. Гелиотеплица углубленного типа

Многозвенная гелио-оранжерея южной экспозиции полуразборного типа для ровной местности 43° С.Ш.

Чер. 8



Основные показатели:

1. Отношение стекла к грунту 104%
2. Аккумулирующая поверхность 4.9
3. Поверхность теряющая тепло 5.1
4. Вхождение радиации в декабре на 1 m^2 в ясный день 1438 б.к.
5. „ — „ — „ в облачный день 1020 б.к.

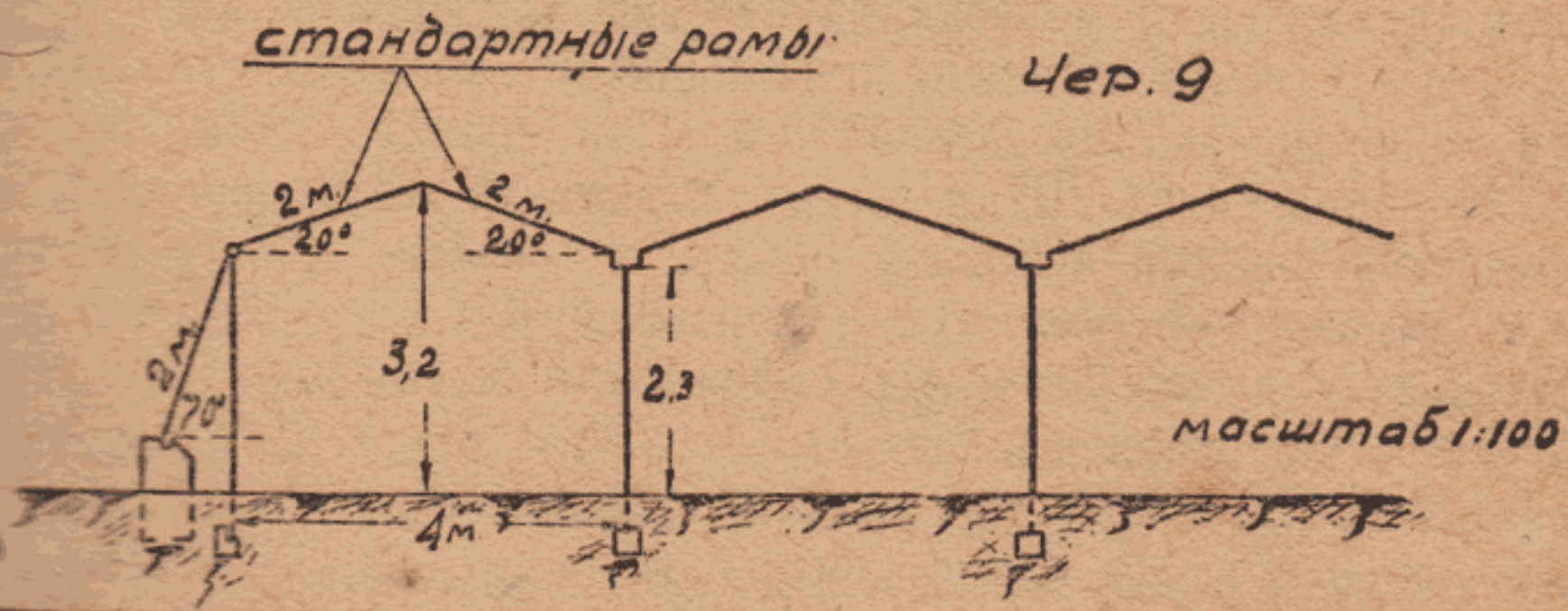
масштаб 1:100

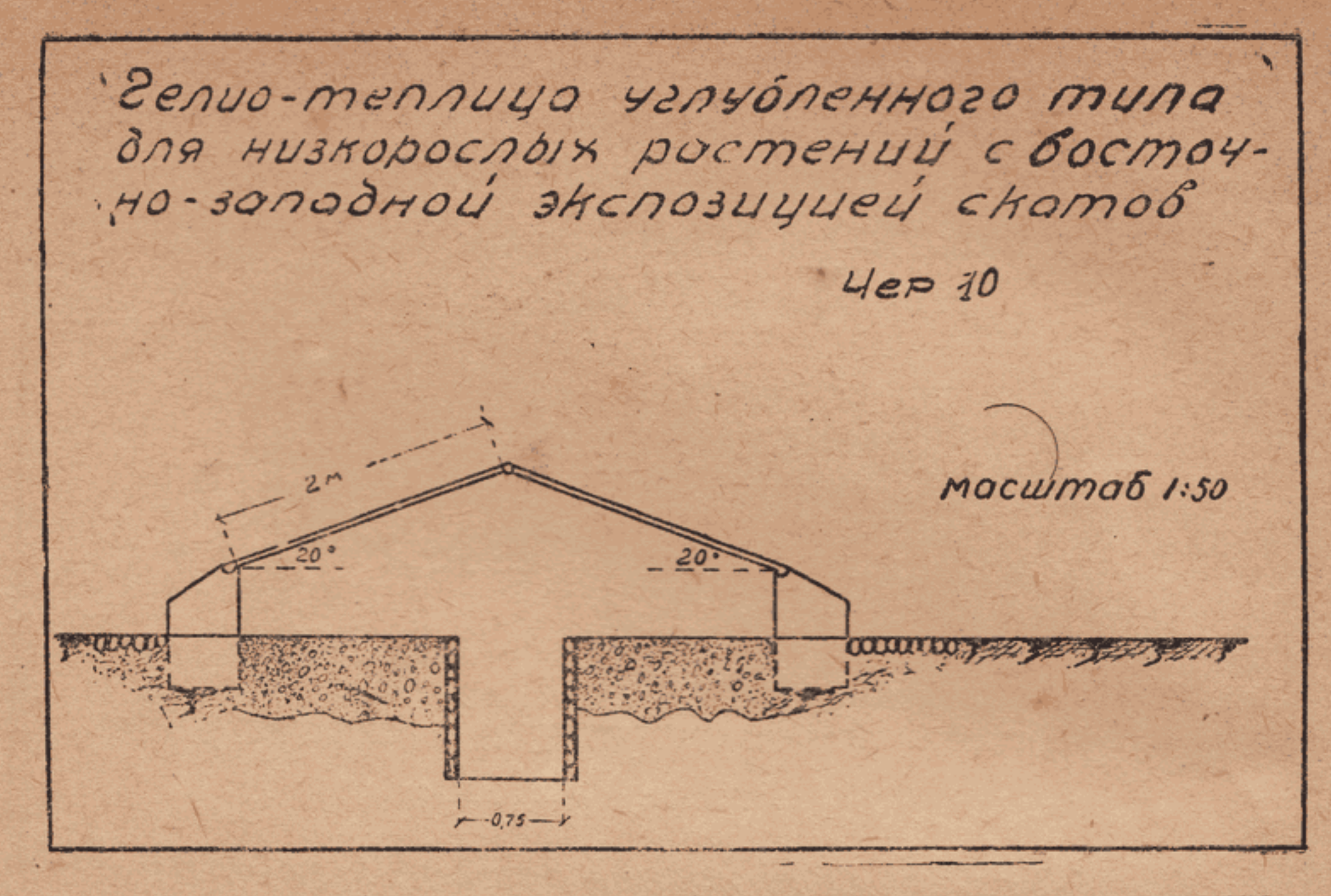
ментально-западной экспозиции была изучена в г. Самарканде (Ср. Азия), где она дала прекрасные результаты, выдержав без подогрева — 20° С. Для выгонки различных теплолюбивых растений мы рекомендуем испытать теплицу южной экспозиции, полууглубленного типа, каковую лучше всего построить на небольшом южном или юго-юго-западном склоне холма.

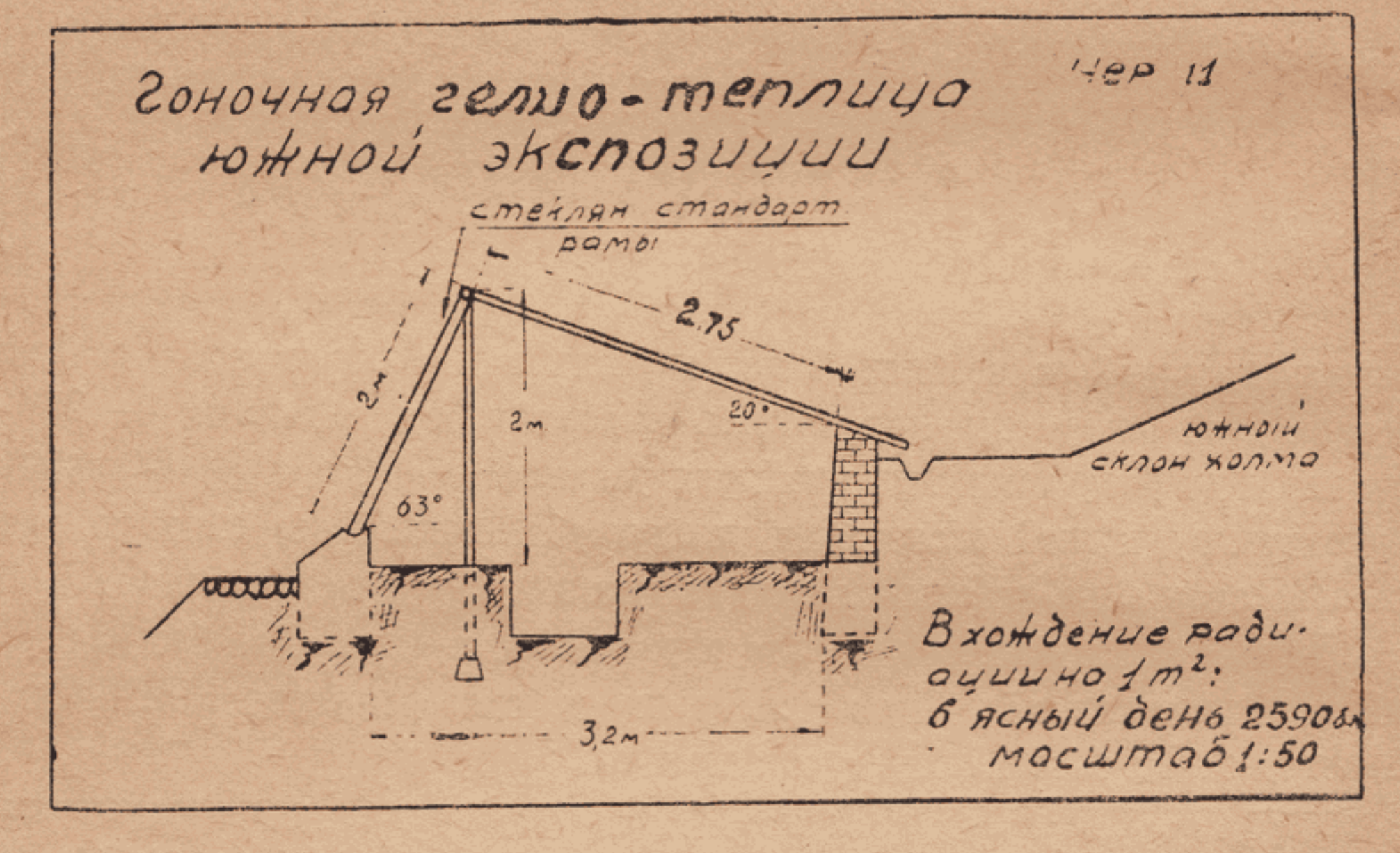
Другой тип оранжерей — это перекрытия, приспособленные для условий неровного рельефа, куда относится и гелиооранжерея ВНИИВС'а, на характеристике которой мы и остановимся.

Многозвенная гелио-оранжерея ориентированная скатами на восток и запад разборного типа для 43° С.Ш.

Чер. 9





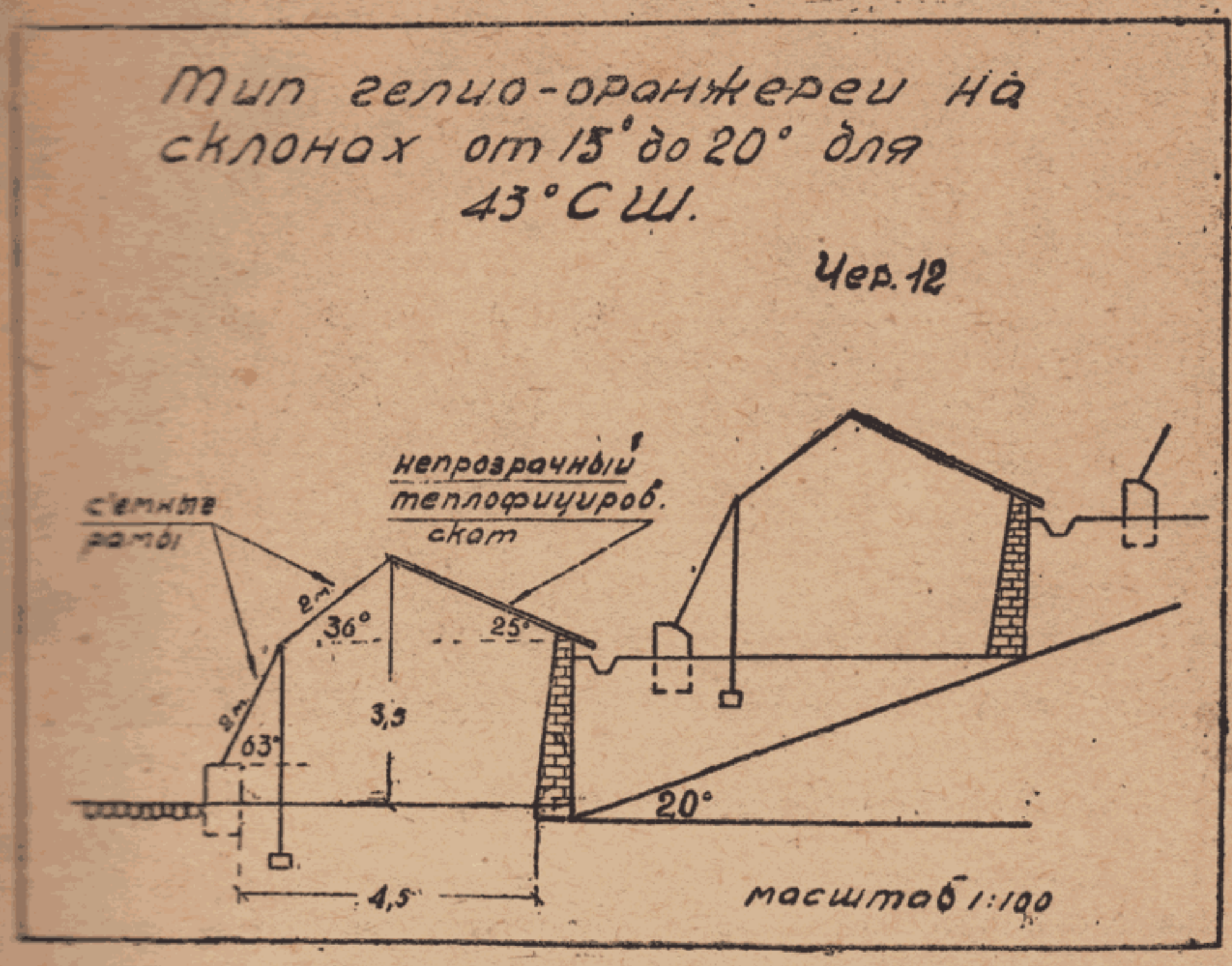


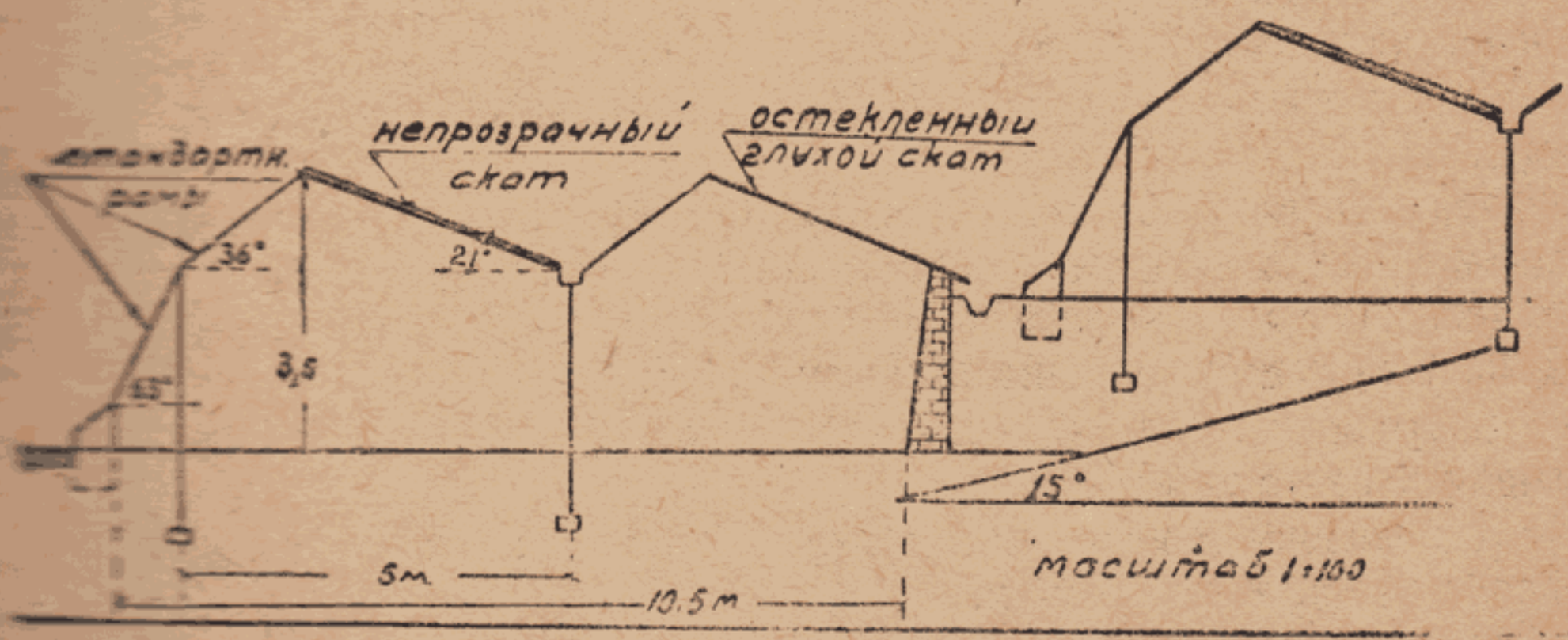
Конструкция гелиооранжереи ВНИИВС'а

Назначением гелиооранжереи ВНИИВС'а была культура лимонов, с созданием оптимальных микроклиматических условий в наиболее холодный период года. В соответствии с приведенными выше гелиотехническими расчетами, ориентировка продольной оси была принята на юг с отклонением западного конца ее на 20° к северу, что обеспечивает наибольшее вхождение лучистой энергии в зимний период, в декабре—январе месяце, и смещает температурный максимум в течение суток к 4—5 часам вечера.

Поскольку в зоне влажных субтропиков наилучшие микроклиматические условия для оранжерейного строительства будут на склонах, необходимо было разработать такую систему расположения звеньев перекрытия, которое, без изменения принципов конструкции и гелиотехнических оснований, могло быть построено при любых углах наклона местности. На схема-

На чертежах 12 и 13 видно, как меняется расположение звеньев в зависимости от угла наклона местности. При 12° наклона местности, при сохранении идентичных конструктивных особенностей, звенья располагаются параллельно и при 20° одно над другим. При уклоне местности до 10—12° возможна постройка многозвенной оранжереи (см. чер. 5) по типу строя-





— в Азербайджане, в Астаринском совхозе. Гелиооранжерея ВНИИВС'а построена по второй схеме.

Угол наклона южной стенки принят в 65°. В условиях 43° с. ш. он приближается к оптимальному, так как средняя высота солнцестояния за рабочий день в зимний период (XII—I мес.) примерно равна 20°.

Рис. 3. Гелиооранжерея ВНИИВС'а в г. Сухуми

С увеличением высоты солнцестояния, соответственно увеличивается вхождение солнечного тепла через южный скат звена, расположенный под углом в 35°, что обосновано гелиотехническими расчетами, приведенными выше. При этом угле последующие блоки затеняться не будут, так как следующее звено располагается выше.

Из приведенных выше чертежей видно, что наибольшее количество тепла будет иметь однозвенная оранжерея, расположенная на склоне в 20°. Площадь стекла в ней не превышает площади грунта, что до некоторой степени предопределяет количество входящей радиации и теплопотери, т. к. основная масса тепла теряется через остекленную поверхность. Площадь, аккумулирующая солнечное тепло (грунт и откос террасы), в ней больше площади теплоизлучающей (стекло). Северный скат благодаря теплоизоляционным свойствам на баланс тепла влияет незначительно.

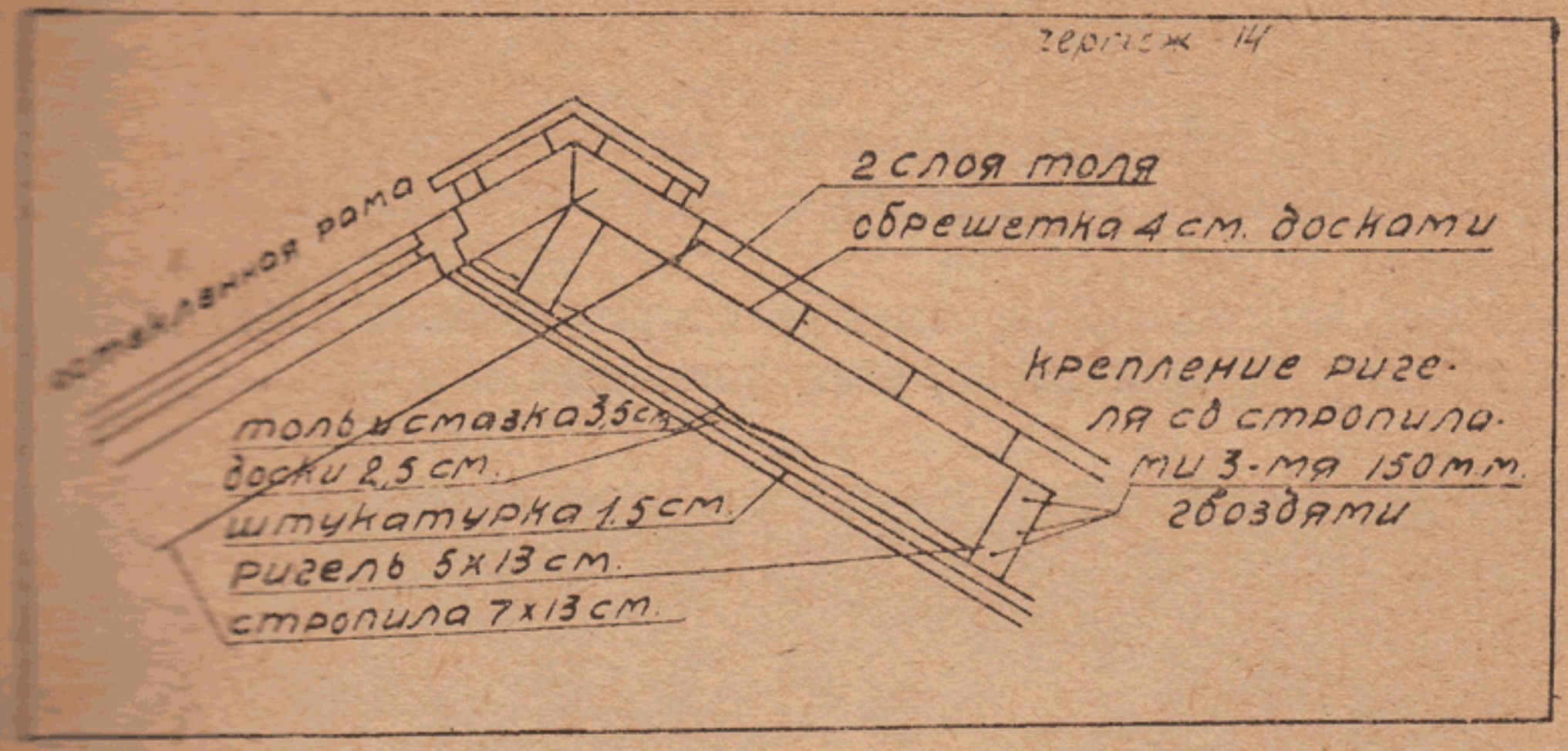
Излучающая поверхность на 1 погонный метр однозвенной оранжереи =4 м. Аккумулирующая поверхность 6.1 м.

Излучающая поверхность двухзвенной оранжереи=10.4 м. Аккумулирующая поверхность 9.7 м.

Излучающая поверхность трехзвенной оранжереи = 15 м. Аккумулирующая поверхность 13.9 м.

Для однозвенной оранжереи это соотношение безусловно выгодно, особенно в ночное время и пасмурные дни, когда почва грунта и откос террасы отдают не только аккумулированную за день тепловую энергию, но и тепло самой почвы. Гелиооранжереи обычного равнинного типа этих преимуществ не имеют.

Конструкция северного ската гелиооранжереи ВНИИВС весьма несложна: слой толя, рубероида или другого водонепроницаемого материала лежит на обрешетке из досок, которые укладываются на стропила и продольные бруски, врезанные в них. Снизу скат обшивается тонкими досками и штукатурится. Между двумя слоями досок размещаются рисовая шелуха, опилки или слой теплоизолирующей замазки из опилок с глиной. Детали устройства северного ската видны на чертеже № 14.



Такое устройство северного ската уменьшает теплопотери до минимума, что для терморежима гелиооранжереи имеет большое значение.

Северная стенка оранжереи на склонах является наиболее дорогой частью перекрытия, почему на ее устройство следует обратить максимум внимания. В зависимости от механического состава грунта и его физических свойств будет меняться и устройство северного откоса. При сопротивляющем грунте и отсутствии верховодки, от устройства сплошной бетонной стенки следует отказаться, так как стоимость материала, работы и транспорта превысит лимит на строительство.

При наличии закрепленных откосов, что можно сделать, применяя простые мероприятия (предварительная террасировка, закрепление дерном, прикатанная обрешетка, обкладка откоса булыжником и т. д.), можно ограничиться установкой подпорных столбов с оставлением естественного откоса. Сам грунт обладает достаточной теплоемкостью, чтобы аккумулировать необходимое количество солнечного тепла. На технике террасирования мы останавливаться не будем, поскольку этот вопрос достаточно обсуждался на страницах специальной печати. Отметим, что ширина террасы должна быть не меньше 5,5—6 метров.

Угол наклона северной стенки (откоса террасы) влияет на интенсивность аккумуляции солнечного тепла. Наилучший эффект даст откос в 70—80 град., но следует учесть, что в этом случае уменьшается полезная площадь оранжереи.

В ночной период откос закрашивается в черный цвет для большего поглощения солнечных лучей, что особенно важное значение имеет в обстановке дня, когда аккумулируется рассеянная радиация и освещение растений повышается отражением лучей от забеленного северного ската.

Высота и ширина помещения при стандартных рамах предопределяет-

ся принятыми углами наклона скатов крыши, боковых стенок и высотой фундамента. Однозвенная оранжерея ВНИИВС'а имеет высоту под коньком 3,75 метра и ширину 4 м. Эти размеры позволяют вести двухрядную формовую и однорядную полукарликовую культуру лимонов. При высоте дерева более 2,5 метра сильно усложняются работы, связанные с уходом за растениями.

Также затруднится при большей высоте и уход за постройкой, в частности, уход за стеклами, под'ем и снятие рам и проч.

В случае необходимости высота звена может быть увеличена за счет поднятия фундамента и удлинения рам южной стенки. Длина отдельного звена будет зависеть от микрорельефа склона и принятого размера перекрытия.

Общий вид готового каркаса виден на рис. 4. Рамы южной стенки одним концом упираются на мауэрлат, уложенный в фундаменте, и другим

Рис. 4. Общий вид гелиооранжереи ВНИИВС'а в Сухуми, на переднем плане плантация лимонов под покрышками

в паз бруса, который поддерживается опорными столбами. Рамы южного ската, через две—третья, ставятся на петли для под'ема во время вентиляции, а остальные укладываются без особого крепления на стропила. Само собой разумеется, что при проектировании каркаса производятся специальные технические расчеты по сопротивлению материалов, устойчивости против напора ветра и снеговала.

Для стока воды в многозвенной оранжерее между двумя скатами предусматривается жолоб. Его конструкция будет меняться в зависимости от интенсивности осадков в данном районе. С гелиотехнической точки зрения жолоб должен быть минимальных размеров, чтобы не уменьшать

максимум солнечной радиации и нагрева оранжереи, но в то же время это значит должна обеспечить работу по ремонту рам, очистке снега, работы связанным с хождением рабочих. Расчет жолоба делается по данным максимальных осадков за единицу времени и стока воды с площади двух скатов.

В однозвенной оранжерее для стока воды устраивается жолоб вдоль внутренней северного ската и фундамента южной стенки или между двумя зеньлиц, как это видно на прилагаемых выше чертежах, но в этом случае жолоб необходимо оцементировать, т. к. иначе влага будет просачиваться на нижерасположенную террасу.

Очистка снега в обоих вариантах большой трудности не представляет. С северного непрозрачного ската снег счищается в жолоб между двумя зеньлиц, как это видно на чертах 12 и 13. На южном скате и стенке снег благодаря большому углу наклона и солнечному нагреву, держаться не будет.

Входные ворота (или двери) в однозвенной оранжерее должны быть в южном блоке с западной и восточной стороны. Подвоз земли, навоза и материалов будет производиться в летний период, поэтому на зиму ворота должны быть тщательно заделаны для уменьшения теплопотерь, и для прохода оставляется одна дверь. Ширина ворот должна обеспечить проход телеги или тачки.

Расстояние между опорными столбами взято максимальное, предел позволяют технические условия, качества леса, его толщина и тяжесть крыши. В будущем, при использовании металлических балок, затенение грунта может быть доведено до минимальных размеров.

Конструктивные особенности рамы и способы ее остекления

Конструкция рамы была разработана с учетом следующих моментов:

Против существующего стандарта 2-метровой рамы было уменьшено количество продольных реек, так как в утреннее и вечернее время они дали бы большое затенение. Вместо них введены в переплет одна продольная и 2 поперечных рейки, которые на вхождение утренних и вечерних лучей большого влияния не окажут.

Длина рамы определена с учетом стандарта лесоматериалов *); таким образом при изготовлении рам не будет оставаться отбросов, что при строительстве большого масштаба имеет большое значение. Размер стекла в высоте соответствует существующему стандарту на бемские стекла; последние без обрезков могут непосредственно вставляться в пролеты рам, что создает большую экономию в стекле.

---

*) В стандарте на бруски имеются размеры 2 м., 2 м. 25 см. и т. д. при различном поперечном сечении.

Рис. № 5. Внутренний вид гелиооранжереи Узб. Гидрометеорологического Института

Уменьшать длину рамы нельзя, т. к. бруски в 2 метра являются минимальными по размерам, а увеличивать их нецелесообразно, так как пришлось бы еще более утолстить продольные бруски, что увеличивало бы затенение грунта.

На обвязках рамы предусматриваются реечки, на которые будут ложиться с'емные вентиляционные рамы. Чтобы не было прососов воздуха и вредной конвекции, рейки необходимо обить полоской кошмы, так как плотная подгонка вентиляционных рам недопустима из-за возможного разбухания дерева в осенне-зимний и весенний периоды. Стыки глухих (нес'емных) рам, если таковые будут иметь место, после тщательной паклевки и замазки водонепроницаемым составом (замазкой) также забиваются рейками, при чем эта работа обязательна для стыков, обращенных наружу, и не обязательна для внутренних.

Точно так же необходима прокладка полосками войлока (или др. более дешевого материала) всех других пазов, на которые ложатся как глухие, так и вентиляционные рамы. Все щели затыкаются паклей, и деревянные части перекрытия окрашиваются масляной краской, которая предотвратит разбухание и коробление рам. При наличии воздушных прососов и щелей сохранить запасенное днем тепло будет невозможно, и в гелиооранжерее, благодаря конвекции в холодные морозные ночи, можно ожидать наступления резких понижений температуры и даже заморозков. Лес для поделки рам берется обязательно сухой, высокого качества, т. к. в противном случае рамы покоробятся и образуются прососы.

Дно жолоба и все щели после шпаклевки заливаются железнолем, битумом, смолой или каким-либо другим водонепроницаемым составом. При этом надо иметь в виду, что в теплых районах в летний период теплица будет подвержена очень высоким температурам, почему состав, взятый для заливки, не должен плавиться при температурах в 50—65° С.

Перед накладкой все рамы окрашиваются масляной краской.

Расстояние между стеклами было определено целым рядом экспериментальных работ Гелиотехнического и Гидрометеорологического институтов*). Имея в виду, что полученные данные пока являются ориентировочными и что в низкотемпературных установках, к которым относится и гелиооранжерея, допустимы колебания от 2 до 3 см., нами было взято расстояние в 2,5 см., что при конструировании рамы было вызвано расчетами и соображениями технического порядка.

На способ стекления рам, их составные части (обвязка и переплет) и наконец на качество стекла необходимо обратить максимум внимания.

В дальнейшем при совершенствовании рамы, при условии применения металлического переплета, процент вхождения несомненно будет увеличен, но пока лесной материал, приходится считаться с его крепостью, поэтому при пересчете на один кв. метр в нашей раме мы имеем только 80 проц. стекла и 20 проц. дерева.

Какие опасности сулит недоброкачественный метод стекления двухстекольных рам?

1. При наличии прососов, трещин, щелей и проч. дефектов, в межстекольное пространство проникает пыль. Влажный воздух при первом понижении температуры осядет на стекло в виде капель. Запотевшие стекла, из-за последующего загрязнения, резко уменьшат вхождение солнечных лучей, теплица не будет прогреваться и меньше запасет тепла на ночное время. В результате — пониженный терморежим ее не обеспечит культуры нужных нам растений и затраченные средства не оправдают своего назначения.

2. Щели и прососы в рамах и между ними увеличат теплопотери как за счет конвекции, так и путем непосредственного ухода теплого воздуха, и значение воздушной изоляции междустекольного пространства сойдет на-нет.

Имея это в виду, при постройке гелиооранжереи с 2-стекольной заливкой обязателен ряд условий, который должен быть выполнен при постройке рам и их остеклении.

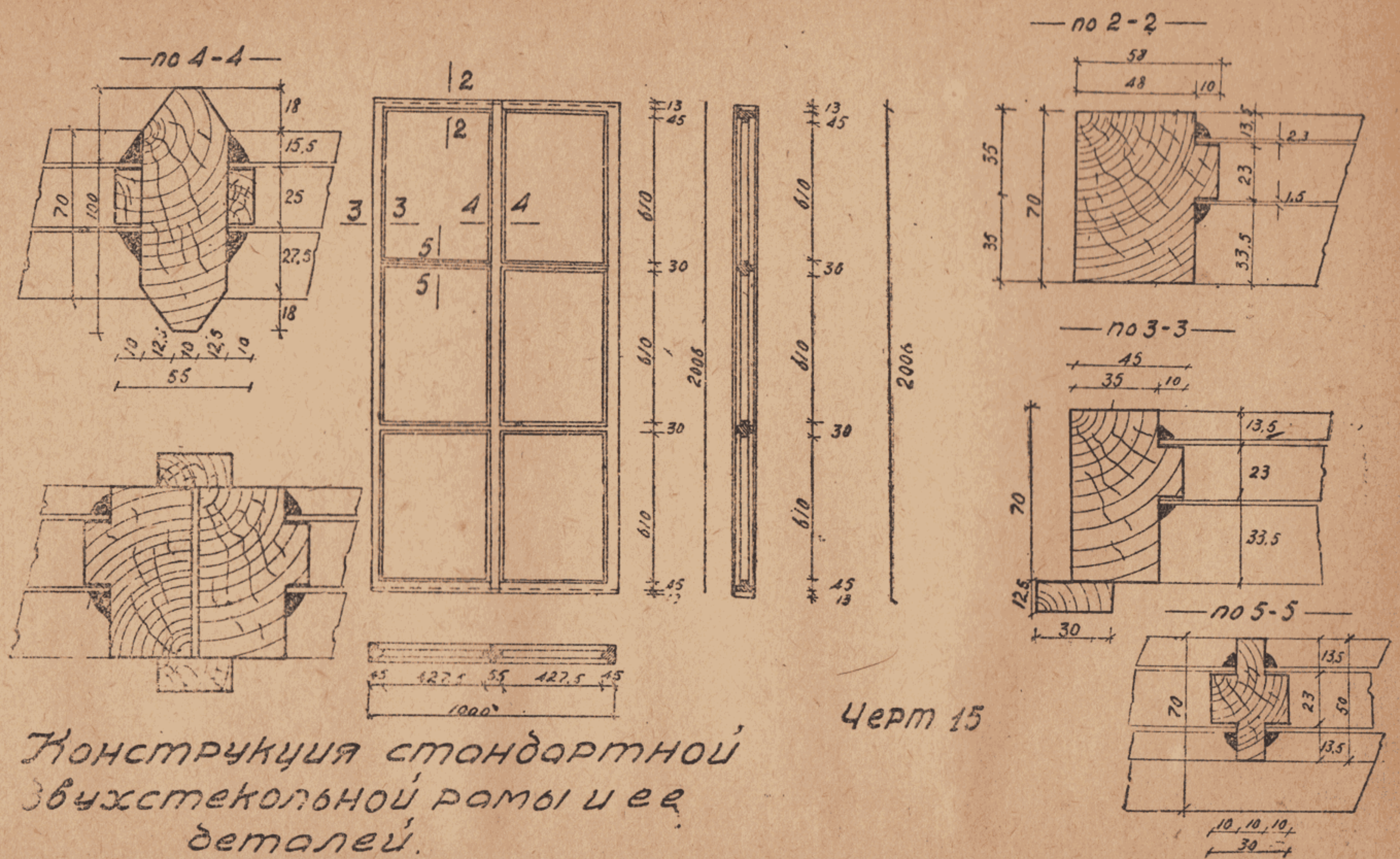
а) Все составные части рам должны быть сделаны с максимальной точностью, необходима тщательная подгонка реек и пазов, ровность фальцев, на которые ляжет стекло, отсутствие щелей и крепость рамы в целом.

б) Стекло должно быть прозрачное, белое, без пузырей и других дефектов. На случай града, верхние пазы, обращенные наружу, стеклятся двойным, полуторабемским или, в крайнем случае, одинарным бемским стеклом, а нижние, при отсутствии бемских стекол, можно застеклить 1,5-миллиметровым простым оконным стеклом высшего качества. Зеленое стекло для гелиооранжерей менее пригодно, так как оно сильно уменьшает поглощение лучистой энергии.

в) Замазка должна быть высшего качества из растительной льняной олифы и мелкоистолченного, просеянного через чистое сито, хорошо промытого мела. Эластичная долгонепросыхающая замазка уменьшит растрескивание стекол в сильную жару и при холоде, так как коэфициент

---

*) Работа н. с. Письменного, Узб. Гос. Университета.



Черт 15

Конструкция стандартной двухстекольной рамы и ее деталей.

[illegible] дерева и стекла различен. При плохой замазке, как правило, образуются трещины, через которые в межстекольное пространство попадает влага и пыль.

[illegible] перед вставкой стекла моются, просушиваются и начисто протираются сухой тряпкой. Надо помнить, что потом исправить допущенные ошибки будет поздно и потребуется переостекление рам.

[illegible] работа по остеклению должна производиться в период, когда воздух чист и наименее влажен. Для поглощения влаги, имеющейся в воздушном межстекольного пространства, можно класть туда какой-нибудь влагопоглотитель.

[illegible] стекления мы рекомендуем обычный. Стекло кладется в [illegible] на равномерно нанесенный слой замазки, слегка придавливается [illegible] вниз не прилипнет везде, забивается проволокой или мелкими [illegible] и вторично замазывается с верхней стороны. Замазку надо класть [illegible] раму, не оставляя щелей. Вообще, надо помнить, что [illegible] должно быть по возможности герметическое. Стекления в на[illegible] следует избегать, но при наличии битого стекла место накладки должно быть тщательно промазано замазкой как снаружи, так и внутри.

[illegible] остекленные рамы подсушивают, и только после этого они пере[illegible] в другое место или на каркас оранжереи. Для борьбы с запотеванием стекла можно предложить ряд способов стекления, при которых с [illegible] легко бороться. Например, при металлическом переплете можно применить гуттаперчевые прокладки, к которым стекло придавливается [illegible] зажимами. Проф. Титов рекомендует производить стекление по[illegible] стеклянными кирпичами, изготовленными по особому заказу.

[illegible] из-за отсутствия соответствующих материалов, приходится использовать старый способ стекления, наименее пригодный для гелиоустройства.

Система вентиляции

Система вентиляции в гелиооранжерее является наиболее ответственным местом. Гигротерморежим всего помещения регулируется вентиляционной системой, поэтому она должна работать без отказа в любое время дня и года. Необходимо отметить, что в отличие от обычных отапливаемых теплиц, культивационные помещения с солнечным обогреванием при [illegible] вентиляции имеют повышенную влажность воздуха и в ясные дни — избыточные температуры, нередко доходящие до 40 и более градусов.

При невнимательном уходе за 2—3 часа можно погубить растения или повредить их, что отразится на их росте и плодоношении.

В искусственно отапливаемой теплице, напротив, подчас чувствуется [illegible] влажности воздуха и его пополняют искусственно, применяя [illegible] дождевания, ставя специальные испарители и т. д. Недостаток влаги объясняется иссушающим действием отопительной системы. [illegible] трубы и т. п.). В гелиооранжерее элементы искусственного отопления отсутствуют. Благодаря транспирации растений и испарению почвы, влажность воздуха обычно поднимается до 90 проц., что для многих растений уже вредно, и влажный горячий воздух необходимо удалять. Избыток тепла в гелиооранжерее получается потому, что, если в обычной

отапливаемой теплице в ясные дни можно применить обмазку стекол известью или затенить растения шторами и щитами, то в гелиооранжерее этого сделать нельзя, т. к. почва не прогреется, и мы не создадим нужного запаса тепла на ночное время.

За зимний сезон в гелиооранжерее применяются четыре способа вентиляции в зависимости от климата, времени года и погоды, а также от наличия электроэнергии.

Рассмотрим 1-й способ. — Свежий воздух, достаточно теплый, не ниже 10° С. впускается путем полного открытия вентиляционных рам, расположенных в южных скатах крыши. Будучи на петлях, они легко поднимаются и закрепляются в приподнятом положении особыми зубчатками. В жаркие дни необходимо открывать все рамы и двери, чтобы уравнять терморежим помещения с открытым грунтом. Это мероприятие скажется в благоприятном смысле на закалке культивируемых растений.

2-й способ можно применить в более холодные дни, когда температура внешнего воздуха не ниже 2—3 град. В этом случае можно слегка приоткрыть (на 25—20 см.) часть вентиляционных рам в крыше для выпуска горячего воздуха и совсем не открывать дверей, чтобы не создавать сквозняка, который слишком резко охлаждает помещение.

Холодный воздух, проваливаясь в образуемые щели и нагреваясь, будет постепенно растекаться по грунту, вытесняя более теплый в верхние горизонты. Пользуясь этим способом, можно избежать резкого понижения температуры внутри перекрытия.

3-й способ можно применить в морозные и холодные дни, когда температура внешнего воздуха ниже 0. На этот случай в проекте же-

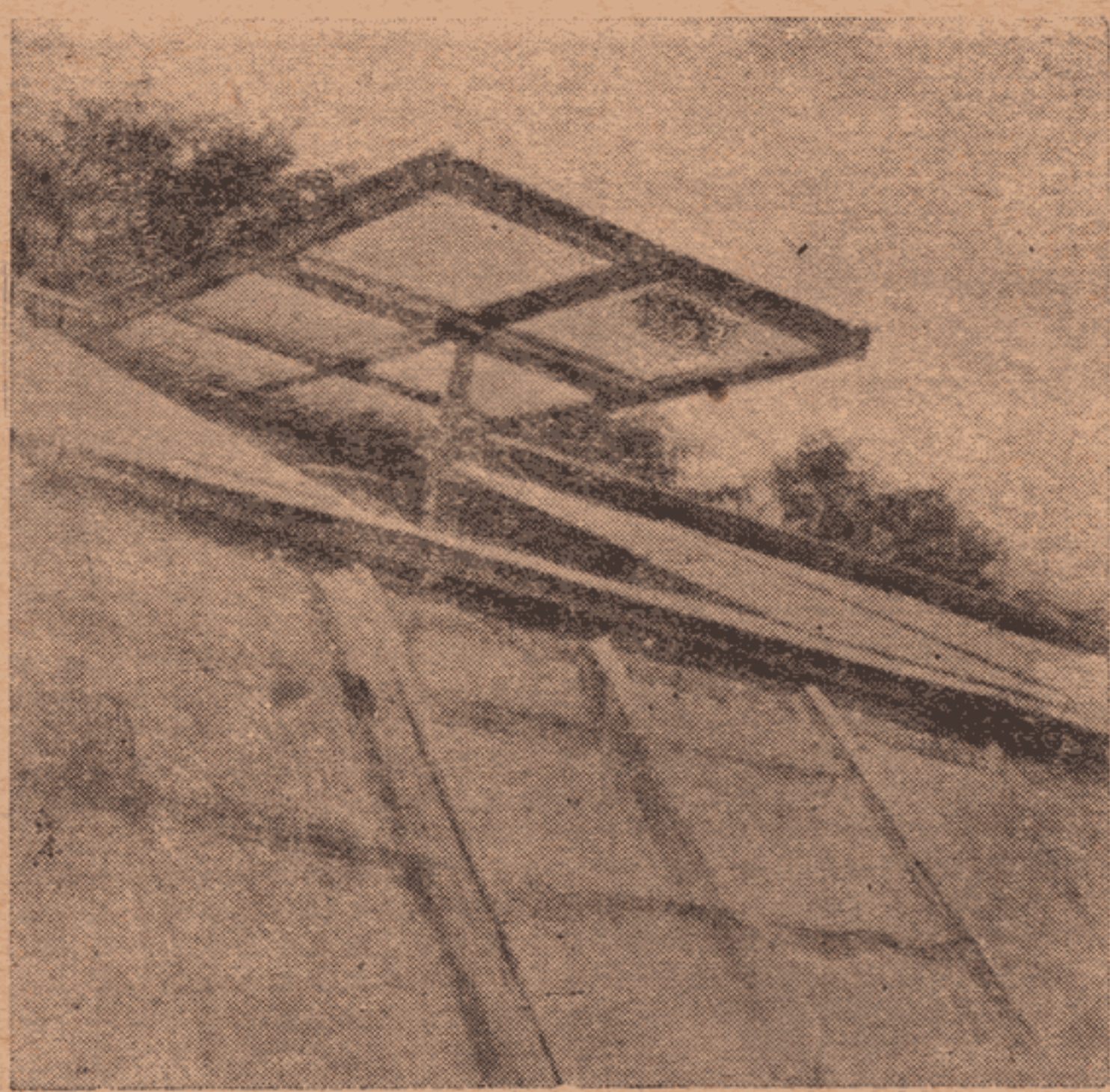


Рис. 6. Вентиляция гелиооранжереи через под'емную раму в южном скате

Рис. 7. Боковая вентиляция гелиооранжереи через под'емную раму у конька

предусмотреть вытяжные вентиляционные трубы. Начало их может обуславливаться разностью температуры внешнего и внутреннего воздуха в 10—20°; в зависимости от климата данной местности. Разница в удельном весе столба воздуха, при этой разнице в температуре, обуславливает тягу в трубе, при которой можно освежить воздух в оранжерее за час. Расчеты и конструкции вытяжных труб мы не приводим, поскольку в зоне влажных субтропиков они вряд ли найдут применение из-за небольшого количества дней с морозами. Соответствующие расчеты и чертежи приведены в работе инженера Паршакова (14). Этот способ применим при наличии электроэнергии. В коньке, где накапливается горячий и влажный воздух, устанавливаются вытяжные вентиляторы, которые при необходимости приводятся в действие. Вентиляцию перекрытий можно механизировать, применив термо-реле. При достижении предельной температуры воздуха, терморегулятор включает ток, и вентилятор начинает действовать автоматически. Аналогически вентилятор прекращает свое действие в зависимости от понижения температуры или влажности. Такая автоматическая электроустановка применена в гелиооранжерее ВНИИВС'а.

В отапливаемых теплицах большого размера вентиляция более сложна. Помимо замены воздуха там приходится следить за отопительной системой, но, к сожалению, почти во всех литературных источниках вопросу и действие системы вентиляции не обращено должного внимания.

Избыточная влажность воздуха вредна по следующим соображениям: во-первых, она вызывает грибные заболевания и плесень, которые могут развиться в период пасмурной погоды.

Многие растения при повышенной влажности воздуха изменяют анатомо-морфологическое строение, изнеживаются и принимают тепличный облик.

На лимонах в гелиооранжерее, благодаря повышенной влажности в период цветения, наблюдалась морфологическая деформация органов цветка. Тычиночные нити утолстились, пыльники, пестик и рыльце также стали более мясистыми и сочными. Пыльца перестала вызревать, и опыление цветов прекратилось. Листья также могут изменить свои анатомо-морфологические признаки, что весной при снятии рам может повлечь очень тяжелые последствия. В гелиооранжерее, при обычном солнечном освещении, уменьшить относительно влажность воздуха очень легко путем вентиляции, особенно при большой разнице в температуре внутреннего и внешнего воздуха.

Наконец, последний момент вредности избыточного увлажнения, это более быстрая изнашиваемость деревянных частей оранжереи и запотевание стекол.

Основной способ борьбы с излишней влажностью воздуха, это тщательная и ежедневная вентиляция оранжереи. В особо ответственные периоды, как например, при прохождении фазы цветения лимонов, во время продолжительной холодной, пасмурной погоды, следует принять меры искусственного понижения влажности, ставя в оранжерее поглотители и даже грелки, которые могут быть также использованы в случае резкого снижения температуры внешнего воздуха ниже—15—20° С.

Система орошения

Орошение оранжереи на ровной местности больших трудностей не представляет. В проекте необходимо предусмотреть ввод канавы, берущей воду из реки или специального водосборного бассейна. Канава должна иметь соответствующий уклон для самотечного метода орошения, на деталях которого мы останавливаться не будем. При наличии водопровода используется последний. Поступающая в оранжерею вода в холодное время года согревается в небольшом бассейне, устроенном в наиболее высокой точке перекрытия.

В оранжерее, построенной на склоне, устройство системы орошения представляет большие трудности, так как на склоне горы ороситель вывести нельзя, а грунтовая вода бывает не везде и не всегда. Остается один выход, а именно на случай засухи или недостаточного выпадения дождей, водосборный цементированный бассейн устраивается выше самого верхнего звена оранжереи, откуда вода самотеком, по цементированным канавкам или трубам, распределяется по отдельным застекленным террасам. Кроме того, для использования водосборной площади самой оранжереи, все водосточные трубы и жолоба, идущие с поверхности перекрытия, следует ввести под перекрытие, но надо иметь в виду, что эта система орошения будет действовать только при достаточно сильном дожде.

II.

Влияние климатических и погодных условий на эффективность солнечного обогрева в гелиооранжерее

Мы уже говорили о том, что микроклимат всякого стеклянного перепления в первую очередь зависит от его конструктивных особенностей, и микроклимат искусственно обогреваемых оранжерей в очень малой степени зависит от климатических условий данной местности, поскольку все факторы среды могут быть искусственно создаваемы и регулируемы, то микроклимат гелиооранжереи, не имеющей системы отопления, в значительной степени зависит от условий внешней среды, к которым в первую очередь мы относим элементы климата и погодные факторы.

Эффективность солнечного обогрева будет различна в разных географических условиях, и в данное время она проверена в 4 точках СССР: в условиях 37° с. ш. (район Сталинабада в Средней Азии, Регарский совхоз), 39° с. ш. (г. Самарканд), 41° с. ш. (г. Ташкент) и 43° с. ш. (г. Сухуми).

К сожалению, никаких материалов из Регара и Ташкента в наше распоряжение не поступило. Результаты опытной работы в Самарканде и Сухуми мы полностью использовали, и изучение полученных результатов позволяет сделать целый ряд выводов практического характера, поскольку при анализе микро-и макроклиматических условий данной местности мы встретим ряд ограничивающих факторов, которые солнечный обогрев делают недостаточно эффективным.

При определении места под постройку гелиооранжереи необходимо учесть целый ряд факторов, влияющих на ее микроклимат. К ним относятся:

а) условия рельефа.
б) экспозиция склона,
в) степень освещенности площади,
г) почвенные условия,
д) возможность искусственного орошения,
е) климатические условия местности.

Влияние рельефа на микроклимат местности общеизвестно. При выборе места для оранжереи необходимо избегать отрицательных форм рельефа, к которым можно отнести в первую очередь замкнутые долины и низменности, котловины и прочие места, где имеется опасность скопления холодного воздуха и образования «озера холода». Исследования Агро-

метеорологического института показали, что при ночной инверсии разница в температуре приземного слоя воздуха в таких случаях может достигать 5—6 и более градусов. Само собой разумеется, что терморежим оранжереи с солнечным обогревом, при более низкой температуре окружающего воздуха и повышении теплообмена, значительно ухудшается.

Кроме того, следует избегать открытых площадок, подверженных действию холодных ветров и стоку холодных воздушных масс с прилегающих склонов, долин и ущелий, поскольку известно, что при ветровой деятельности теплопотери в гелиооранжерее увеличатся, почему место для таковой должно быть в зоне действия искусственной или естественной ветрозащиты.

Наконец, следует учитывать возможность селевых потоков после сильного дождя, которые при неудачном местоположении постройки могут нанести ей большой вред.

По всем данным наилучшие микроклиматические условия мы будем иметь на южных и юго-западных склонах, где в зимний период оранжерея получит максимум солнечного освещения, будет защищена от северных ветров и стока холодного воздуха и, самое главное, в период температурной инверсии, заморозки будут менее продолжительны и интенсивны при меньшей повторяемости.

В целях наилучшей освещенности вблизи не должно быть высоких строений, лесонасаждений и других предметов, мешающих доступу солнечных лучей, так как от вхождения лучей зависит терморежим оранжереи.

Почва на выбранной площадке должна быть соответственного механического и химического состава. Поскольку насаждения в оранжерее в засушливый период года придется искусственно орошать, следует использовать возможность проведения водопровода или принять меры к устройству водосборного бассейна. При близком стоянии грунтовых вод и наличии верховодки необходимо провести соответствующие мелиоративные работы или отказаться от такого места совсем.

Солярный климат

Вполне понятно, что микроклимат гелиооранжерей в первую очередь зависит от солярного климата данной местности, и ход температуры за сутки будет изменяться от продолжительности и интенсивности солнечного сияния. Проф. Б. П. Вейнберг считает, что при продолжительности солнечного освещения меньше 6 часов в сутки, использование солнечной энергии для технических целей становится недостаточно эффективным. Для обогрева оранжерей мы принимаем продолжительность сияния в 8 часов. Этот ограничивающий фактор мы встретим на какой-то широте (примерно на 50° с. ш.). В местностях большей широты, чем 50°, солнечный обогрев оранжерей в зимний период, вероятно, придется комбинировать с искусственным подогревом, который будет иметь подсобное значение в период наиболее низкого солнцестояния и холодной погоды.

Продолжительность эффективного для гелиооранжереи солнечного сияния должна быть сокращена на севере на два часа и на юге на 1 час минимум за счет утреннего и вечернего снижения освещенности перекрытия в силу местных условий, небольшой прозрачности атмосферы и неровностей рельефа местности.

Таблица № 21.

Таблица часов восхода и захода солнца для различных широт и склонений солнца.

Значение склонения солнца — б для разных дней года	37°		39°		41°		43°		45°		47°		50°	
	Восх. часы	Зах. часы	Восх. часы	Зах. часы	Восх. часы	Зах. часы	Восх. часы	Зах. часы	Восх. часы	Зах. часы	Восх. часы	Зах. часы	Восх. часы	Зах. часы
[illegible] -21/IX	6.0	18.0	6.0	18 0	6 0	18.0	6 0	18.0	6 0	18.0	6.0	18.0	6.0	18.0
[illegible] —22/X	6.5	17.5	6 6	17.4	6.7	17.3	6.7	17.3	6 8	17 2	6.9	17.1	7.0	17.0
[illegible] - 22/XI	7.1	16 9	7 2	16 8	7.3	16 7	7.4	16 6	7.5	16 5	7.7	16.3	7.9	16.1
— 22/XII	7.3	16,7	7 3	16.7	7.5	16.5	7.6	16.4	7.7	16 3	7.9	16 1	8.2	15.8

Таблица № 22.

Таблица продолжительности дня и гражданских сумерок для разных широт и склонений — б

Значение б°	Название элемента	Широты 37°	39°	41°	43°	45°	47°	50°
		в часах						
[illegible]	Продолжительность дня	12.0	12 0	12.0	12.0	12.0	12 0	12.0
	Продолжительность гражд. сумерок	1 3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7
[illegible]	Продолжительность дня	10.8	10.8	10.7	10.5	10.4	10.3	10,0
	Продолжительность гражд. сумерок	1.4	1 5	1 5	1.5	1.6	1.7	1 8
[illegible]	Продолжительность дня	9.8	9 6	9.4	9.2	9.0	8 6	8.2
	Продолжительность гражд. сумерок	1.6	1.6	1.7	1.7	1 8	1 9	2.2
[illegible]	Продолжительность дня	9.4	9.4	9.0	8 8	8.9	8.2	7.6
	Продолжительность гражд. сумерок	1.7	1.8	1.8	1 9	2.1	2.4	2.9

Приведенная ниже таблица показывает, насколько уменьшается вхождение тепла при сокращении рабочего дня.

Таблица № 23.

Бхождение прямой и рассеянной радиации 22/XII по разным широтам при одном угле (30°) наклона стекла в больших калориях на 1 м². в ясный день.

Широты	Часы 8	9	10	11	12	13	14	15	16	Всего за день	Снижение вхождения
50°	—	118	292	391	446	391	292	118	—	2048	-236
46°	81	254	403	477	504	477	403	254	81	2934	-162
43°	99	274	421	499	527	499	421	274	99	3113	-147
37°	117	312	465	535	570	535	465	312	117	3428	-117

В северных широтах в декабре, в утренний и вечерний периоды целиком исключаются два часа, и рабочий день солнечного обогрева для 50° сокращается до 7 часов, в то время как на юге рабочий день сократился до 8 часов.

На севере (50° с. ш.) за день мы получим на 45 проц. меньше тепла, чем на юге (Сталинабад 37° с. ш.), следовательно, применение солнечного обогрева в декабре на широте 46° и выше возможно лишь в районах с небольшой облачностью, начиная с февраля или марта весной и в период сентябрь-ноябрь осенью. В наиболее холодный период — декабрь-январь — необходимо применять дополнительный обогрев.

Помимо продолжительности солнечного сияния, большое значение для солнечного обогрева имеет напряжение солнечной радиации, которое меняется в зависимости от географических условий (широты) и климата данной местности. Чтобы показать, насколько может измениться напряжение, приведем данные постоянной актинометрической комиссии СССР.

Таблица № 24.

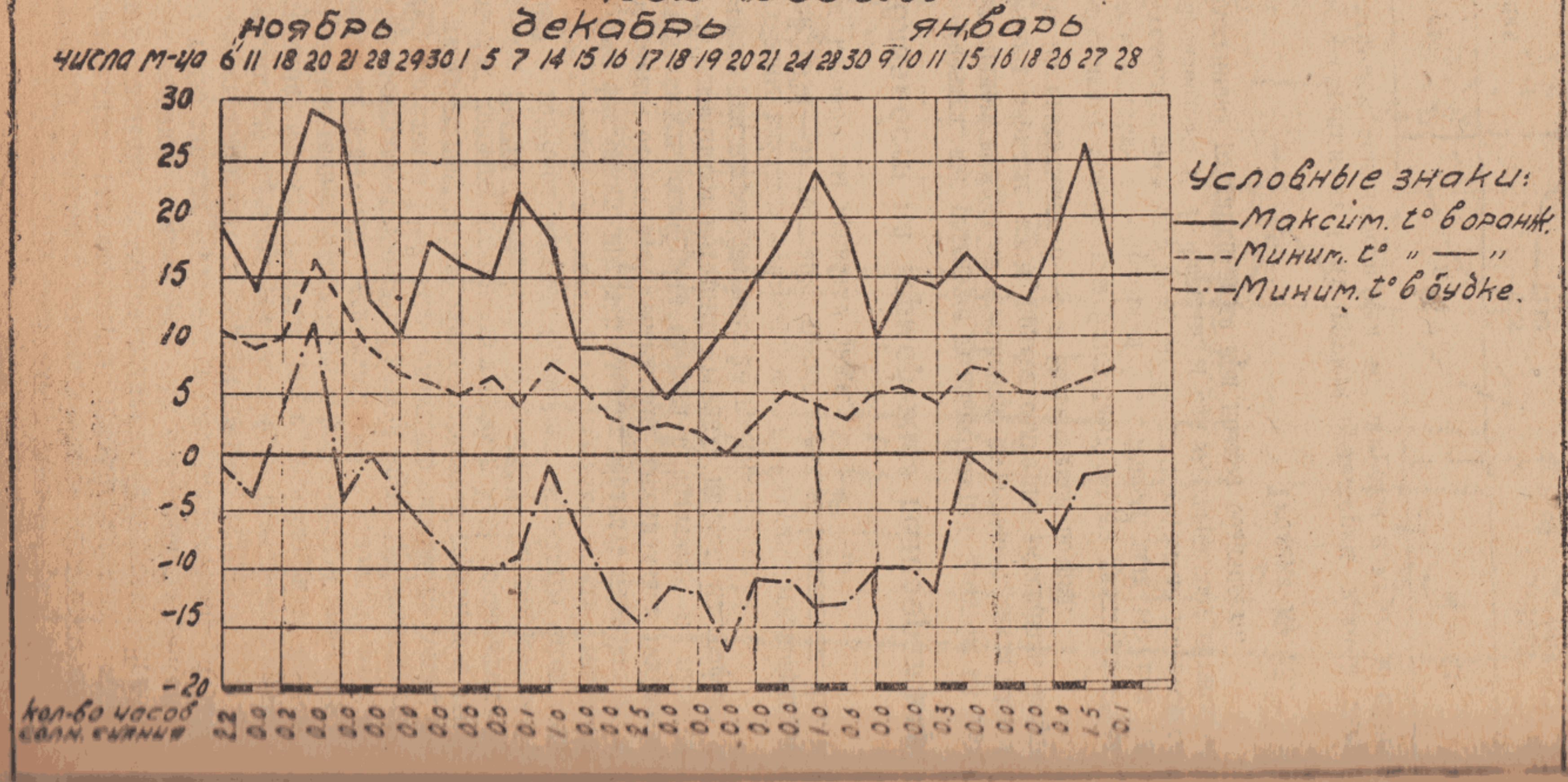
Напряжение радиации на 1 см² перпендикулярной поверхности в полдень. (11).

Станция	Широта	Напряжение радиации	
		В декабре	В январе
Москва	55.5°	0.90	1.02
Феодосия	45.2°	1.12	0.87
Ташкент	41.2°	1.23	1.30

Причины различного напряжения радиации известны, на них мы останавливаться не будем, но приведенные цифры говорят о большей или меньшей аккумуляции солнечного тепла внутри оранжереи, так как сумма тепла за день складывается в зависимости от напряжения и продолжительности солнечного сияния.

Нагрев гелиооранжереи УзТМИ в пасмурные дни циклонов за счет аккумуляции рассеянной радиации в 1932-1933 году

График 4



Продолжительность солнечной радиации в зимний период определяется гелиографом, который показывает количество часов солнечного сияния за день. Для терморежима гелиооранжереи продолжительность освещения имеет решающее значение по вполне понятным причинам. Чем больше войдет солнечной радиации в оранжерею, тем больше аккумулируется тепла, а от суммы тепла зависит состояние и развитие растений. Количество ясных дней, зарегистрированных метеорологической станцией, не может служить материалом для изучения условий работы оранжереи с солнечным обогревом. Метстанция фиксирует ясные дни в зависимости от степени облачности, но солнечное сияние может быть и при облачном небе. Как показал 3-летний опыт по испытанию гелиооранжерей в условиях субтропической зоны и континентального климата Средней Азии, для повышения температуры до 20° достаточно 1—2 часа солнечного сияния, не говоря о том, что это можно иметь за счет аккумуляции рассеянной радиации и при полной облачности. Для примера мы приведем график № 4 терморежима блочной гелиооранжереи УзГМИ (Средняя Азия) за 1932—33 год, который отличался облачной и холодной погодой. Сравнивая количество часов солнечного сияния и ход максимальной температуры, можно видеть взаимосвязь между этими двумя факторами, при чем следует обратить внимание на дни, когда солнечное сияние отсутствует совсем. Ход максимальной температуры показывает интенсивность солнечного нагрева в облачные и пасмурные дни, а минимумы показывают исходные утренние цифры. Из графика видно, что в некоторые дни нагрев достигал 28 градусов.

В условиях зоны влажных субтропиков, в Сухуми, гелиооранжерея ВНИИВС'а зимой 1934—35 года дала также хорошие показатели, что видно из графиков, которые мы приводим ниже.

Влияние облачности на терморежим гелиооранжереи

Выше мы отмечали, как реагирует гелиооранжерея хотя бы на короткий промежуток прямого солнечного освещения, но в зоне сухих и влажных субтропиков бывают периоды, когда прямое солнечное освещение отсутствует совершенно на протяжении 6—8 и больше дней подряд.

Невольно возникает вопрос, как будет реагировать гелиооранжерея в дни с низкой облачностью, с осадками и без таковых, при тех или иных температурных условиях внешнего воздуха? Соответствующие теоретические расчеты были произведены Н. Н. Боевым, и они подтверждают возможность аккумуляции рассеянной радиации даже при полной облачности.

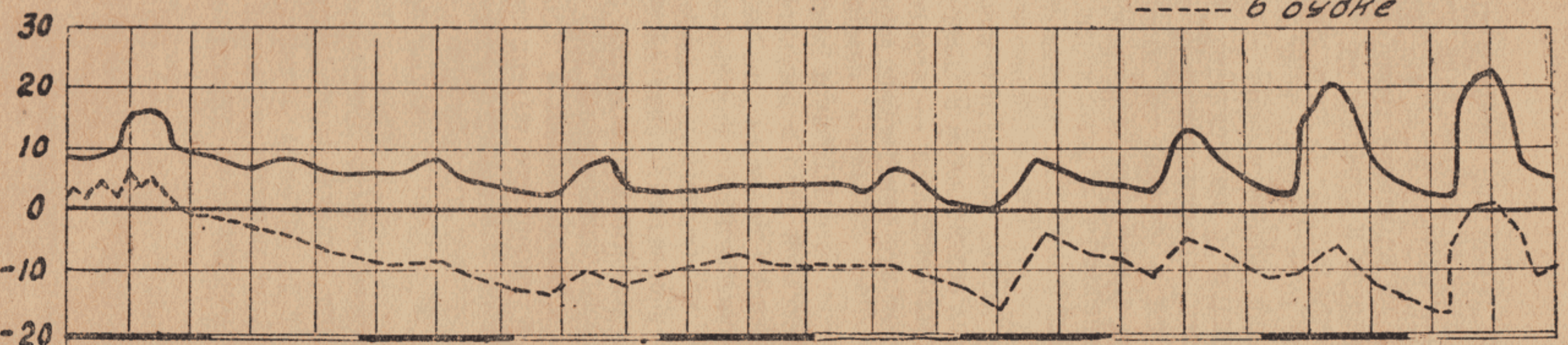
Таблица № 25.

Вхождение радиации на 1 м² грунта оранжереи южной экспозиции при различной облачности для 43° широты в марте месяце.

Облачность	n = 0,7	n = 0,1
Прямой радиации	403	1315
Рассеяной	1140	540
Всего	1543	1855

График 5

Ход температуры в грунтобои гелио-теплице и в будке за декабрь 1932 год в период прохождения циклона в условиях Ср Азии (гор. Самарканд).



число месяца	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
кол-во час. солнечн. радиац.	1.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	7.8

Расчет нами приведен для оранжерей южной экспозиции с углом наклона скатов в 30°×30°, и, как видим, при n =0,7 рассеянная радиация к общей сумме входящего тепла составляет 74%.

Аккумулирование рассеянной радиации идет через оба застекленные ската, и сумма входящего тепла зависит от степени затененности небесного свода.

Из таблицы 12-й видно, что вхождение рассеянной радиации увеличивается с уменьшением угла наклона застекленной поверхности оранжерен.

В подтверждение теоретических соображений о возможности использования рассеянной радиации, приведем ход температуры в опытной гелиотеплице УзГМИ, которая изучалась в условиях континентального климата Ср. Азии (в Самарканде). На графике приведен наихудший случай, период прохождения циклона, сопровождавшийся снегопадом, низкой облачностью и длительным похолоданием.

Понижение температуры наступило 14 декабря. Днем солнечное сияние было около часа времени, и температура в теплице доходила до 16°. С 15 числа температура стала резко снижаться и к 20 декабря достигла —16°. Несмотря на сильный мороз, низкую облачность и снегопад, продолжавшийся 15, 16, 18 и 19 числа, в дневное время в теплице все же было повышение температуры за счет использования рассеянного света. 20 и 21 декабря осадков не было, с наступлением высокой облачности и постепенным улучшением погоды, аккумуляция рассеянной радиации становится более интенсивной, и температура повысилась до 14,5°. День 21 декабря является характерным в отношении использования рассеянной радиации для обогрева. В последующие дни, несмотря на низкие температуры, терморежим гелиотеплицы выравнялся и стал нормальным. На этом же графике можно заметить смещение температурного максимума к 14—15 часам дня, о чем мы говорили выше.

Вредны ли такие периоды похолодания для тепличных растений? Для какао и подобных им теплолюбов — возможно; что касается цитрусовых, то они выносят без всякого вреда и более низкие температуры. Вообще подобные температурные условия в открытом грунту бывают довольно часто при погодных эксцессах в весенний период (IV—V) как в сухих, так и влажных субтропиках, когда минимальная температура падает до 0°.

Анализируя материалы наблюдений в гелиооранжерее за период 1932-34 года, можно заметить постоянную зависимость аккумуляции солнечной радиации от степени облачности. На графике 4 мы приводили все облачные и пасмурные дни, когда продолжительность солнечного сияния была от 0,0 до 2,0 часов за день. Максимальная Т° в теплице является показателем интенсивности нагрева в дневной период, минимальная Т° характеризует количество запасенного днем тепла, т. к. от количества тепла, отдаваемого почвой в ночной период, зависит абсолютный минимум в гелиооранжерее. Абсолютный минимум на контроле и количество часов солнечного сияния характеризуют ход погодных элементов на открытом воздухе.

Зимы 1932—33 и 1933—34 гг. в Средней Азии были исключительно суровы, почему приводимые нами материалы представляют особый интерес для апробации солнечного обогрева при резких похолоданиях и облачной погоде.

Рис. 8. Внутренний вид гелиооранжереи Узб Гидрометеорологического Института в суровую зиму 1932—33 года

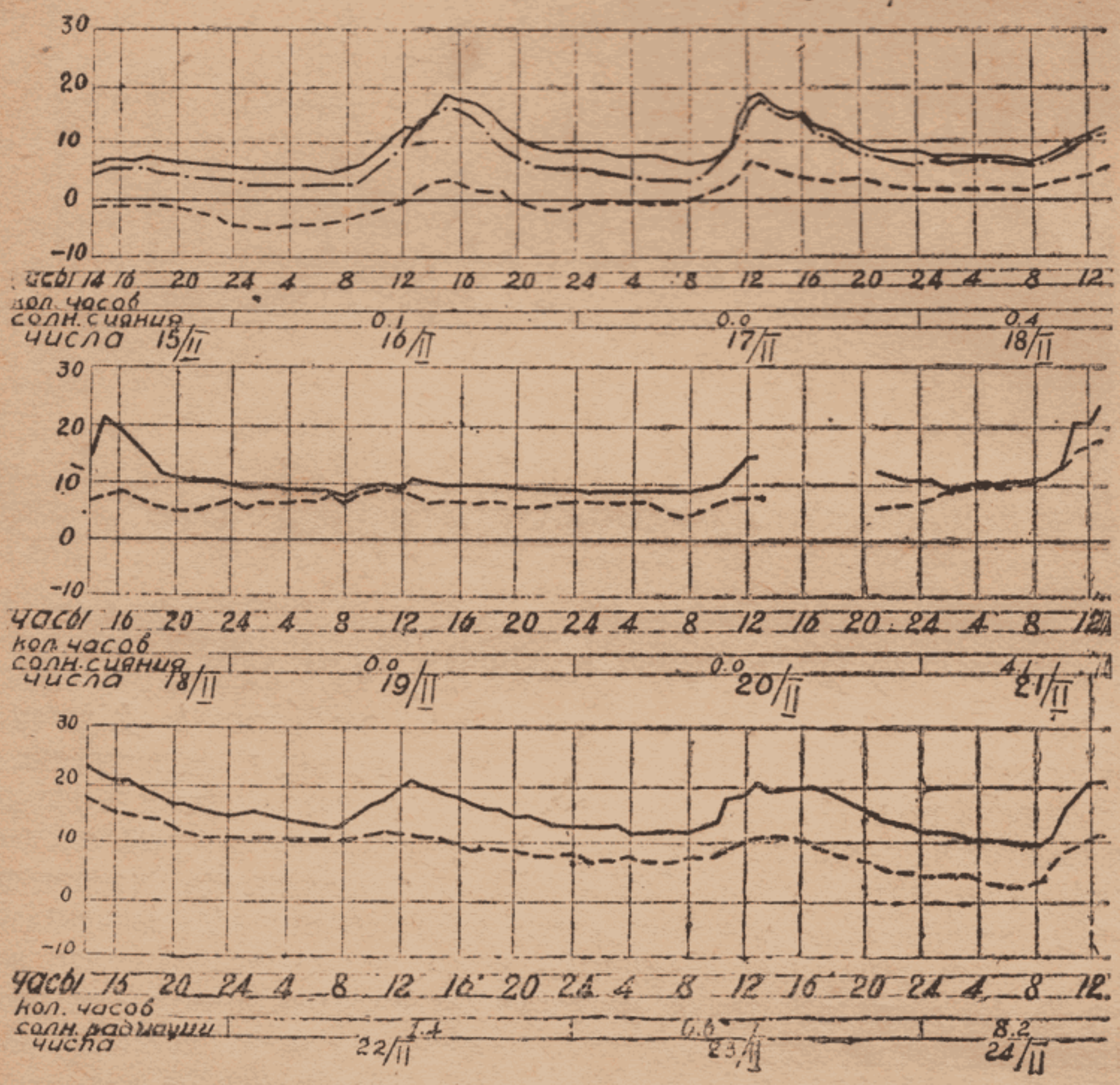
Хотя для повышения Т° в дневной период достаточно 1—2 часов солнечного сияния, но это не говорит о том, что запасенного за это время тепла хватит на ночь. В ясную ночь через застекленную поверхность мы имели большие потери тепла, и, несмотря на большое количество часов солнечного сияния, днем, при морозе в —20 —22°, в гелиооранжерее имели место кратковременные заморозки. В облачную погоду эффективное излучение сводится к очень небольшим величинам, потери тепла резко снижаются и в итоге за все время испытания, несмотря на морозы в 10—15°, заморозков в гелиотеплицах не было.

При отсутствии адвекции облачная погода сопровождается потеплением, что в свою очередь влияет на степень охлаждения перекрытия и минимальную температуру в нем. Можно отметить, что облачная погода для сохранения накопленного тепла в ночной период желательна.

В зоне влажных субтропиков заморозки не регулярны и не превышают — 10°—12°. В этих районах опасны длительные периоды с низкой облачностью. Пасмурная погода сопровождается осадками и туманами, что не может содействовать аккумуляции солнечной радиации. Все же наши опыты еще раз подтвердили реальную возможность использования диффузной радиации для обогрева оранжерей, о чем и говорит график № 6 суточного хода температуры в гелиооранжерее в период прохождения циклона в феврале 1936 года. За этот месяц солнце светило 60 часов. Понижение температуры началось 12 февраля и к 16 февраля на контроле мы имели заморозок в —5,6° С. Несмотря на низкую облачность, аккумуляция рассеянного света шла достаточно интенсивно, и температура в гелиооранжерее поднималась до 20 и выше градусов. В период сильного снегопада, как например 15 февраля, накопления тепла почти не было.

Суточный ход температуры воздуха в гелио-оранжерее В.Н.И.И.В.С'а в период циклона.

График 6



Снег с крыши оранжереи счищался, но он опять быстро засыпал стекла, почему вхождение радиации свелось к незначительным величинам.

Обобщая результаты опытной работы по испытанию гелиооранжерей за период 1931—1936 года как в Средней Азии, так и в зоне субтропиков, можно в первом приближении дать климатические показатели, ограничивающие применение солнечного обогрева. Так, по отношению к солярному климату первые выводы, которые в ближайшие годы будут уточнены и дополнены, в основном сводятся к следующему:

а) Минимальная продолжительность солнечного сияния за день, в период наиболее низкого солнцестояния (22 декабря), должна быть не менее 8 часов. При меньшем рабочем дне вхождение солнечной радиации снижает-

ся, и солнечный обогрев возможен с искусственным временным подогревом в наиболее холодное время. Кроме того, при освещении меньше 8 часов фотофильная группа растений может страдать от недостатка света.

б) Количество дней без солнца должно быть не более 10 за месяц в районах, где средний из абсолютных минимумов бывает не ниже —10° и не более 15 дней в более теплых районах, где средний минимум бывает не ниже —4°.

в) Количество часов солнечного сияния за месяц в холодных районах со средним минимумом в —10° должно быть не менее 140—150 ч. и в субтропической зоне не менее 60—70 часов.

Оснований для столь ответственных выводов у нас не много, но все же итоги наблюдений за 5 лет в различных точках Союза эти выводы подтверждают. Приведем таблицу метеорологических показателей за этот период.

Таблица № 26.

Сводная таблица метеорологических показателей по испытанию гелиооранжерей в сухих и влажных субтропиках за период 1931—1936 годов.

Мет. показетели	I/34	I/33	XII/32	XI/32	I/32	XII/33	II/33	II/34
Средн. миним. в оранж.	2,0	4,4	4,3	9,2	6,7	6,9	7,4	7,6
Средн. „ „ на контр.	-11,4	-8,7	-8,5	-2,9	-2,6	-0,8	0,0	0,2
Колич. час. солн. сиян	130	146	119	167	—	67	120	133

Мет. показатели	III/33	II/32	XII/31	III/34	III/35	I/36	II/36	XII/35
Средн. миним. в оранж.	9,1	11,4	6,4	9,7	12,3	9,8	10,2	12,2
Средн. „ „ на контр.	0,6	0,6	0,8	2,3	3,3	4,3	5,0	8,3
Колич. час. солн. сиян	120	—	—	163	132	120	66	114

Критерием для сделанных выводов (пункт б и в) могут служить даты XII — 1932 г. I — 1933 г. и I—1934 года, когда мы имели средний минимум на открытом воздухе — 9.6° С при 132 часах солнечного сияния и 12 днях без солнца[1]). Приняв средний минимум в — 10°, мы повысили количество часов солнечного сияния до 140—150 и снизили количество дней без солнца до 10. Возможный температурный режим в оранжерее при различных показателях инсоляции и среднеминимальной температуре на открытом воздухе определяется верхним рядом цифр в таблице. Это определение грубо и ориентировочно, почему ниже мы попытаемся вывести корреляционную зависимость, но уже при сопоставлении ряда среднемесячных показателей видна взаимосвязь и закономерность, особенно при идентичных условиях солнечного освещения.

---

1) За день без солнца мы условно принимаем день, когда число часов солнечного сияния колеблется от 0,0 до 0,9 часа.

Влияние температурных условий местности на терморежим гелиооранжереи

Влияние температуры внешнего воздуха на термический режим оранжереи с солнечным обогревом, за 6 лет исследований в этой области, выявилось довольно определенно. Наиболее интересными моментами для изучения взаимосвязи были:

а) Ход температуры в оранжерее при морозах, характерных по своей интенсивности, продолжительности и повторяемости.

б) Определение предельных минимальных температур для гелиооранжереи в ясные и пасмурные дни.

в) Определение среднего перепада температуры между оранжереей и внешним воздухом.

Наиболее интенсивные морозы во время испытания оранжерей с солнечным обогревом были в Средней Азии:

12 января 1933 года — 19°
19 января 1934 года — 21°
20 января 1934 года — 22°
21 января 1934 года — 20°

В 1933 году в Средней Азии испытывалась гелиотеплица УзГМИ углубленного типа, ориентированная скатами на восток и запад. При наступлении Т° внешнего воздуха в —20° С в гелиотеплице температура снизилась до 0,0°. Ночь была ясная, безоблачная, следовательно, теплопотери достигли своего максимума. Ход температуры за отдельные сутки в период прохождения циклона отображен на графике 5. Наиболее резкие понижения температуры в теплицах мы имели в период пасмурной погоды при морозе в —15° С.

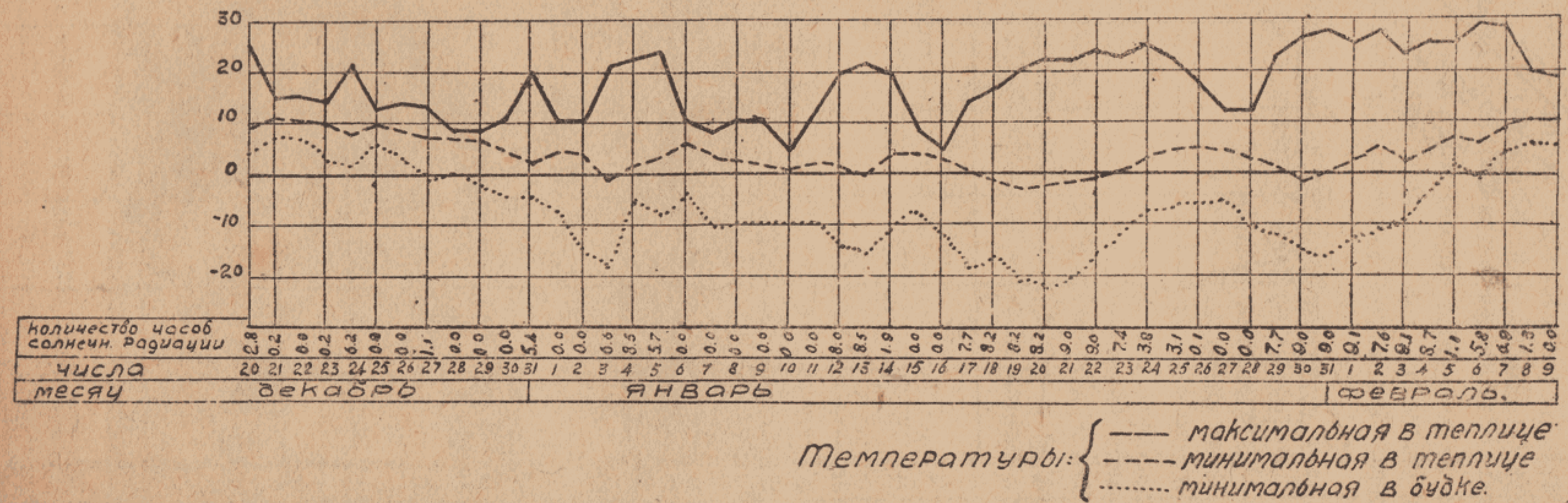
В 1933—34 году в Самарканде вступила в эксплоатацию опытная гелиооранжерея УзГМИ блочного типа. Экспозиция ее скатов была также на восток и запад, так как основной целью была весенняя выгонка хлопковой рассады. Этот год характерен исключительно суровыми условиями зимнего периода. Морозы без перерыва были в течение 40 дней и доходили до —22°. Ход температуры за этот период приведен на графике 7. Он заслуживает большого внимания, так как подобные погодные условия в Средней Азии бывают очень редко. Облачная и пасмурная погода, сопровождавшаяся осадками, иногда ветром и сильными морозами, с небольшими перерывами продолжалась:

с 21 декабря по 3 января — 12 дней с перерывом на 2 дня
с 6 января по 12 января—6 дней без перерыва.

Всего за это морозное время было 22 пасмурных дня, что для оранжереи с солнечным обогревом явилось очень тяжелым испытанием. После первых 12 облачных дней, 3 января, при морозе в —18°, в оранжерее был первый заморозок в —0,8° и после прохождения второго циклона 20 и 21 января, при морозе в —20° —22° в предутренние 1,5—2 часа заморозок в оранжерее был —2°. Ход заморозка изображен на графике № 8.

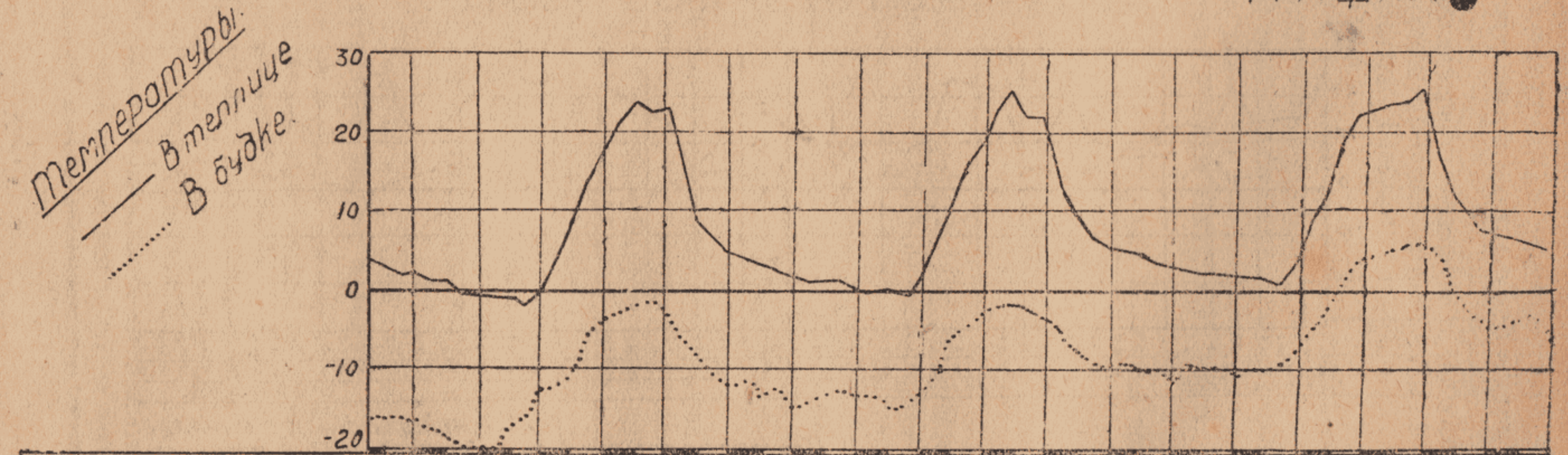
Нечего говорить о том, что для цитрусовых столь кратковременное похолодание опасности не представляет, но при культуре других, более теплолюбивых, растений было бы необходимо в момент понижения температу-

График 7
Терморежим блочной гелио-теплицы Уз.Г.М.И. за 1933-1934 гг.



Ход круглосуточных температур в блочной гелио-теплице УЗГМИ за январь 1934 г.

График 8



Часы	21	23 24 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24	2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24	2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
Колич-во часов солн. радиации	8.2	9.0	9.0	7.4
Числа м-ца	20	21	22	23

ны зажечь несколько грелок, но мы это не сделали умышленно, так как преследовали цель выявить предельные метеорологические показатели, при которых в оранжерее наступают критические температуры.

Рис. 10. Культура лимона в гелиооранжерее УзГМИ в Самарканде зимой 1933—34 года

Анализируя имеющиеся материалы метеорологических наблюдений в гелиооранжереях УзГМИ и ВНИИВС'а за дни, когда Т° на контроле была ниже 0°, можно выявить некоторую зависимость (корреляцию), обосновать которую математическим путем не представляется возможным, поскольку мы имеем несколько переменных величин, от которых зависит температура оранжереи. К ним можно отнести:

а) Количество часов солнечного сияния.

б) Температура на открытом воздухе.

в) Ветер и степень покрытия неба облаками в ночное время.

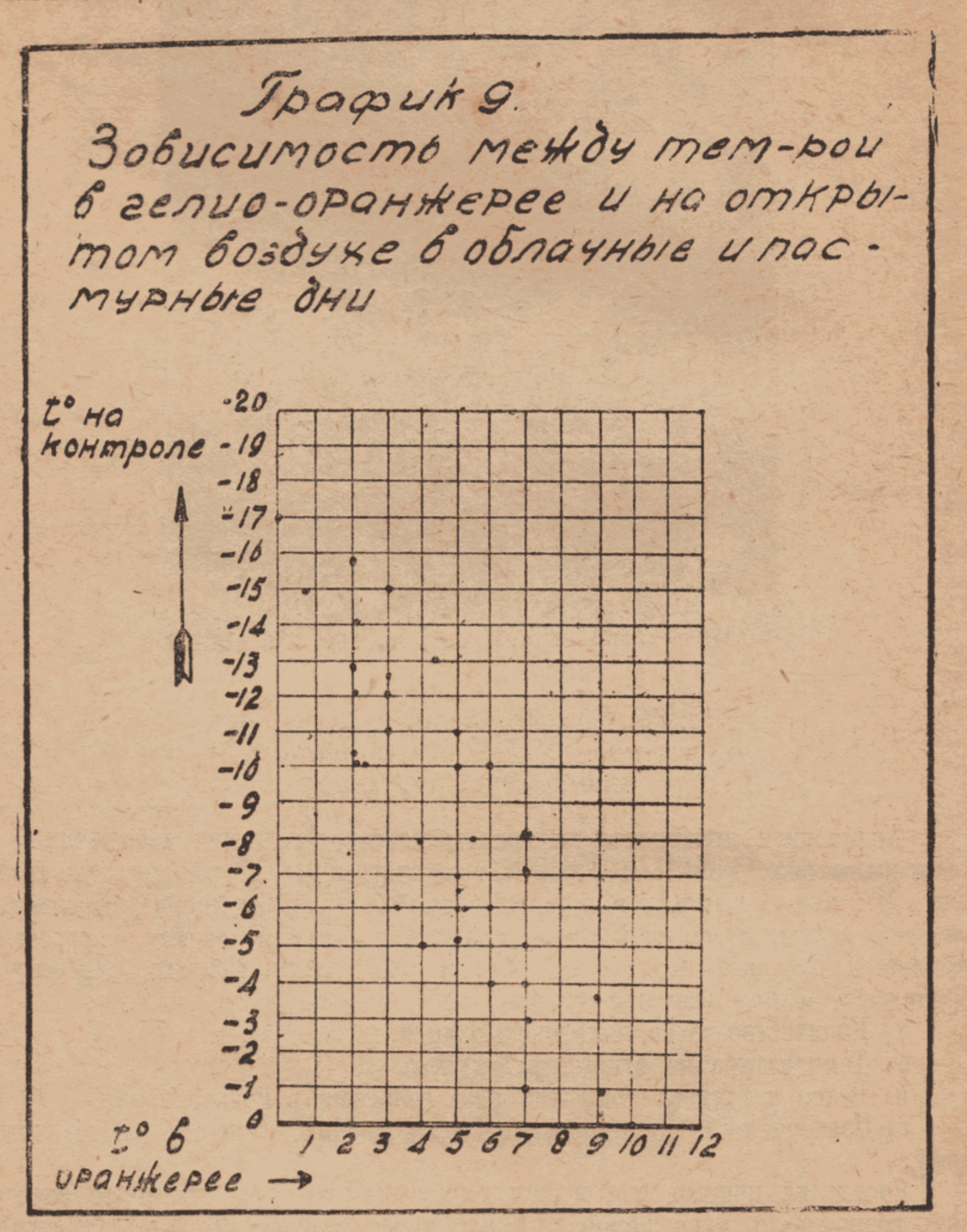
г) Повторяемость и продолжительность низких температур и облачных дней.

Составляя кривые, мы можем эмпирическим путем примерно определить возможность наступления той или иной температуры в гелиооранжерее с колебаниями в ту или иную сторону в пределах 2—3 градусов.

В пасмурную погоду, с числом часов солнечного сияния от 0,0 до 1,0 часа, мы имеем условную кривую (см. график 9), приближающуюся к диагонали прямоугольника. Из расположения данных о низкой Т° при пасмурной погоде видно, что предельный минимум на открытом воздухе будет около —15°С. При этой температуре в гелиооранжерее можно ожидать 0°.

Республиканская библиотека Наркомпрос Абхазской АССР

Чем длительнее период отсутствия солнечного сияния, тем ниже может быть минимум в оранжерее, так как идет постепенное охлаждение почвенного горизонта и уменьшается теплоотдача почвы. Зима 1933—34 года в этом отношении была контрольной, когда мы имели и пасмурную погоду и сильные морозы.



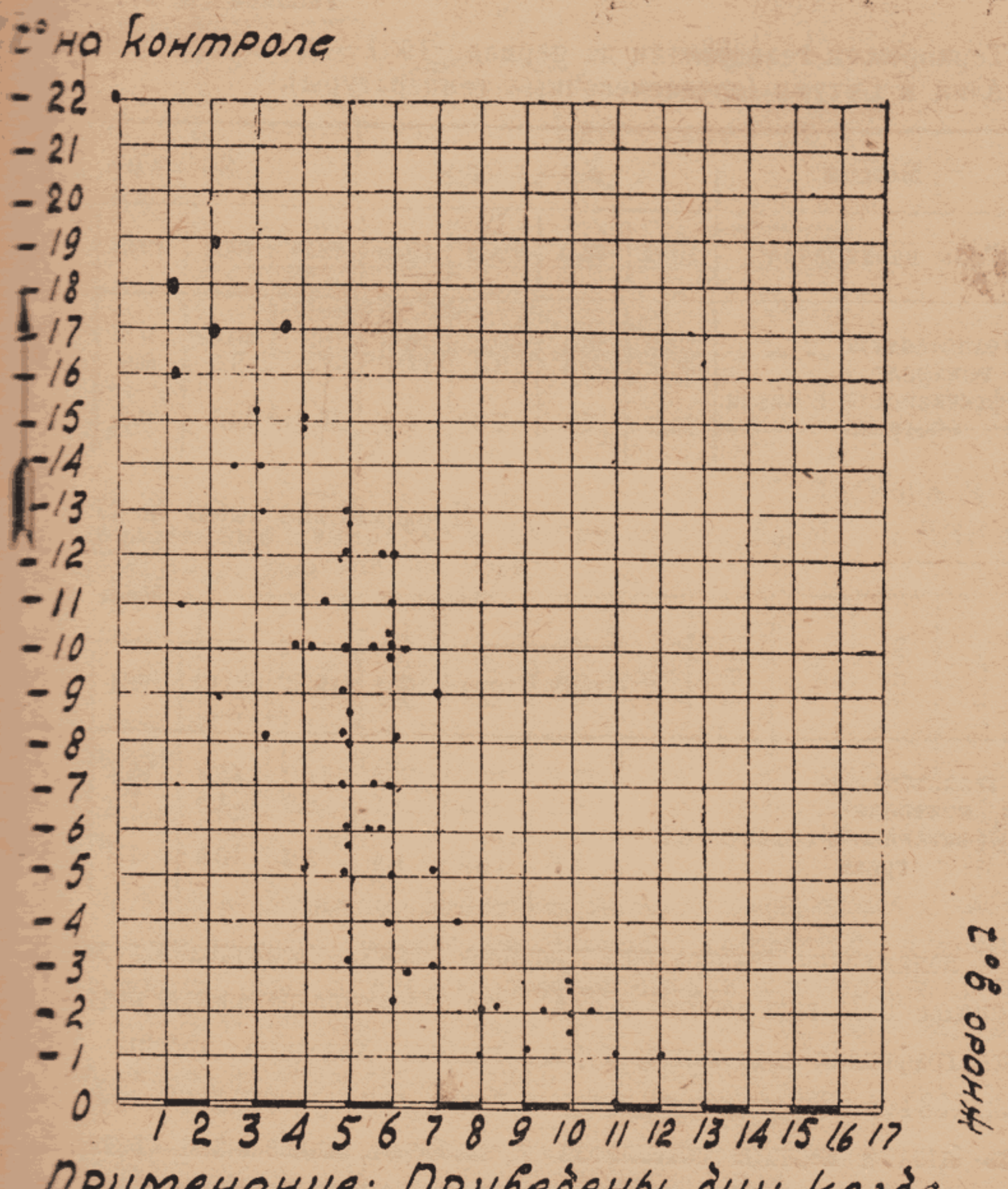
В ясные дни характер кривой меняется, и предельный минимум приближается к —20°.

При заморозках в —6° —13° температура в гелиооранжерее менялась незначительно, в то время как при —6° до 0° мы имели наиболее резкое снижение.

Для оранжерей южной экспозиции предельные показатели, конечно, изменятся в лучшую сторону.

График 10

Зависимость между тем-рой в гелио-оранжерее и на открытом воздухе в ясные дни



Примечание: Приведены дни когда число часов солнечного сияния было не менее 5-ти.

Последняя задача — определение среднего температурного перепада, то есть средней эффективности солнечного обогрева—была решена 5-летним испытанием гелиооранжерей при различных климатических, географических и погодных условиях. Среднемесячная эффективность солнечного обогрева в Средней Азии в 1932—34 гг., несмотря на то, что оранжереи были восточно-западной экспозиции, была более чем удовлетворительна, что видно из прилагаемой таблицы:

Таблица № 27.

Терморежим гелиотеплиц за период 1931—36 года в условиях Ср. Азии и Сухуми (среднемесячные температуры).

Месяцы	Декабрь				Январь			
Годы наблюдений	1932	1931	1933	1935	1934	1933	1932	1936
В гелиотеплице	10,2	9,5	10,7	16,5	8,1	10,6	9,8	14,4
На контроле	-4,0	2,4	3,4	11,7	-7,3	-3,9	0,6	7,8
Эффективность солнечн. обогрева	14,2	7,1	7,3	4,8	15,4	14,5	9,2	6,6

Продолжение табл. № 27

	Февраль				Март		
	1933	1932	1934	1936	1933	1934	1936
В гелиотеплице	13,8	16,4	13,5	14,0	15,4	15,3	16,8
на контроле	4,2	4,5	5,1	8,8	4,5	7,5	11,0
Эффективность солнеч. обогрева	9,6	11,9	8,4	5,2	10,9	7,8	5,8

С понижением температуры внешнего воздуха увеличивается разница и в январе 1934 года достигает 15,4°. Это положение полностью подтверждается графиками хода температуры в наиболее холодные месяцы 1932, 1933, 1934 и 1936 годов, из которых видно, что наименьшая эффективность была в периоды потепления и, наоборот, наибольшая разница в 15—20° была в период резких похолоданий.

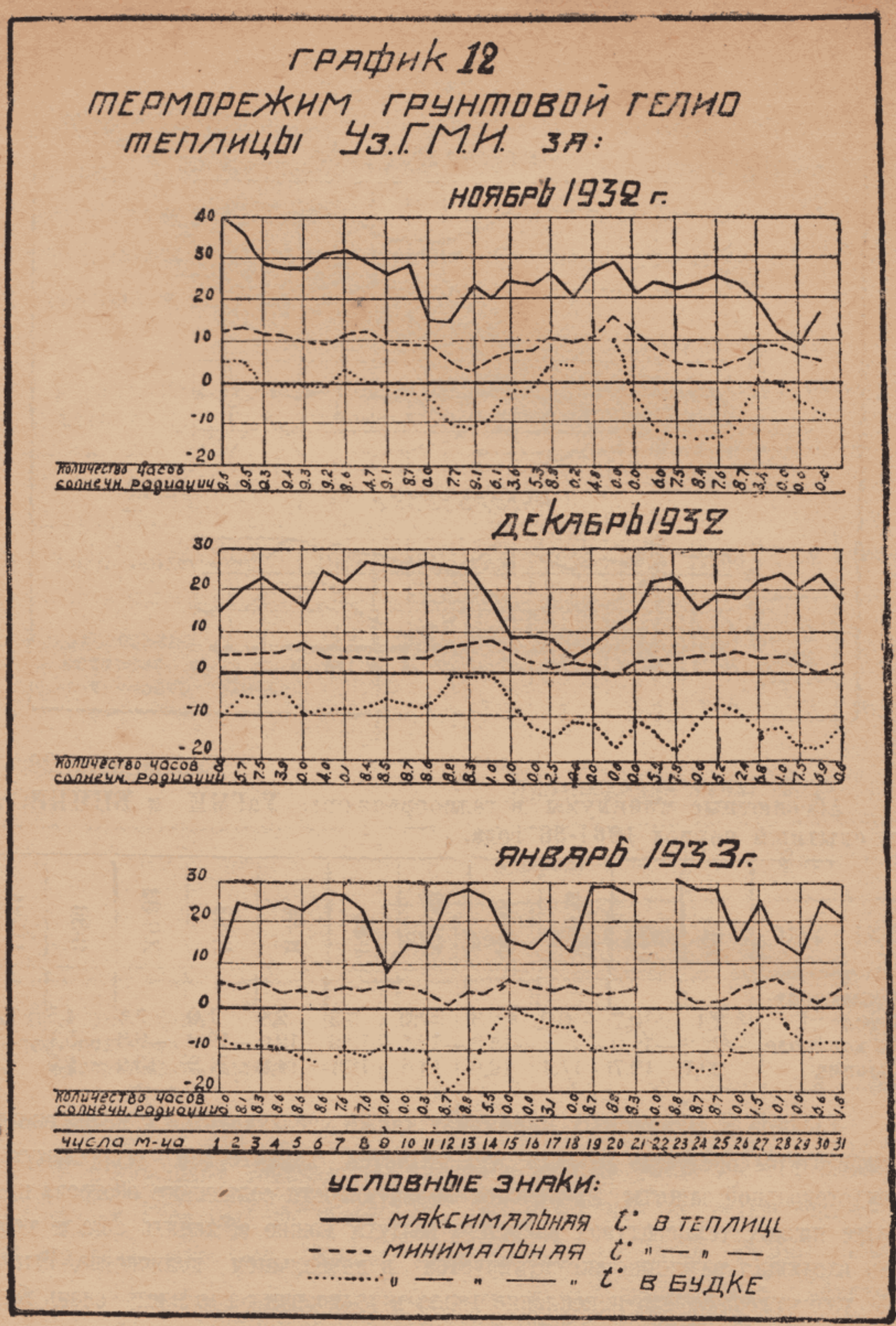
Разница в ходе минимальных температур в гелиотеплице и на открытом воздухе была также большая и в отдельные дни, при наиболее сильных морозах, достигла ±20°.

Таблица № 28.

Абсолютные минимумы в гелиооранжерее УзГМИ и ВНИИВС'а за опытный период 1931-36 года.

	I-31	I-34	XII-32	III-33	XII-33	I-32	II-34	II-33	XII-32	II-36	III-34
В гелиооранжерее	—2,1	0,7	0,0	2,3	2,0	3,3	2,8	1,0	2,6	4,5	6,5
На контроле	—22,2	—19,0	—17,4	—14,3	—12,5	—12,9	—12,0	—10,9	—8,3	—5,1	—2,1
Разница	20,1	19,7	17,4	16,6	14,5	16,1	14,8	11,9	10,9	9,6	8,6

Разница в абсолютных минимумах также увеличивается с понижением температуры внешнего воздуха, что является характерной особенностью двухстекольной защиты. Увеличение эффективности солнечного обогрева при более низких температурах внешнего воздуха можно об'яснить еще и тем, что входящая радиация аккумулируется в наибольшем количестве. Выше мы уже отмечали, что накопление тепла в гелиооранжерее идет очень быстро, и через 1—2 часа солнечного сияния наступает предельный максимум (25—30°). Избыток тепловой энергии удаляется путем вентиляции, что фактически означает потерю тепла. В холодную погоду избыточных температур почти не бывает, и вошедшая внутрь перекрытия радиация аккумулируется полностью.



Подводя итоги сказанному выше, можно в первом приближении дать перечень температурных факторов, которые ограничивают применение солнечного обогрева в чистом виде. Эти выводы грубо ориентировочны, так как в Средней Азии испытывались хлопковые и овощные гелиооранжереи, рассчитанные с гелиотехнической стороны на 22 марта, и нет сомнений в

так, что перекрытия с ориентировкой стекла на юг, рассчитанные на 22 декабря, дадут лучшие показатели, что позволит изменить наши выводы в сторону более широкого применения оранжерей с солнечным обогревом без дополнительных мер теплофикации, а пока при постройке гелиооранжерей следует придерживаться следующих ограничений:

Рис. 11. Культура томатов в гелиооранжерее УзГМИ зимой 1933—34 года

1) Предельная минимальная температура на открытом воздухе в ясную погоду при кратковременном похолодании (несколько часов) допустима не более —18 —20° С.

2) Абсолютный минимум в период пасмурной погоды допустим не ниже —15° С.

3) Средний минимум за месяц в —10° допустим при условии большого числа часов солнечного сияния (140—150) и выращивания холодостойких культур, к которым можно отнести и цитрусовые (лимоны и др.), находящиеся в периоде ростового покоя, ранние овощи (лук, салат, капуста, горох, редис и др.) и другие, для которых средний минимум в оранжерее в 2° и абсолютный в 0—2° не вреден.

4) Средняя температура самого холодного месяца допустима: в —4° в районах с количеством дней без солнца не более 10; в —2° в районах с количеством дней без солнца не более 15; в +3 или 4° в субтропических районах, где количество дней без солнца за месяц более половины.

5) Продолжительность морозного периода с минимальной температурой не ниже —15° может продолжаться свыше месяца.

Можно ожидать разницу между температурой в оранжерее и наружным воздухом:

15° в районах со среднемесячной температурой в —4—5° С
12—13° „ „ „ —2°
10° „ „ „ +4°

При условии, что количество дней без солнца не будет превышать 10—12 за месяц.

Влияние прочих метеорологических элементов на терморежим гелиооранжереи уже не столь больше.

При проектировании необходимо сделать расчет жолобов на случай максимального выпадения осадков в единицу времени. Жолоба для стока осадков нельзя делать большими, так как они затеняют полезную площадь и уменьшают вхождение лучистой энергии внутрь оранжереи; поэтому, для данных климатических условий, размер жолоба должен быть минимальным.

В районах со снежными зимами конструкция рамы рассчитывается на предельную высоту снегового покрова и сопротивление действию ветра, что опять-таки в каждом районе может быть различным. При гелиотехническом расчете рамы следует помнить, что излишнее утолщение обвязки рамы вызовет уменьшение вхождния тепловой энергии солнца на единицу площади оранжереи.

В районах, подверженных сильным холодным ветрам, терморежим гелиооранжереи снизится. К сожалению, этот вопрос изучен недостаточно, и мы не можем привести соответствующих расчетов, в особенности по отношению к двухстекольной раме, которая применяется в оранжереях с солнечным обогревом в районах с холодными зимами. В этих случаях для постройки оранжереи желательно выбрать защищенное от ветра место или устроить искусственную ветрозащиту, используя для этой цели северную стену и непрозрачные северные скаты звеньев.

Приведенные выше ограничения применения солнечного обогрева в течение зимнего периода позволяют сделать вывод (нуждающийся в экспериментальной проверке) о возможности гелиотепличного строительства в следующих районах СССР:

1. Средняя Азия (Узбекская ССР, Туркменская ССР и Таджикская ССР).
2. Зона влажных субтропиков.
3. Азербайджан, Армения и Западная Грузия.
4. Крымская АССР.
5. Теплые и солнечные районы Северо-Кавказского края.
6. Дагестанская АССР.
7. Южные районы Украины.

В более северных районах Союза, вплоть до Хибиногорска, солнечный обогрев может быть применен лишь в отдельные периоды года, согласно расчетам гелиотехнического и климатического порядка, в остальное время года правильно сконструированные и построенные оранжереи будут иметь: а) лучший световой режим, б) экономию в топливе в периоды ясной погоды, поскольку второй слой стекла уменьшает теплопотери приблизительно на 35 процентов.

Так, например, на 48°—50° северной широты гелиооранжерею придется перевести на искусственный подогрев в декабре и январе и то лишь в периоды неблагоприятной погоды. В еще более северных районах СССР солнечный обогрев придется комбинировать с искусственным в феврале и начале марта. С середины марта гелиооранжереи уже будут работать только за счет аккумуляции солнечного тепла, поскольку 22 марта наступает равноденствие.

Восточная часть РСФСР отличается большим количеством часов солнечного сияния, и там комбинированный обогрев несомненно будет иметь большое народно-хозяйственное значение. Следует смелее ставить соответствующие опыты, тем более, что всякое стеклянное перекрытие является солнечным аккумулятором.

III.

Итоги испытания гелиооранжереи в зоне влажных субтропиков

Основной целью опыта, поставленного ВНИИВС'ом, было разработать и испытать в производственных условиях такой тип и конструкцию оранжереи, которая могла бы обеспечить все требования современного хозяйства в отношении промышленной культуры лимона и других тропических вечнозеленых растений, не имеющих периода покоя (без какого бы то ни было обогрева), с вегетацией их в течение всего года. При разрешении проблемы теплофикации оранжерей за счет использования лучистой энергии солнца, все прочие задачи защищенного грунта, как создание нужных микроклиматических условий, механизация производственных процессов и пр., уже не представят затруднения, так как они зависят от конструкции и методов отопления.

Из приведенного описания конструкции оранжереи с солнечным обогревом ВНИИВС'а видно, что основные требования, связанные со специализацией перекрытия и конструкцией, в большей своей части были выполнены. Изучение микроклимата гелиооранжереи показало, что принятый метод теплофикации (солнечный обогрев) в условиях погоды 1935 и 1936 года себя полностью оправдал. Рабочий план и методика исследования предусматривали изучение следующих вопросов:

1. Термический режим воздуха и почвы,
2. Режим влажности воздуха при оптимальных условиях увлажнения почвы;
3. Световой режим.

Метеорологические наблюдения проводились одновременно в 3 точках:

а) в гелиооранжерее с одностекольной защитой;
б) в гелиооранжерее с двухстекольной защитой;
в) на контроле в условиях открытого грунта.

Эти варианты были вызваны необходимостью проверить действие одно- и двухстекольной защиты, так как можно было предполагать, что в условиях зоны влажных субтропиков для культуры лимонов будет достаточно одностекольной защиты.

Минимальные, срочные и максимальные термометры были установлены на высоте 1,5 метра в будках Попова в защищенном грунту и в англійской на открытом воздухе. Температура почвы изучалась на глубине 10 и 25 см. Суточный ход температуры и влажность воздуха регистрировали термографы и гигрографы, установленные в будках Селянинова.

Срочные наблюдения влажности воздуха проводились психрометром Ассмана. Сроки наблюдений были приняты обычные, принятые в системе Единой Гидрометслужбы Союза в 1934—35 году т. е. в 7, 13, и 21 час.

Постройка гелиооранжереи была закончена 8 февраля 1935 года. Холодная почва прогревалась постепенно. Благодаря сырым стенам и избыточно увлажненной почве, гитротермический режим в первый месяц испытания был не типичным.

Перед тем как перейти к выявлению эффективности солнечного обогрева и анализу микроклимата гелиооранжереи, приведем характеристику погодных условий весны 1935 года и зимы 1935—1936 года в Сухуми.

Таблица 29.

Перечень метеорологических факторов	1935 год			1936 год		
	II	III	XII	I	II	III
Средняя температура в 1935—36 г	7.4	7.1	12.1	8.3	8.4	11.0
„ многолетняя t° (1906—28)	6.4	9.5	8.2	6.3	6.4	9.5
Средний минимум 1935—36 года	3.9	3.3	7.4	3.6	4.4	7.9
„ многолетний (1906—28)	2.9	5.7	4.9	3.0	2.9	5.7
Число часов солнечн. сияния 1935—1936 г.	122	132	119	118	67	169
„ многолетние данные	105	131	102	101	105	131
Абс. миним. в 1935 и 36 году		—2.1			—5.6	

Из приведенных данных видно, что весна 1935 г. (III месяц) была интересна для испытания гелиооранжереи, так как при типичной облачности мы имели заморозки и отклонение от средней многолетней в сторону похолодания. Зима 1935—36 г. в целом была теплая, что подтверждают показатели средней температуры и среднего минимума, но зато в феврале абс. минимум достиг — 5,6° С, и при этом заморозки сопровождались продолжительной облачностью и снегопадом, благодаря чему количество часов солнечного сияния снизилось против средней многолетней (105) до 67 часов за месяц. На анализе этих двух месяцев (март 1935 и февраль 1936 г.) мы и остановим внимание читателя, поскольку нас больше интересуют отрицательные погодные условия, которые являются причиной неблагоприятных условий среды в оранжерее с солнечным обогревом.

Термический режим гелиооранжереи ВНИИВС'а

Термический режим гелиооранжереи слагается из ряда отдельных метеорологических элементов, воздействие которых на рост и развитие растений специфично с точки зрения реакции растительного организма. Мы подвергнем анализу каждый воздействующий фактор отдельно, чтобы характеристика микроклимата гелиооранжереи была наиболее полной. Для изучения условий среды, где развиваются растения, наибольший интерес представляют: средние температуры вооздуха и почвы, которые характеризуют термический режим вообще; минимальные и максимальные, как предельные показатели, и амплитуда колебания, характеризующая температурный режим в целом.

Таблица 30.

Средняя температура воздуха в гелиооранжерее по декадам за 1935 и 36 годы

Типы перекрытий \ Месяц и декада	1935 год							
	Февраль		Март			Декабрь		
	II	III	I	II	III	I	II	III
Одностекольная гелиооранжерея	11.2	18,2	16.0	14 0	16 8	16.8	15,9	14.9
Двухстекольная гелиооранжерея	11.7	18,6	17.2	15 6	18.2	17 3	16,6	16.0
Контроль на открытом воздухе	6.7	10,5	9.0	4.3	8.2	14.4	12,1	8.6
Эффективность солнечного обогрева для двухстекольной оранжереи	5.0	8.1	8.2	11.3	10 0	2.9	4.5	7.4

Типы перекрытий \ Месяц и декада	1936 год								
	Январь			Февраль			Март		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Одностекольная гелиооранжерея	14·5	11.0	14.2	15.8	9.0	14.6	—	16.3	15.8
Двухстекольная гелиооранжерея	15.8	12.3	15.2	16.3	10 3	15.4	—	17.0	16.6
Контроль на открытом воздухе	7.1	6.7	9.7	11.5	4.3	8 8	—	11.0	10.9
Эффективность солнечного обогрева для двухстекольной оранжереи	8.7	5.6	5 5	4.8	6.3	6.6	—	6.0	5.7

Из приведенных данных видно, что термическая эффективность солнечного обогрева в зиму 1934—35 года была выше, чем в 1935—36 году, несмотря на худшие погодные условия первого года. Показатели за февраль 1935 года не характерны, поскольку первые 2 декады после остекления шел прогрев грунта, помещение было сырое, почва была избыточно увлажнена и т. д. В марте 1935 г. выявлялась возможная термическая эффективность солнечного обогрева в условиях зоны влажных субтропиков, поскольку этой цели соответствовали погодные условия (типичная облачность и заморозки). Температура в гелиооранжерее поддерживалась возможно высокая с допущением абс. максимума до 30—32° С, что, конечно, отразилось на показателях средней температуры в сторону повышения. Из таблицы видно, что в марте мы имели очень высокую эффективность солнечного обогрева (10°—11° С.), которая сказалась на лимонах в отрицательсторону. Растения страдали от избыточной температуры, и на части деревьев осыпались бутоны и частично листья, что явилось следствием, как это подтвердилось позже физиологическими исследованиями, допущения

высоких максимумов. Учтя опыт весны 1935 года, в зиму 1935—36 года предельный максимум был установлен в 25°, и весь избыток тепла в дневное время удалялся из оранжереи путем вентиляции, что уменьшило аккумуляцию тепла и снизило среднюю температуру до оптимальных величин. В среднем, за зимний период мы имели в одностекольной оранжерее 14—16° С и в двухстекольной 15—17° С, что обеспечило рост и развитие не только лимонов, но и представителей тропической флоры, как хинное дерево, а из овощных — томатов и огурцов, которые были высажены в качестве фитоиндикаторов.

Какие же выводы можно сделать из приведенных данных? Учитывая опыт Ср. Азии, где гелиооранжерея испытывалась при суровых зимах, и наши наблюдения за 2 года в условиях Сухуми, можно сказать, что:

а) для культуры лимонов с беспрерывной вегетацией и плодоношением, в климатических условиях зоны влажных субтропиков вполне достаточна одностекольная защита, и весь вопрос заключается в правильной конструкции оранжереи, экспозиции и гелиотехнических расчетах проекта;

б) применение двухстекольной защиты требуется лишь при культуре тропических растений, которые не выносят средней температуры ниже 14° С;

в) эффективность солнечного обогрева может быть повышена до 11—12° С при условии увеличения амплитуды колебания температуры (за счет абс. максимума) и уменьшения вентиляции помещения, но это вызовет избыточную влажность воздуха, которая не всегда бывает полезна;

г) За два года самая низкая средняя Т° оранжереи была в феврале +13° в одностекольной и +14° в двухстекольной гелиооранжерее. Эти показатели можно считать предельными для зоны, т. к. за этот период было всего 4 ясных дня (67 часов солнечного сияния), и температура внешнего воздуха падала до —5.6° С. Следовательно, в условиях Батуми и др. районах с большой облачностью, средняя температура в оранжерее в холодное время года будет колебаться от 14 до 15° С. С увеличением числа часов солнечного сияния будет расти и термическая эффективность.

На графике 13 можно видеть ход среднесуточных температур в 2-х стекольной гелиооранжерее и на контроле за I и II 1936 и XII—III—1935 года. Данные по одностекольной оранжерее мы привели только за февраль 1936 года, так как при высоких температурах разница между одно и двухстекольной защитой весьма небольшая и колеблется в пределах 0—1,5 градуса. С похолоданием разница в Т° возрастает и достигает 3°, что говорит в пользу 2-стекольной защиты, если она будет применяться в более холодных районах. Небольшое различие в действии одно и двухстекольной защиты в периоды теплой погоды можно об'яснить следующими моментами:

Одностекольная оранжерея быстрее нагревается за счет большего вхождения солнечных лучей; она имеет более высокие максимумы и большую амплитуду колебания Т°, но зато скорее охлаждается из-за больших теплопотерь.

Двтхстекольная оранжерея, наоборот, медленнее прогревается и меньше остывает за ночной период, что в целом уравновешивает режим обоих перекрытий. При похолодании теплопотери через одно стекло резко возрастают, что может вызвать снижение температуры и даже заморозок, если

График 13

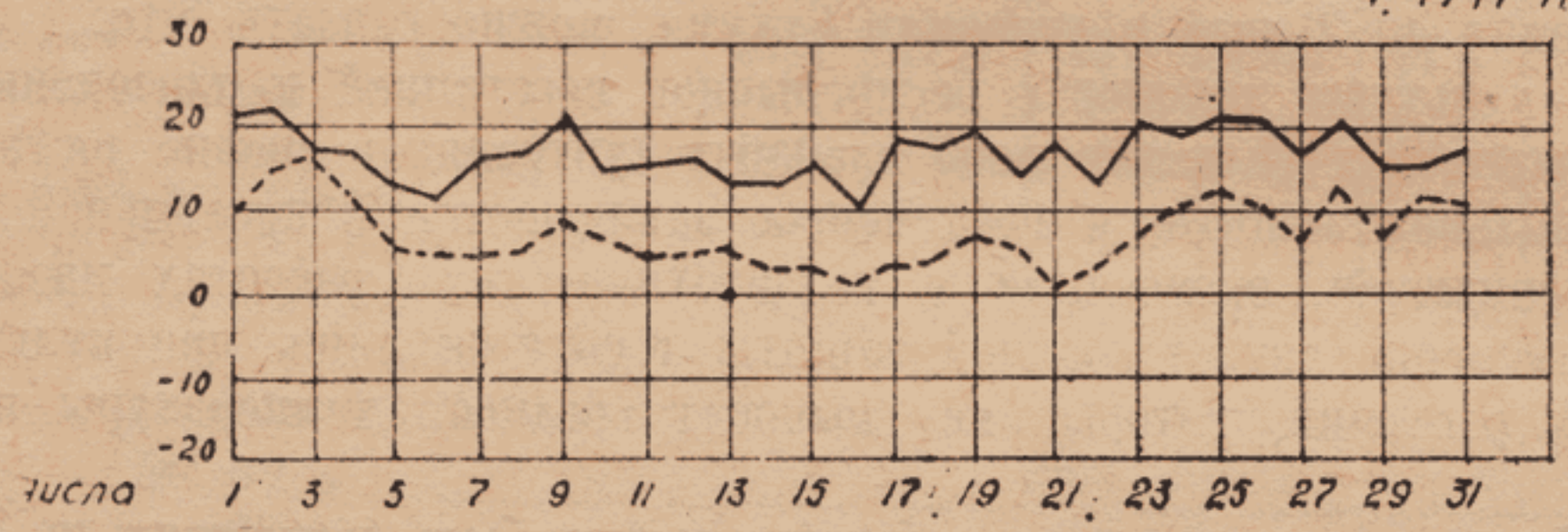
Ход среднесуточных температур в гелио-оранжерее В.Н.И.И.В.С'а за 1935-36 год

Условные обозначения:

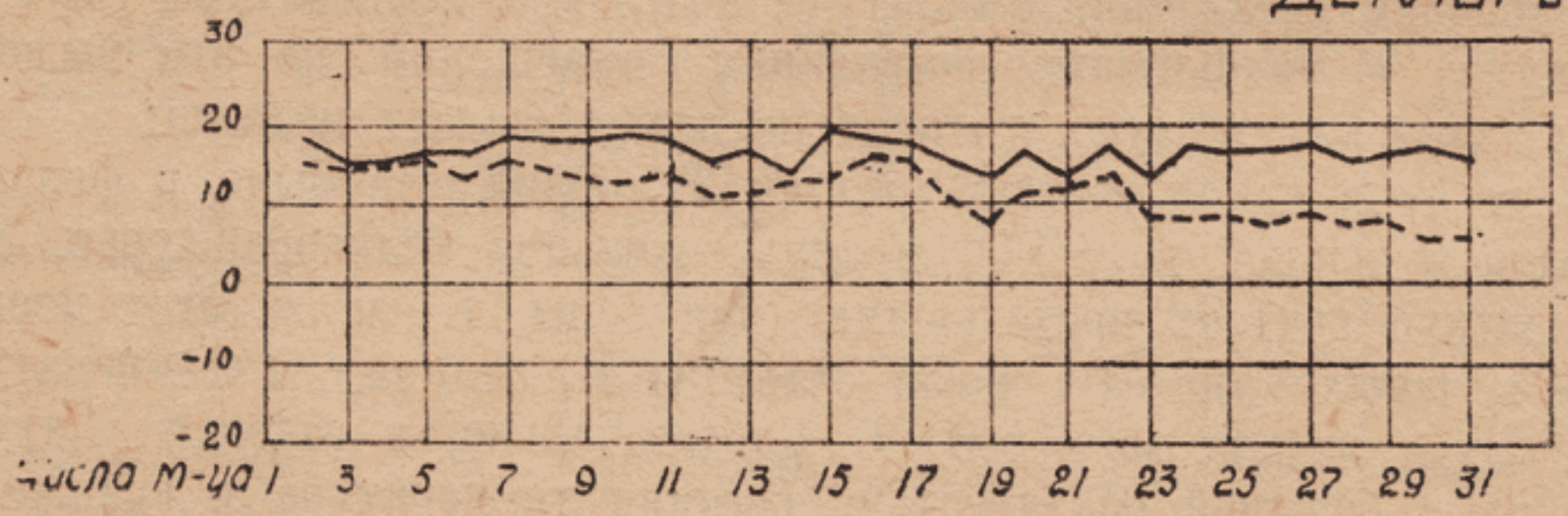
—— 2-х стекольная —·— одностекольная

-·-·- Контроль

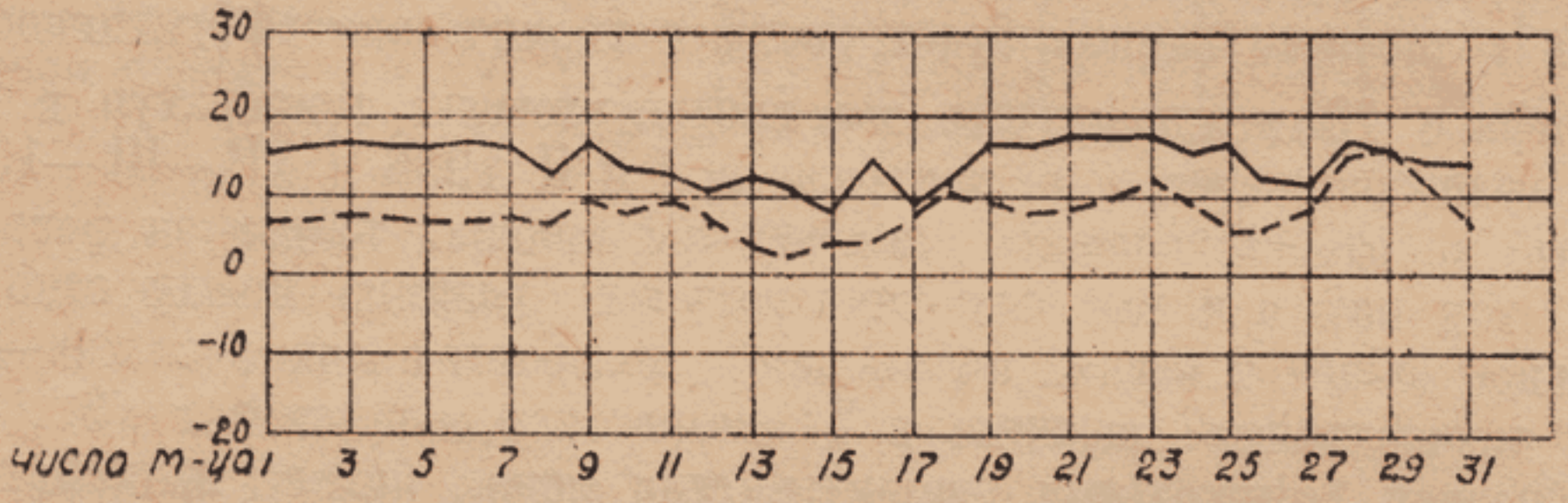
МАРТ 1935 г.



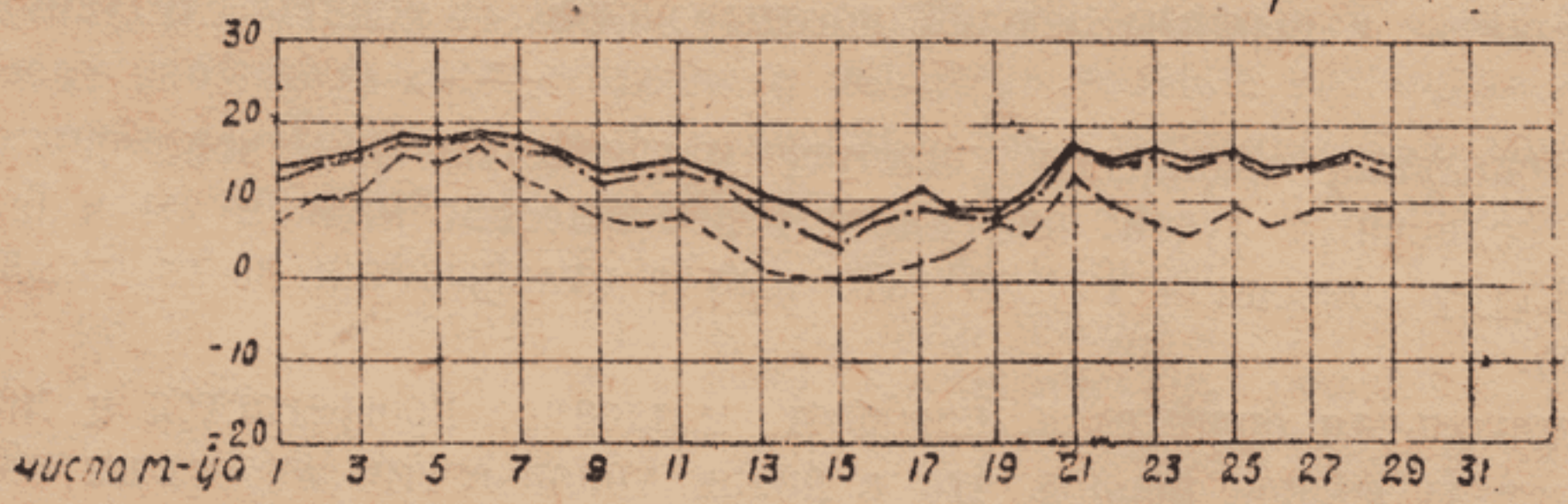
ДЕКАБРЬ 1935 г.



ЯНВАРЬ 1936 г.



ФЕВРАЛЬ 1936



Т° внешнего воздуха упадет ниже 8—10° С. При 2 стеклах, как мы отмечали выше, абсолютный минимум допустим до 18—20° С.

На графиках хода среднесуточных температур видно, что эффективность солнечного обогрева с похолоданием возрастает, достигая 9—10 и более градусов, что об'ясняется уменьшением потерь тепла путем вентиляции, за счет которой в период теплой погоды теряется большая часть тепловой энергии солнца.

Средняя температура в феврале, несмотря на морозы и большую облачность, снизилась до 6—9° всего лишь на 5 дней, что не могло повлиять на общий рост и развитие растений, из-за кратковременности похолодания.

В заключение, чтобы подчеркнуть эффективность солнечного обогрева, приведем показатели средней температуры перекрытий, построенных хозорганизациями без соответствующих гелиотехнических расчетов.

Таблица 31.

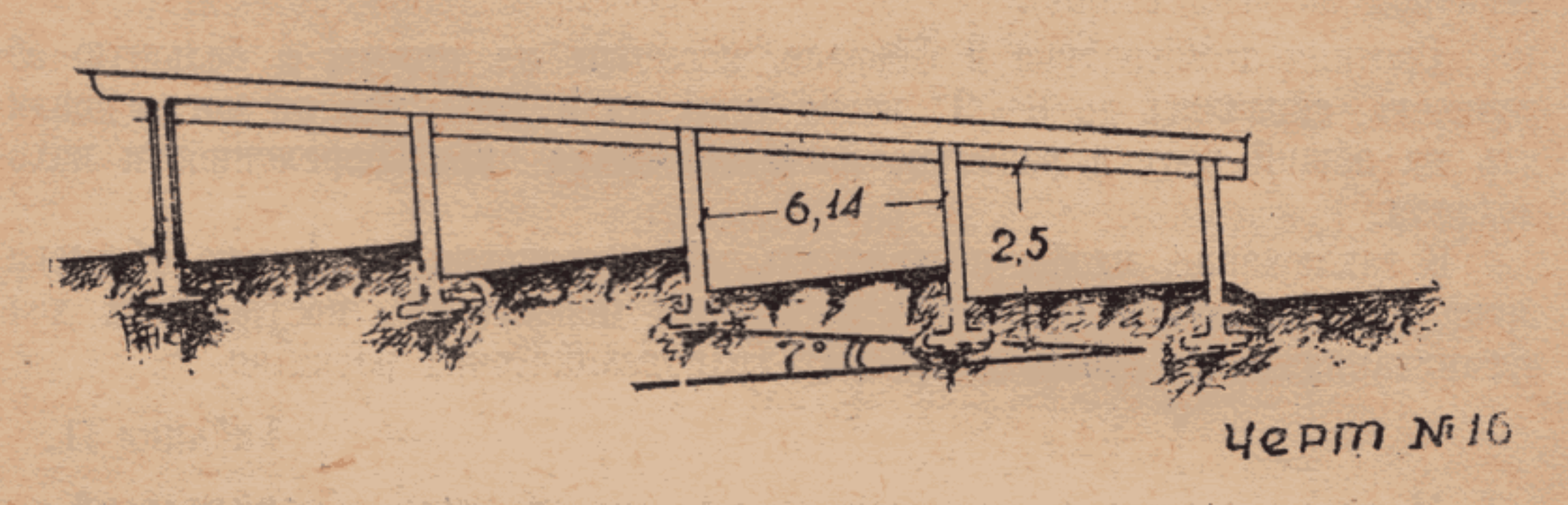
Метеорологические показатели различного типа перекрытий в зоне влажных субтропиков в зиму 1935/36 г.

	Средняя температура:		
	Декабрь	Январь	Февраль
1. Гелиооранжерея с одностекольной защитой	15.9	13.3	13.2
2. Гелиооранжерея с двухстекольной защитой	16.6	14.4	14 1
3. Оранжерея в совхозе Махинджаури, Батумского р-на		7.7	7.5
4. Гардинские перекрытия Сухумского городского садоводства	12.1	8,2	8.4
5. Перекрытия (типа Гарда) в Цихис-Дзири, в Батумском районе	12.1	9 7	9.1
6. Оранжерея совхоза НКВД в Батумском р-не	10 6	8.5	9.0
7. Контроль в Сухуми	12.1	8 3	8.4
8. Контроль в Батуми (сред. из 3 точек)	11.2	8.7	8.7

Если гелиооранжерея с одним стеклом имеет положительный перепад температуры в 5° С, то терморежим в других перекрытиях мало отличается от показателей открытого воздуха. Принимая за ноль жизненной температуры 10° С, можно видеть, что только в гелиооранжерее и лишь отчасти в Цихис—Дзири мы имели условия для вегетации насаждений; прочие перекрытия явились лишь дорогой мерой защиты от мороза. Эти данные подтверждают наши выводы, что только за счет правильной конструкции и соответствующих расчетов перекрытия, при той же затрате леса и стекла, можно улучшить микроклимат оранжереи и создать необходимые условия для беспрерывной вегетации и плодоношения лимонных насаждений.

Лимонное перекрытие Сухумского горсадоводства построено на юго-западном склоне из деревянных щитов. Общий вид его изображен на рис. 12. Для освещения с южной стороны в каждом звене вставлено 4—5 парниковых рам. Из-за небольшого процента стеклянной площади освещенность перекрытия по отношению к контролю колебалась от 22 до 45%. Вполне понятно, что вхождение радиации было незначительное, и говорить о сол-

Схематический чертеж оранжереи
в совхозе Махинужиури



нечном обогреве не приходится, почему термический режим его мало чем отличается от условий открытого грунта. Оранжерея в совхозе НКВД ориентирована скатами на восток и запад и остеклена лишь на 50%, что снизило вхождение радиации в зимний период по меньшей мере на 75%. В результате, в этом перекрытии мы имели более низкую температуру, чем на контроле.

Рис. 12. Общий вид лимонного перекрытия Сухумского городского садоводства

Оранжерея в совхозе Махинджаури построена на ЮЗЗ склоне в семь градусов. Общий скат перекрытия имеет тот же угол и застеклен тоже на 50%. Вследствие неправильной экспозиции остекленной поверхности (ЮЗЗ), небольшого угла наклона (7°) и неполного остекления, вхождение

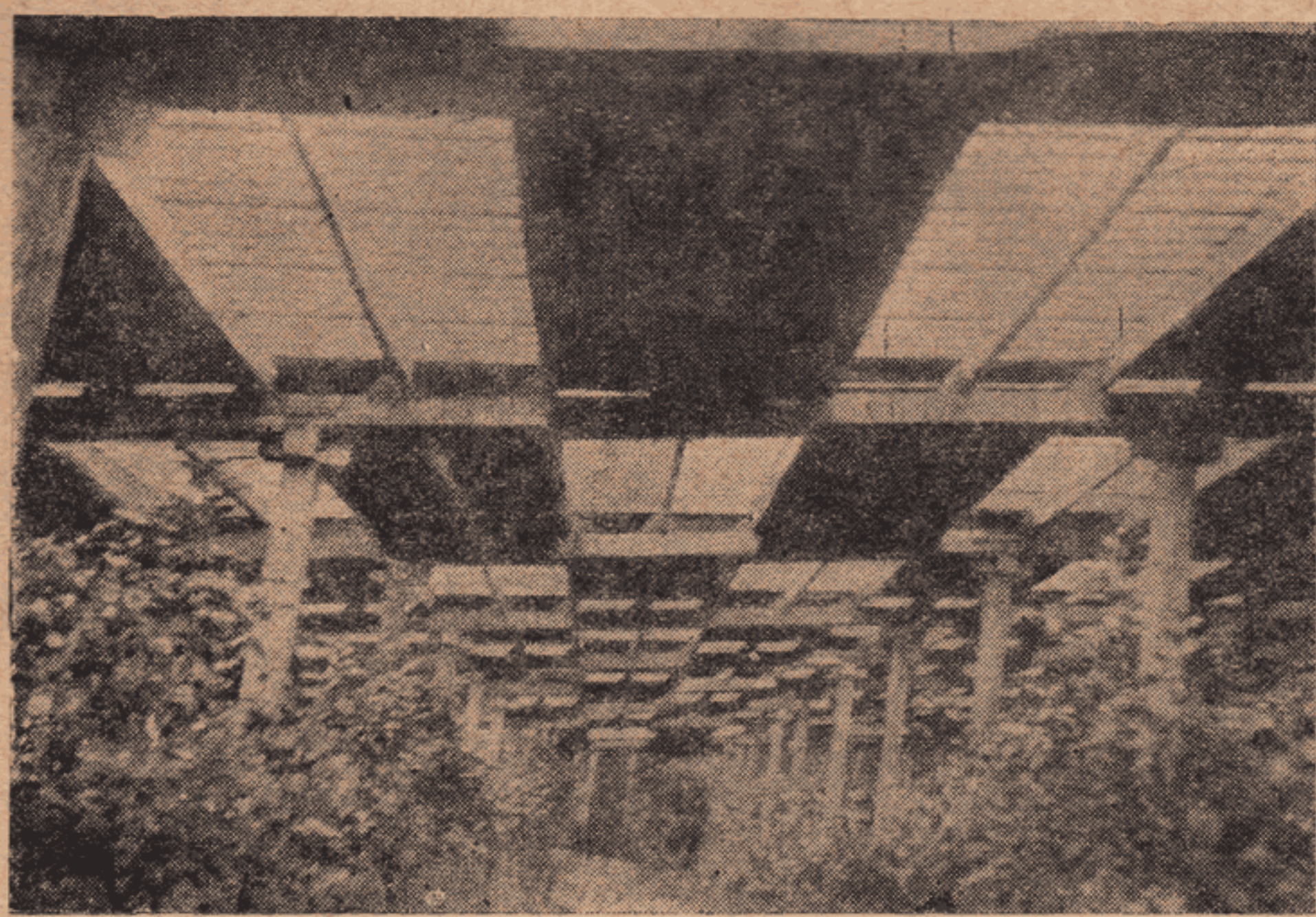


Рис. 13. Остекление крыши в оранжерее сов. Махинджауры

радиации снизилось до 15—20% от возможного. Как следствие, мы имели отрицательные показатели терморежима и в перекрытии было заметно холоднее, чем на воздухе.

Оранжерея в Цихис-Дзири, построенная по типу гардинских, остеклена полностью; ее терморежим оказался лучше прочих перекрытий, но все же средняя Т° была выше, чем на контроле на 1—1,5°. Недостаточно высокая эффективность солнечного обогрева в этой оранжерее явилась следствием незаконченности постройки и излишнего воздухообмена.

Минимальная температура

Минимальная температура, как воздействующий фактор, имеет решающее значение для теплолюбивых тропических культур. Лимон выдерживает понижения температуры до —3° без каких бы то ни было повреждений, а из предыдущего изложения мы видели, что гелиооранжерея с двухстекольной защитой может выдержать продолжительные морозы при Т° в —15° и кратковременные похолодания до —20° С, чего в зоне влажных субтропиков не бывает. При одностекольной защите в гелиооранжерее может быть заморозок при —8—10°, что сигнализирует о необходимости применения защитных мер, которые сводятся к установлению обычных грелок типа Грец и др., но такие случаи сильных похолоданий бывают 1—2 раза за десятилетие. Приводимые ниже показатели хода минималь-

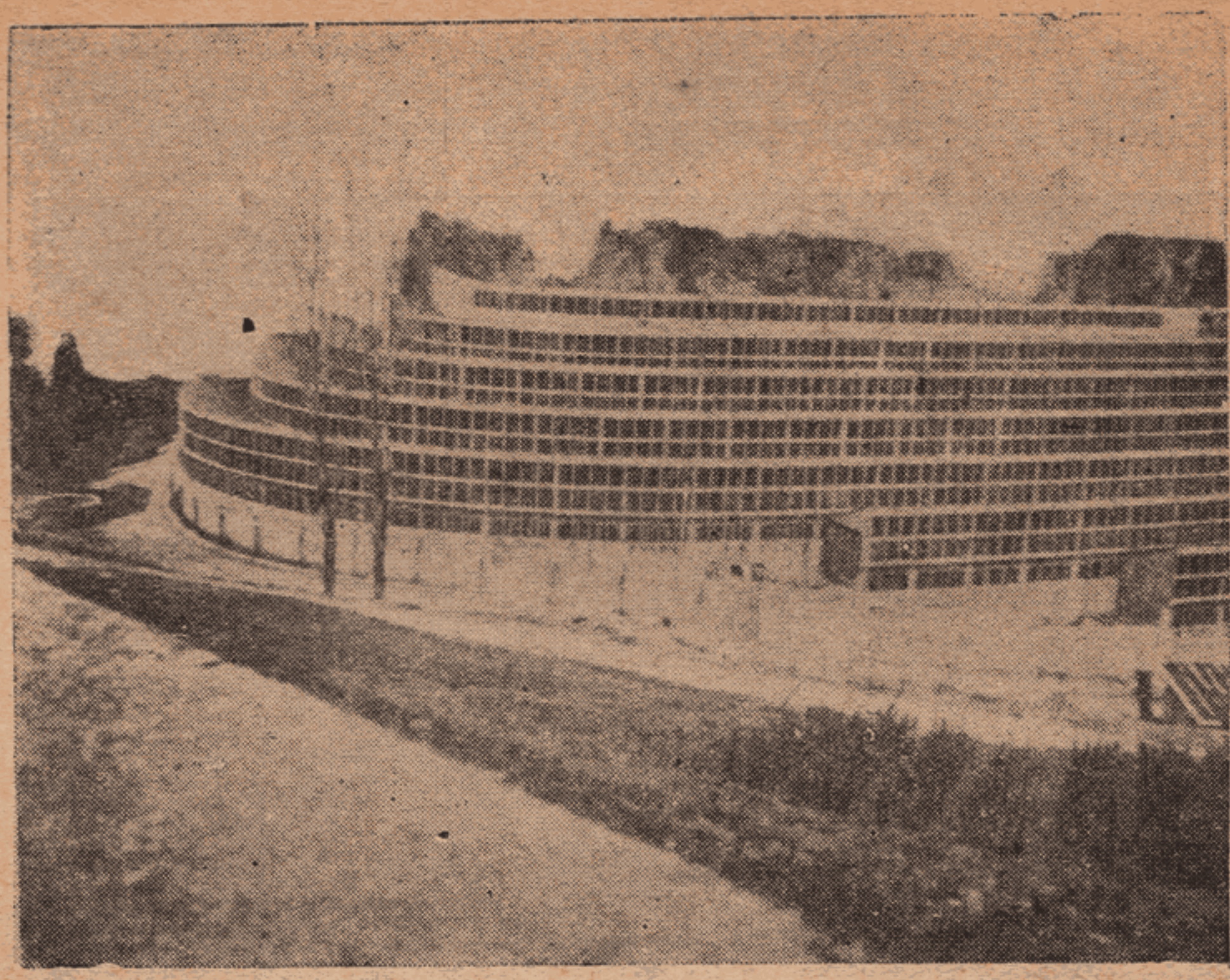


Рис. 14. Лимонное перекрытие в Цихис-Дзири

ной температуры говорят о благоприятных условиях среды не только для культуры лимона, но и более нежных тропических растений.

Наиболее низкая температура была во второй половине февраля, когда на контроле абсолютный минимум достиг —5.1° С. Наибольшей эффективности гелиооранжерея достигла в марте 1935 г., когда в ней поддерживался высокий термический режим и испытывалась ее предельная эффективность вне зависимости от имевшихся там растений.

Таблица № 32.

Средний минимум температуры воздуха за 1935 и 36 г.

Месяцы и декады	1935 год							
	Февраль		Март			Декабрь		
Типы перекрытий	II	III	I	II	III	I	II	III
Одностекольная гелиооранжерея	6.8	8.0	10.9	8.4	10.0	13.4	11.9	9.2
Двухстекольная гелиооранжерея	8.7	12 4	13.0	10.7	13.8	13.8	12.6	10.6
Контроль	3.6	4 6	5.6	1.1	3.4	9.7	8.1	4.5
Макс. отклонение от контреля	5·1	7.8	7.4	9.6	10.4	4.1	4.5	6.1

Месяцы и декады / Типы перекрытий	1936 год						
	Январь			Февраль			Март
	I	II	III	I	II	III	
Одностекольная гелиооранжерея	8.0	7.5	9.6	11.4	6.4	9.3	11.5
Двухстекольная гелиооранжерея	9.5	8.4	11.1	12.7	7.9	11.0	12.6
Контроль	2.2	3.6	5.1	7.4	1.8	4.2	7.6
Макс. отклонение от контроля	7.3	4.8	6.0	5.3	6.1	6.8	5.0

Приводимые ниже графики хода минимальной температуры за отдельные сутки опытного периода позволяют сделать предварительные выводы:

1. С понижением температуры внешнего воздуха возрастает разница между контролем и перекрытием (до 10 и более градусов), а также между одно- и двухстекольной защитой. (до 2,5°), что имело место и при опытах в Средней Азии, но только в более резко выраженной форме, из-за более низких температур, доходивших до —15—20° С.

2. Анализируя имеющийся опыт, можно предполагать, что одностекольная защита будет эффективна при Т° не ниже —8—10°С, в то время как двухстекольная при этих показателях начинает проявлять максимум своего действия.

3. В более холодных, но солнечных районах, гелиооранжерея будет иметь более высокие показатели, из-за уменьшения теплопотерь за счет вентиляции.

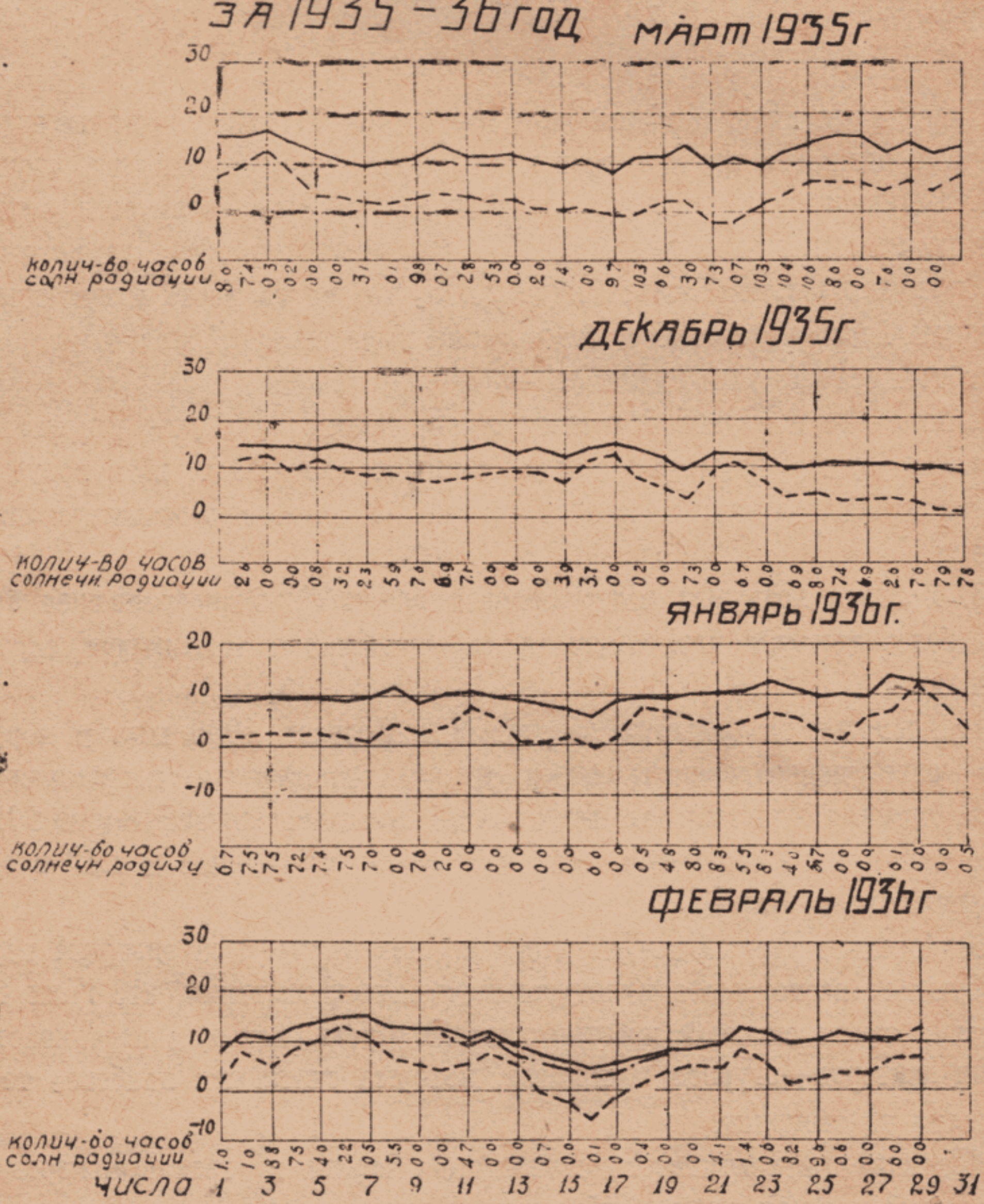
4. Несмотря на большую облачность в феврале 1936 года и мороз в —5.6° адвективного происхождения, который сопровождался снегопадом и ветром, средняя минимальная температура в гелиооранжерее была 10.5°С и абс. минимум не опускался ниже 4.5° в двухстекольной и 2.4° в одностекольной.

5. Довольно ровный ход минимальной температуры за опытный период подтверждает возможность культуры тропических растений, что нами было проверено путем опытной посадки хинного дерева, какао, а из однолетних фитоиндикаторов—огурцов и томатов, которые считаются наиболее теплолюбивыми из овощных.

Сравнивая эффективность солнечного обогрева в гелиооранжерее и в других перекрытиях зоны субтропиков, можно видеть, что аккумуляция солнечной радиации была наибольшая в оранжерее ВНИИВС'а. В прочих лимонных перекрытиях средне-минимальная Т° мало чем отличается от контроля. Так, в совхозе НКВД и Цихис-Дзири средний минимум был выше контроля на 1—1,8°, а в совхозе Махинджаури почти на градус ниже контроля.

график 14

ХОД МИНИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ГЕЛИО-ОРАНЖЕРЕЕ ВНИИВС'А ЗА 1935-36 ГОД



условные обозначения:

——— 2-х стекольная

—·—·— Одностекольная

------ Контроль

Таблица № 33.

Средний минимум в различных типах оранжерей.

		XII-35 г.	I-36 г.	II-36 г.
1.	Гелиооранжерея с одностекольной защитой	11,6	8,4	8,6
2.	Гелиооранжерея с двухстекольной защитой	12,2	9,8	10,2
3.	Оранжерея совх. Махинджаури	—	4,2	4,6
4.	Гардинские перекрытия Сухумского горсадоводства	8,2	4,2	5,5
5.	Перекрытия в Цихис-Дзири (около Батуми)	8,6	6,1	5,9
6.	Оранжерея совхоза НКВД в Батуми	7,4	5,9	6,8
7.	Контроль в Сухуми	7,4	3,6	4,4
8.	Контроль в Батуми (сред. из 3 точек)	8,0	5,1	5,0

Максимальная температура

Максимальная температура при солнечном обогреве может оказаться более вредной и опасной для ряда растений, чем минимальная. Последняя держится весьма устойчиво как при сильных морозах, например, в условиях Средней Азии, так и при небольших случайных заморозках в зоне влажных субтропиков. Из графиков суточного хода температуры видно, что достаточно одного-двух часов солнечного сияния, чтобы максимальная Т° достигла своего предела. Из физиологических исследований выяснилось, что для зимнего периода в оранжерейных условиях предельный максимум равен 25°С. Эта норма и была нами принята при регулировании терморежима в гелиооранжерее, что повлекло усиленную вентиляцию помещения и большие теплопотери. Повышение температуры выше 25° было в дни, когда электровентиляторы оранжереи бездействовали по причинам технического характера, а меры обычного проветривания были недостаточно эффективны.

Таблица № 34

Типы перекрытий	1935 год			1936 год		
	Февраль	Март	Декабрь	Январь	Февраль	Март
Одностекольная гелиооранжерея	23.3	26.0	25.0	22.1	21.4	24.6
Двухстекольная гелиооранжерея	23.3	25.8	24.8	22.8	20.7	23.3
Контроль	14.0	12.0	14.6	13.0	12.4	16.1
Отклонен. от контр	9.3	14.0	10.4	9.8	9.0	8.3

Средняя эффективность солнечного обогрева за зиму 1935—36 г. в гелиооранжерее была высокая и колебалась от 8 до 14°, в то время как

в прочих изученных нами перекрытиях она мало чем отличалась от условий открытого грунта. Для поддержания периода ростового покоя показатели хозяйственных оранжерей были нормальны, но для вегетации и роста плодов они не приемлемы.

Таблица № 35.

Средне месячный максимум в различных перекрытиях зоны

		XII-35 г.	I-36 г.	II-36 г.
1.	Гелиооранжер. с одностекольной защитой	25.0	22.1	21.6
2.	—"— с двухстекольной защитой	24.8	22.8	20.7
3.	Оранжерея в совхозе Махинджаури	—	12.6	11 9
4.	Гардинские перекрытия в Сухумском горсадоводс ве	17.0	12.6	13.0
5.	Перекрытия Цихис-Дзири (типа Гарда)	16 3	13.4	13.7
6.	Оранжерея в совхозе НКВД	14.0	12.0	12.4
7.	Контроль в Сухуми	14.6	13.0	12.4
8.	Контроль в Батуми (сред. из 3 точек)	13.8	13.3	12 7

Фенологические наблюдения показали, что в I и II роста лимонов ни в одном из хозяйственных перекрытий не было, в то время как в гелиооранжерее мы наблюдали всю зиму интенсивную вегетацию. Приведенные показатели характеризуют отсутствие солнечного нагрева в дневное время, что является следствием недочетов в конструкциях, а в Цихис-Дзири — из-за избыточной вентиляции.

Как видно из графика хода суточных максимумов, точно отрегулировать термический режим в гелиооранжерее нам не удалось, но среднемесячные максимумы не превышали 25°.

Вредный для растения перегрев воздуха в 1936 году в оранжерее был 4—5 раз.

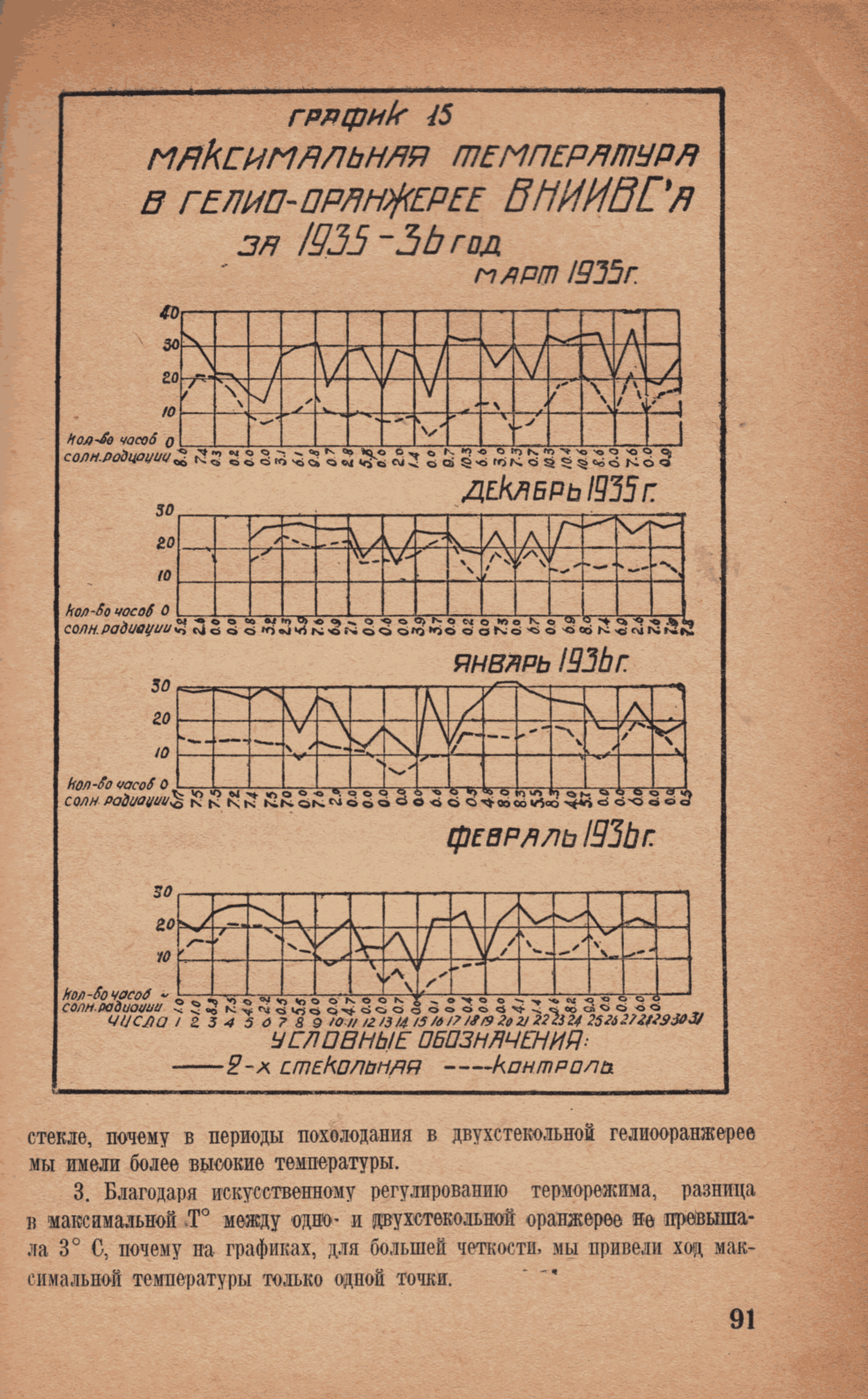
Внимательно изучая график максимальных температур, можно определить интенсивность аккумуляции солнечной радиации в дни с различной облачностью. Если минимальная температура характеризует количество запасенного днем тепла и изотермические свойства перекрытия, то максимальная температура определяет интенсивность солнечного нагрева в дневной период.

Выводы по отношению к приведенным показателям сводятся в основном к следующему:

1. В одностекольной гелиооранжерее средний максимум бывает выше за счет большего вхождения солнечной радиации*).

2. С понижением температуры внешнего воздуха при погодных эксцессах, теплопотери за счет теплообмена резко увеличиваются при одном

*) При двух стеклах мы имеем большее отражение лучей. В целом потери для одного слоя бемского стекла составляют около 15—17 проц.



стекле, почему в периоды похолодания в двухстекольной гелиооранжерее мы имели более высокие температуры.

3. Благодаря искусственному регулированию терморежима, разница в максимальной Т° между одно- и двухстекольной оранжерее не превышала 3° С, почему на графиках, для большей четкости, мы привели ход максимальной температуры только одной точки.

4. Из графика за март 1935 года видно, что максимальная Т° часто доходила до критической точки, почему в следующий опытный период, убедившись в полной эффективности солнечного обогрева, достигшей 14° С, предельная максимальная Т° была снижена до 25° С, которая и поддерживалась по мере возможности в обоих перекрытиях.

5. В облачные и пасмурные дни эффективность солнечного обогрева за счет использования рассеянной радиации достигала 18° (февраль 1936 года). Средний максимум за февраль 1936 г. в 21.4° говорит о большом значении рассеянного солнечного света для обогрева оранжереи и возможности строительства гелиооранжерей в районах с небольшим количеством ясных дней.

6. Ход максимальной температуры за весь опытный период(20—25°) с точки зрения теории Лундегарда представляет исключительный интерес. Наблюдения над ростом и развитием фитоиндикаторов (лимоны, хинное дерево и томаты) показывают, что опытные растения, несмотря на невысокие средние температуры, развивались нормально, и накопление органической массы шло достаточно интенсивно за счет тепла в дневное время.

Амплитуда колебания температуры

Не останавливаясь на агроэкологическом значении амплитуды колебания температуры для растений, приведем данные по гелиооранжерее ВНИИВС'а за зиму 1935—36 года.

Таблица № 36

	Декабрь	Январь	Февраль
В одностекольной гелиооранжерее	12.2	13.7	11.9
В двухстекольной —„—	11.3	12.8	10.6
Контроль на открытом воздухе	9.8	9.5	10.2

Как мы уже отмечали выше, в одностекольной оранжерее амплитуда колебания была большая, чем в двухстекольной, что об'ясняется большим нагревом днем и большим охлаждением в ночной период, но разница не превышает 3° С, поскольку ход максимальной температуры регулировался в обоих перекрытиях. В отдельные дни амплитуда достигала 21° и несмотря на это, развитие теплолюбивых фитоиндикаторов шло не плохо, что еще раз подтверждает точку зрения Лундегарда (6) о влиянии амплитуды колебания температуры на интенсивность накопления пластических материалов и органической массы, на чем более подробно мы остановимся ниже.

Заканчивая характеристику термического режима воздуха в гелиооранжерее, остановимся на распределении температур в вертикальном и горизонтальном разрезе за сутки при различных типах погоды, что для культуры высокорослых растений, в частности лимонов, имеет большое практическое значение.

Распределение минимальных температур по вертикали изучалось путем установки в одно- и двухстекольном перекрытии минимальных термометров на высотах — 1,5 метра и 25 см. от почвы. Данные по декадам сведены в приводимую ниже таблицу:

Таблица № 37.

	Декабрь	Январь	Февраль
Абс. минимум в одностекольной оранжерее на 1.5 мет.	7.5	3.8	2.4
—„— —„— на 25 см.	6.9	3.5	2.1
Абс. минимум в 2-стекольной оранжерее на 1.5 м.	9.0	5.3	4.5
—„— —„— —„— на 25 см.	8.9	5.4	4.5
Абс. минимум на контроле на 1.5 мет.	0.6	-0.1	-5.1
—„— —„— —„— на 25 см.	0.3	-0.8	—

В гелиооранжерее высотная разница в абсолютных минимумах ничтожна и не превышает 0.5° С, в то время как при инверсии в ясные ночи на открытом воздухе заморозок на почве может быть большим, чем в английской будке на 2—3° С.

Спорадически, при разных типах погоды, распределение температуры в вертикальном и горизонтальном разрезе изучалось днем путем установки цепи термометров в фартучных защитах. Эти данные весьма интересны, так как они характеризуют микроклимат гелиооранжереи.

Таблица № 38.

Ясный день. Солнечное освещение с перерывами

Часы Наименование точек	8	10	12	14	16	18	20	
Под коньком перекрытия	17.5	25.0	30.7	30.6	30.0	24.1	20.5	Вертикальный разрез
На высоте 2,5 метр.	17.5	24.5	29.5	30.5	28.6	23.0	20.0	
На высоте 1.5 метр.	17.8	23.8	27.4	29.0	26.6	22.4	20.7	
На высоте 25 см от почвы	17.5	23.4	28.2	28.2	26.0	21.7	20.0	
У стекла южной стенки	17.5	24.7	30.0	30.5	29.0	22.5	20.0	Горизонтальный разрез
1 метр от стекла	17.5	23.5	28.3	29.0	27.1	22.0	20.7	
В центре оранжереи	17.8	23.8	27.4	29.0	26.6	22.4	20.7	
1 метр от северной стенки	17.2	22.7	28.0	28.3	26.7	22.0	19.8	
10 см. —„—	17.5	22.7	27.3	28.2	27.0	22.2	20.0	

Термометры в фартучных защитах размещались по вертикали в центре и по горизонтали на 1,5 метра от почвы между южной застекленной стенкой и откосом (северной стенкой перекрытия). Вентиляция в этот день не производилась для того, чтобы можно было видеть, как распределяется температура по отдельным точкам перекрытия.

Разница в температуре у конька и над почвой, как правило, не превышает 2—4 град., что наблюдалось и в другие дни. При абсолютно ясной солнечной погоде и отсутствии вентиляции, температура распределяется столь же равномерно, что можно об'яснить процессом аккумуляции в почвенном горизонте и теплоотдачи в приземном слое воздуха. При доступе свежего холодного воздуха при вентиляции, температура в нижних слоях быстро падает, и разница между верхней и нижней точкой достигает 6—7 град. Вывод из этих наблюдений ясен: для нормального воздухообмена в перекрытиях следует всегда предпочитать верхнюю венти-

ляцию. Отсутствие сильного перегрева верхних слоев оранжереи с солнечным обогревом является положительным моментом, особенно для культуры древесных растений, крона которых располагается в верхних слоях воздуха.

В горизонтальном разрезе в период солнечного сияния замечается небольшое повышение температуры у южной застекленной стенки, что можно об'яснить сильным нагревом второго стекла.

Таблица № 39

Пасмурный день — осадки. Солнечного освещения нет.

Наименование точек	8	10	12	14	16	18	20	
Под коньком перекрытия	16,1	15,7	16,0	16,0	16,0	13,6	13,3	Вертикальный разрез
На высоте 2.5 метра.	16,2	15,9	16,0	16,0	15,0	13,6	13,1	
На высоте 25 см. от почвы	16,8	16,5	16,7	16,2	15,3	14,0	13,5	
У стекла южной стенки	16 4	16.0	15 9	16.0	14.9	13.0	12.7	Горизонтальный разрез
1 метр от стекла	16.2	16.0	15.9	16.0	15,0	13.5	13.0	
1 м. от северной стенки	15.8	15 7	15.7	16.0	14.7	13 5	13.0	
10 см. —„— —„—	16.0	15.9	15 9	16.1	15.1	13 8	13.5	

В пасмурный день замечается обратное явление, и более высокая температура была у почвы, что об'ясняется процессом теплоотдачи почвой аккумулированного тепла. Подобная картина наблюдалась во вторую половину дня при горизонтальном изучении распределения температуры, которая повышалась с приближением к зачерненному откосу северной стенки.

Термический режим почвы

Термический режим почвы имеет исключительно большое влияние как на рост и развитие растений, так и на температурные условия воздушной среды, поскольку солнечное тепло аккумулируется главным образом в почве.

От температуры почвы зависит ход физиологических и биохимических процессов, а так-же водный режим организма растений. В искусственно обогреваемых парниках, теплицах и оранжереях обычно почва бывает теплее воздуха, что обеспечивается обогревом грунта снизу. В гелиооранжерее мы имеем верхний обогрев от падающих лучей. солнца. В силу небольшой теплопроводности почвы, значительная часть тепловой энергии передается воздуху, температура которого в дневной период превышает температуру почвы.

Таблица № 40

	1935 год		1936 год		
	Март	Декабрь	Январь	Февраль	Март
Средняя T° воздуха в 2-стек. гелиооранжерее	17.0	16 6	14.3	14 1	16 1
Средн. T° почвы гелиооранж. на глубине 25 см.	15.8	15.7	14.0	13.8	15.7

В ясные дни нагрев даже поверхностного слоя (5 см.) резко отстает от нагрева воздуха (см. график 16-й). Причины этого понятны, так как воздух нагревается не только от почвы, но и от стекла, растений, северного откоса—стенки перекрытия и от др. предметов внутри перекрытия. Само собою разумеется, что в многозвенной большой оранжерее разница в нагреве почвы и воздуха заметно сгладится, т. к. вредная поверхность нагрева значительно сократится.

В пасмурные дни и при похолодании картина меняется, и температура почвы становится выше Т° воздуха. Приведем ход средней Т° воздуха и почвы в гелиооранжерее за период февральских заморозков.

Таблица № 41.

Числа февраля месяца	7	8	9	10	11	12	13	14
Т° почвы на глубине 25 см.	15.7	15.6	15.3	14.7	14.6	14.7	13.8	13.0
Т° воздуха на высоте 1.5 метра	18.4	16,9	14 0	14.3	15.5	13.3	11.0	9.1
Кол. часов солн. сияния	0.5	5.5	0.0	0,0	4.7	0.0	0.0	0.7
Абс. минимум на конт. роле	10 3	7.1	5.3	4.3	5 6	7.6	[illegible].3	-0.3

Числа февраля месяца	15	16	17	18	19	20	21	22
Т° почвы на глубине 25 см.	12.5	11.2	11.8	11.7	11.8	11.8	12.8	13.7
Т° воздуха на высоте 1.5 метра	6.7	8 9	11.2	9.1	9.2	11.6	16 6	15.7
Кол. часов солн. сияния	0.0	0 1	0.0	0.4	0 0	0.0	4.1	1.4
Абс. минимум на контроле	-2.2	-5.1	-1.4	0.7	3 4	4 3	4.7	7.9

Несмотря на продолжительную низкую облачность (14 суток) снегопад и заморозки, Т° почвы не опускалась ниже 11,2°, следовательно, говорить о недостатке тепла в почве не приходится даже в критические периоды погодных эксцессов. Это очень важно, так как при температуре почвы ниже 10° почвенная влага становится малоусвояемой, что нарушает водный режим организма растения. График 17 показывает ход Т° почвы в условиях Средней Азии при длительных и резких понижениях температуры и, как видим, результаты были не плохие, т. к. Т° ниже 10° не падала.

По вертикали большого различия в температуре почвы не было, что видно из приводимой ниже таблицы среднемесячных температур одно- и двухстекольной оранжереи.

График 17

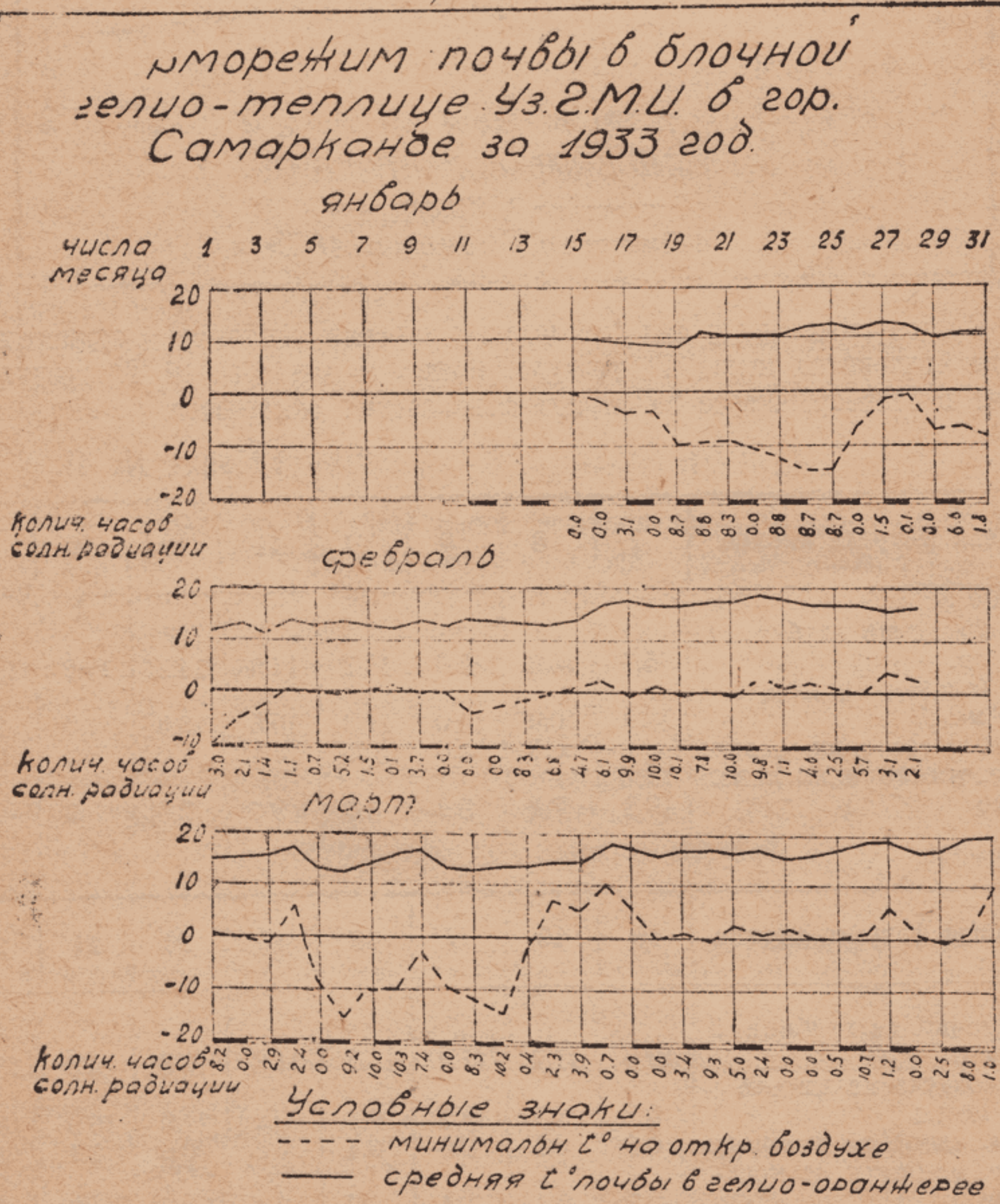


Таблица № 42.

	Январь	Февраль	Март
Средняя Т° почвы в одностекольной оранжерее на глубине 25 см	12.8	12.3	14.8
—„— —„— —„— 5 см.	12.5	12.4	14.7
Средняя Т° почвы в двухстекольной оранжерее на глубине 25 см.	14.0	13.8	15.7
—„— —„— —„— 5 см.	14.3	14.3	16.8

Верхний горизонт почвы быстрее прогревался, но быстрее и остывал, следовательно, имел большую амплитуду колебания. Нижние слои имели обратный процесс, почему разница получилась небольшая.

Поскольку температура почвы в зимний период повышается с глубиной, а корневая система деревьев углубляется до 1 метра и глубже, опасаться временных понижений температуры в верхнем горизонте не приходится.

В одностекольном перекрытии, благодаря более низкой Т° воздуха и большим ее колебаниям, на глубине 25 см. почва несколько теплее, а в двухстекольной, наоборот, верхний горизонт теплее нижнего, что можно об'яснить меньшим его охлаждением в ночное время, поскольку при 2-стекольной защите амплитуда колебания Т° воздуха уменьшается.

Разница в Т° почвы между одно- и двухстекольной защитой увеличивается с похолоданием и в отдельные дни достигает 3.4°, так например:

Таблица № 43.

Числа февраля 1936 г.	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Т° почвы в двухстекольной оранжерее	15.3	14 7	14 6	14.7	3.8	13 0	12.5	11.2	11.8	11.7	11.8
Т° почвы в одностекольной оранжерее	14.5	12.9	12 7	12 6	11.7	10.7	9.1	9.2	9.4	10 0	10.1
Разница в температуре в градусах	0.8	1.8	1.9	2.1	2.1	2.3	3 4	3.0	3 4	2.7	1.7

В целом ход температуры в почве за опытный период был не плохой, несмотря на наличие больших деревьев лимона, которые затеняли почву и уменьшали аккумуляцию солнечного тепла.

В состоянии вегетации находились не только лимоны, но и более теплолюбивые растения, как хинное дерево и томаты, но в отдельные моменты недостаток тепла в почве все же чувствовался, и растения в отдельные дни февраля имели угнетенное состояние, почему был поставлен вопрос о дополнительном повышении температуры почвы. Наиболее простой и дешевый способ отепления это опять-таки солнечный обогрев, почему почва в гелиооранжерее была покрыта прозрачной мульчей — ацетил—целлюлозной пленкой, полученной от Физико-Агрономического Института. Результаты, как и следовало ожидать, были получены хорошие. Для примера приведем данные за несколько дней марта с различным количеством часов солнечного сияния.

Таблица № 44.

Числа марта	2	3	4	5	15	16	17
Т° почвы под пленкой	17.5	18.7	19.0	19.3	18.2	18.2	18.0
Т° почвы без пленки	16.4	17,5	17.4	16.4	16 8	17.0	16.8
Разница	1.1	1.2	1 6	2.9	1.4	2.2	1.2
Число часов солнечного сияния	1.9	7.2	4 3	9.0	0.7	5.2	0.0

Это повышение Т° было получено при мульчировании узкой (0.8 метра) полосы почвы. При сплошном покрытии почвы пленкой, Т° почвы можно повысить на 3—4°, что и было нами получено при полевом испытании пленки.

Сделаем выводы:

а) Покрытие почвы прозрачной мульчей (пленкой или обесцвеченной битумной эмульсией) позволит аккумулировать в почве большую часть солнечного тепла, которое было бы потеряно как избыточное при вентиляции.

б) Большая аккумуляция солнечного тепла в почве уменьшит перегрев воздуха, повысит Т° почвы и изменит весь термический режим перекрытия в положительную сторону, поскольку лучистая энергия, пройдя через пленку, превращается в тепловую, для каковой пленка практически не прозрачна. Больший запас тепла повысит ночной минимум и сгладит амплитуду колебания Т°.

в) С повышением температуры почвы улучшится рост и развитие теплолюбивых тропических растений при тех же показателях температуры воздуха, поскольку физиологические процессы в значительной доле зависят от термического режима почвы.

г) С мульчированной площади уменьшается испарение, что снизит относительную влажность воздуха, которая в гелиооранжерее часто бывает избыточной.

Относительная влажность воздуха

Влажность воздуха в оранжерее имеет большое значение. От степени насыщения водяными парами воздуха зависят физиологические процессы в растениях, их общее состояние и степень распространения болезней. В оранжереях с солнечным обогревом мы будем иметь избыток влаги в воздухе, что вызывается отсутствием системы обогрева, наличием растений и влажной почвы.

Весной 1935 г. мы в гелиооранжерее допустили довольно высокую влажность воздуха, в результате чего имели место случаи появления плесени и деформации отдельных органов цветка. В зиму 1935—36 гг. были установлены электровентиляторы, с помощью которых проветривание производилось ежедневно при любой погоде. В результате, относительная влажность воздуха в дневной период была снижена и никаких вредных явлений замечено не было. Все растения развивались нормально и дали плоды нормального качества.

Таблица 45.

Относительная влажность воздуха в %% в гелиооранжерее

	1935 год		1936 год		
	Мерт	Декабрь	Январь	Февраль	Март
В одностекольной оранжерее	87	78	83	82	75
В двухстекольной	89	82	86	85	78
На контроле	74	64	72	66	64

Снижение относительной влажности заметно даже на среднемесячных показателях. Если просмотреть данные за отдельные сроки наблюдений,

снижение влажности будет еще более заметным, так как действие вентиляции сказывалось главным образом на полуденном сроке наблюдения.

Таблица 46

Относительная влажность воздуха за отдельные сроки наблюдения в %%

	1935 год				1936 год			
	Март		Декабрь		Январь		Февраль	
	7 ч.	13 ч.	7 ч.	13 ч.	7 ч.	13 ч.	7 ч.	13 ч.
В одностекольной оранжерее	95	77	89	64	90	72	93	71
В двухстекольной оранжерее	96	78	92	69	93	71	94	73
На контроле	77	65	69	53	70	69	67	63

Из таблицы видно, что зимой 1935—36 г. влажность воздуха в дневной период была невысокой. Исключение составляли отдельные холодные дни с низкой облачностью, когда влажность воздуха достигала 90—95 процентов. Но таких дней было немного. График 19-й с достаточной ясностью говорит о возможности регулировать гигрорежим в нужном направлении даже в периоды с неблагоприятной погодой, как в феврале 1936 года.

Разница во влажности воздуха между одно- и двухстекольной защитой не велика. При одном стекле влажность была меньшая, несмотря на более низкую температуру. Это явление можно об'яснить следующими обстоятельствами:

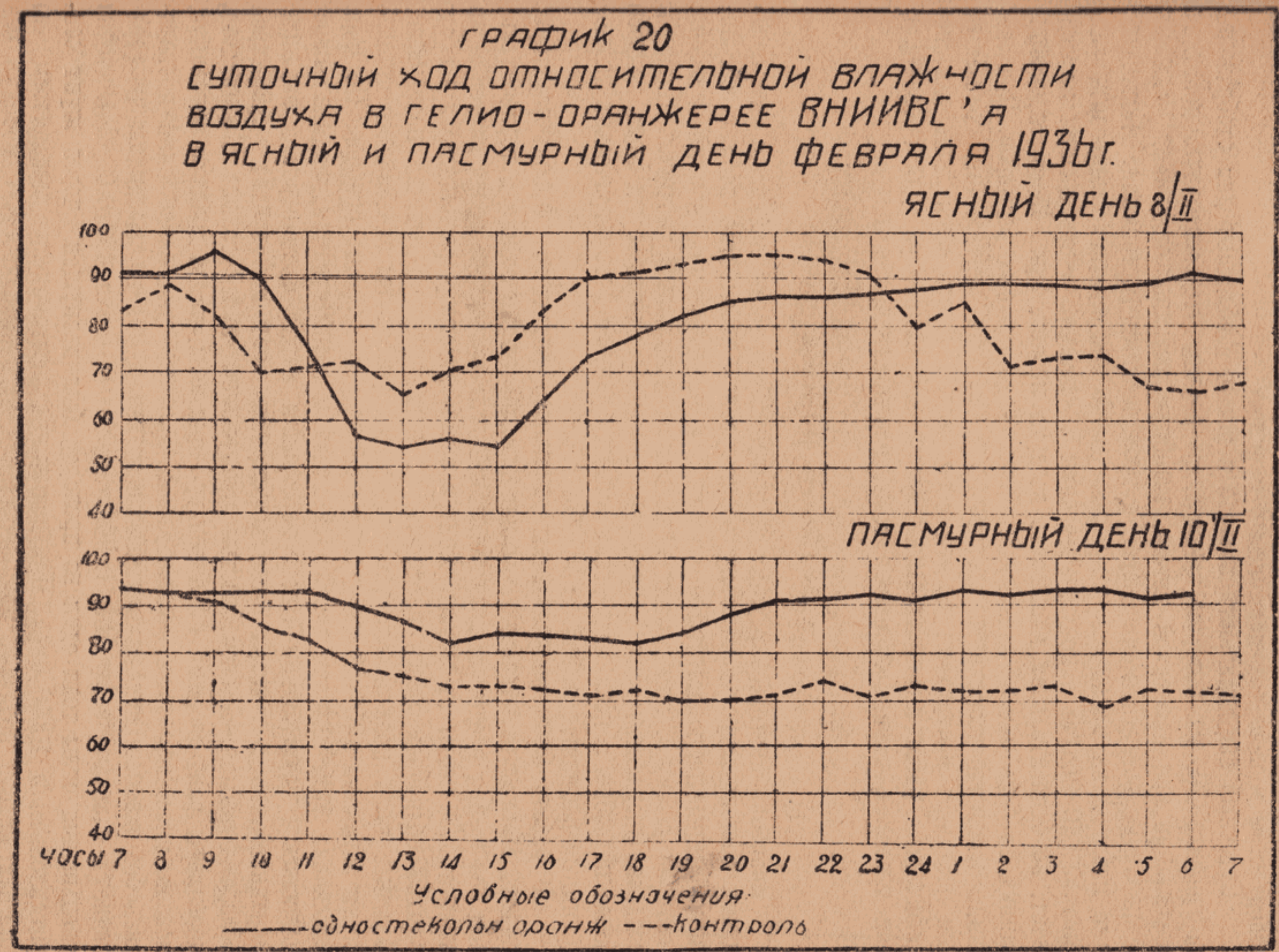


График 20
Суточный ход относительной влажности воздуха в гелио-оранжерее ВНИИВС'а в ясный и пасмурный день февраля 1936 г.

а) В двухстекольной гелиооранжерее было значительно большее количество растений, которые путем транспирации насыщали воздух влагой.

б) В ней было более интенсивное испарение почвой и транспирация растений из-за повышенной температуры.

в) В одностекольном перекрытии, благодаря отсутствию воздушной прослойки и одному слою стекла, влага конденсировалась на остекленной поверхности в виде так называемой капели.

Суточный ход влажности воздуха в ясные и облачные дни отображены на графике 20, на котором приведены случаи недостаточного действия вентиляции при пасмурной погоде, что было вызвано опасением снизить температуру воздуха в оранжерее с тропическими растениями. Последующие наблюдения показали, что в пасмурные дни кратковременное проветривание (30 минут) в полуденные часы T° воздуха в перекрытии не снижает, но относительная влажность воздуха падает. При 2—3 проветриваниях за день можно понизить влажность до нужных размеров. При желании повысить влажность достаточно уменьшить вентиляцию оранжереи или поставить испарители, но эти мероприятия потребуются лишь для специфических работ в защищенном грунту, как например, для проращивания черенков, зимних прививок и пр. мероприятий.

Световой режим

Значение светового режима в жизнедеятельности растительного организма общеизвестно. Поскольку оранжерейное хозяйство должно обеспечить беспрерывную вегетацию растений и плодоношение, в зимний период световой режим в перекрытии будет иметь решающее значение. Ниже, в разделе физиологических исследований, мы остановимся на этом вопросе более подробно, а пока подвергнем анализу данные фотометрических наблюдений, проведенных зимой 1935—36 года.

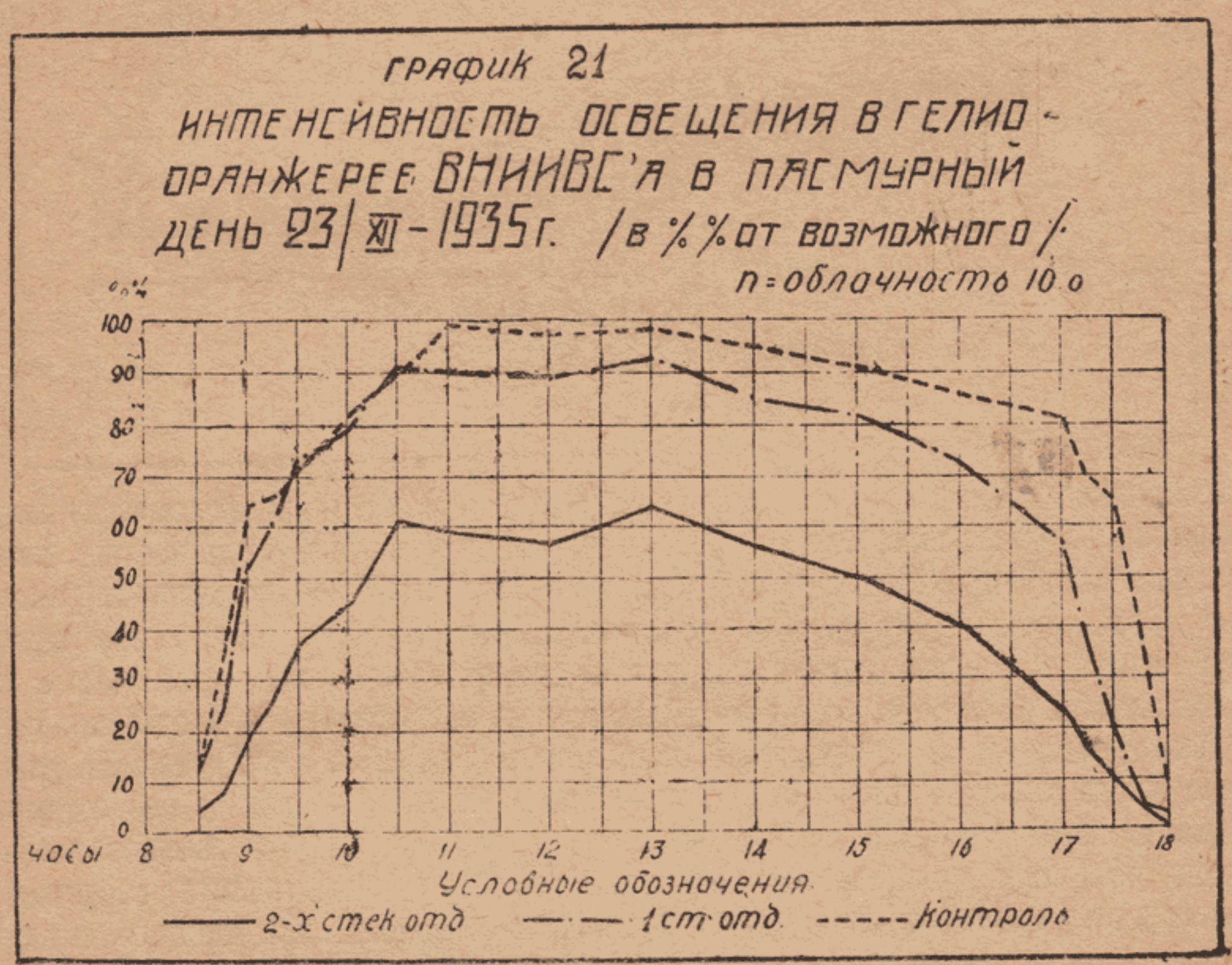
В работе были использованы селеновые фотометры Физико-Агрономического Института. Приборы устанавливались на подставке в горизонтальном положении в одно- и двухстекольной гелиооранжерее среди растений на высоте 1,5 метра от почвы. Контрольный фотометр располагался на открытом солнечном месте невдалеке от перекрытия в том же положении. В ясные дни с прямой солнечной радиацией фотометры заслонялись небольшими экранами (25×40 см.), зачерненными со стороны прибора. По мере изменения угла падения солнечных лучей и солнцестояния, защита перемещалась с сохранением одного расстояния между фотометром и экраном. Экранирование фотометра было необходимо, так как стекла оранжереи обладают различной способностью пропускания лучей солнца. Кроме того, переплеты рам, опорные столбы и др. предметы, давая местное затенение, исказили бы показания фотометра. В облачные дни наблюдения проводились без экрана. Отсчеты интенсивности освещения производились по стрелочному гальванометру ЛГУ*). (1°=1.4×10 — 6А и 41 X 10—6б). Для уменьшения силы тока один из проводов был пропущен через шунт сопротивлением в 1.300 омов. При испытании фотометров выяснилось, что каждый прибор обладает индивидуальной чувствительностью, почему все бывшие в работе фотометры были взаимно отградуированы, для чего были использованы одновременные отсчеты при различных условиях освещения.

*) Ленинградский Государственный Университет.

При дальнейших наблюдениях оказалось, что показания фотометров менялись в зависимости от состояния, прозрачности атмосферы и солнечного спектра, что заставило нас составить средние поправки из нескольких одновременных наблюдений в различные дни. Полученные показания гальванометра были пересчитаны на проценты интенсивности освещения, причем за 100 проц. было взято максимальное отклонение стрелки гальванометра за опытный период на открытом воздухе.

Учитывая сказанное выше, приходится констатировать, что полученные результаты имеют лишь относительное значение, и они могут дать лишь общую картину светового режима того или иного перекрытия.

Для характеристики светового режима гелиооранжереи приведем два графика интенсивности освещения в облачный и ясный день декабря, при наиболее низком солнцестоянии.

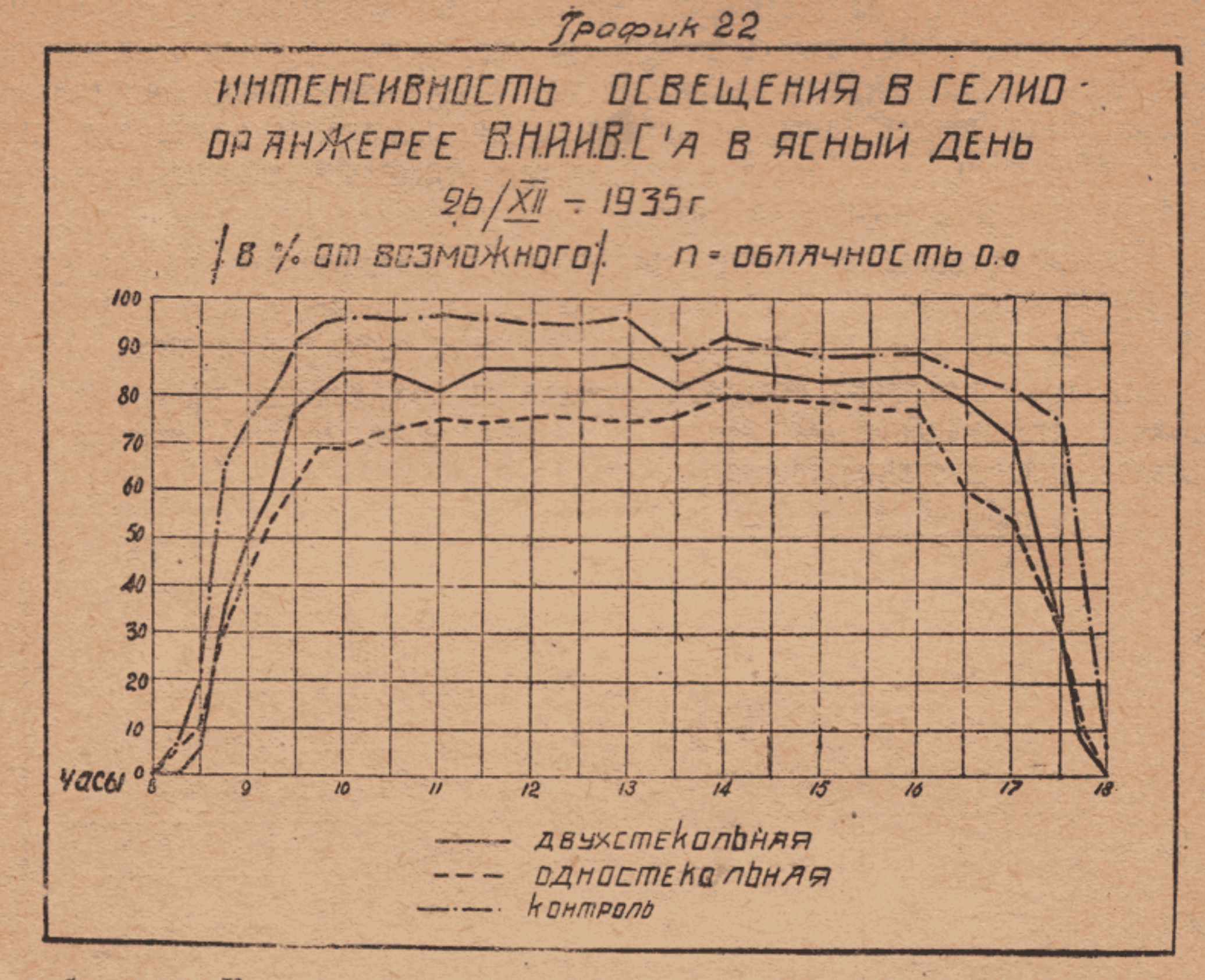


Погода 23 декабря была типичная для зимнего периода в период прохождения циклона. С утра низкая облачность, над морем легкий туман. С полудня начался дождь и туман рассеялся к 15 часам. Фотометры были без экрана. Отсчеты производились при 3 повторениях. Несмотря на плохую погоду, контрольный фотометр показывал большую интенсивность освещения, что видимо было вызвано обилием рассеянного света и чувствительностью к нему фотометра.

Из графика видно, что в облачный день при одностекольной защите мы имели на 30% больше света, чем при двух стеклах, что об'ясняется меньшим вхождением рассеянной радиации внутрь перекрытия.

В ясный день, при наличии прямых солнечных лучей, влияние одно- и двухстекольной защиты на освещенность перкерытия получается весьма

График 22



своеобразным. Как мы указывали выше, при ясной погоде фотометры экранировались. Солнечные лучи, проходя через два стекла, терялись не меньше, чем на 30 проц. (при полубемских стеклах) за счет отражения, рассеяния и др. причин физического порядка. Следовательно, количество входящей радиации внутрь двухстекольной оранжереи было меньшим, чем в одностекольной. Соответственно уменьшилось и напряжение солнечных лучей. Но фотометрические наблюдения показывают большую освещенность двухстекольного перекрытия как при отсчетах с экранами, так и без экранов. В обоих случаях большую освещенность в двухстекольной гелиооранжерее можно об'яснить увеличением рассеянного света, что явилось следствием преломления и рассеивания лучей солнца на 2 слоях запотевшего с внутренних сторон стекла. Вполне понятно, что в перекрытии вообще и за экраном в частности мы имели увеличение освещения. Пример из наблюдений, когда отсчеты на фотометрах производились одновременно без экрана и с экраном убеждает нас в правильности данного об'яснения.

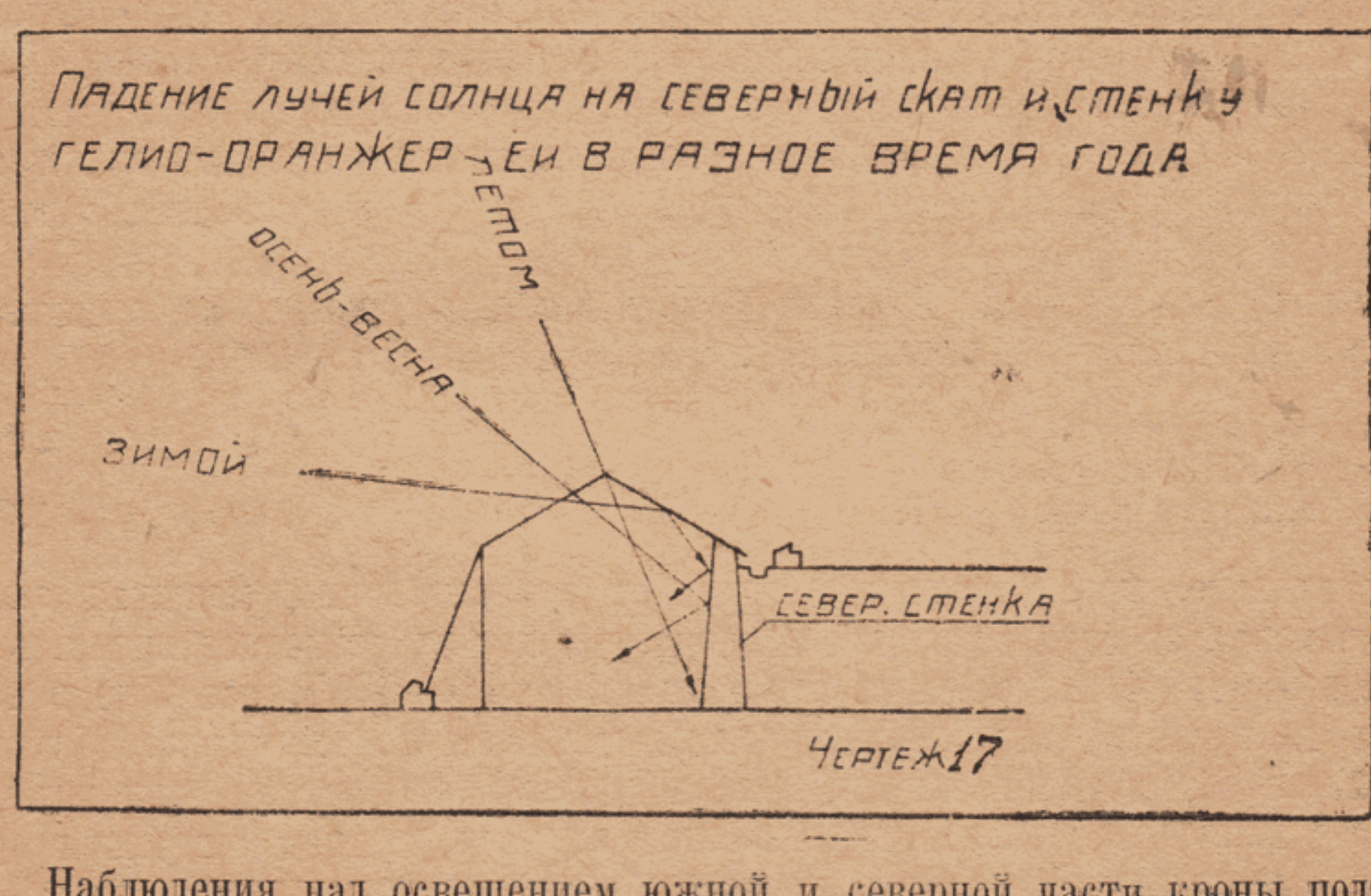
		С экраном	Без экрана
Интенсивность освещ	в %% в 2-стекольной оранжерее	72	97
„ „	в %% в 1-стекольной оранжерее	68	85
„ „	в „ на контроле	82	100

Подобные результаты были получены и при других отсчетах. Кроме того, надо полагать, что селеновые фотометры ФАИ имеют свои особенности, благодаря которым их реакция меняется в зависимости от спектра и степени облачности. Так, например, при облачности 10 освещенность как на контроле, так и в перекрытии значительно превышает освещенность в

ясный день. На контроле в обоих случаях был один и тот же фотометр. Последующие фотометрические наблюдения эти данные повторили.

С точки зрения физиологии растений доминирование рассеянного света можно рассматривать как положительный факт, поскольку в оранжерее затененные части растений получат больше света и, кроме того, фотосинтез на рассеянном свету идет более интенсивно, поскольку листовые пластинки меньше перегреваются, что в свою очередь создает лучшие условия для водного режима организма растения.

В конструкции гелиооранжереи ВНИИВС'а были предусмотрены детали, регулирующие световой режим в различное время года. В зимний период, как отмечалось выше, северная стенка окрашивается в черный цвет для лучшей аккумуляции солнечного тепла и превращения лучистой энергии в тепловую, что имеет особенно большое значение в облачные и пасмурные дни при использовании для обогрева рассеянной радиации. В этот период экраном для рассеивания служит северный скат перекрытия, окрашенный в белый цвет. Средняя высота солнцестояния в XI XII и I на 43° с. ш. (г. Сухуми) равна 20°, следовательно, северный забеленный скат отражает падающие лучи и освещает северную часть растений. Весной (в апреле) солнце в дневной период стоит уже высоко, и северная стенка освещается только в утренние и вечерние часы. Средняя высота солнцестояния в это время примерно равна 33° и северная стенка, будучи к этому времени забеленной, превращается в дополнительный экран, освещающий северную сторону растений.



Наблюдения над освещением южной и северной части кроны подтверждают высказанное предположение:

Интенсивность освещения северной части кроны дерева в ясный день была меньше южной всего лишь на 5 проц.

Хозяйственники должны учесть этот опыт и при недостатке света в перекрытии пополнять таковой искусственно, путем рассеивания его экранами.

Общая оценка микроклимата гелиооранжереи ВНИИВС'а

Из всех приведенных данных видно, что оранжерея с солнечным обогревом имеет весьма своеобразные микроклиматические особенности, отнюдь не схожие с условиями искусственно обогреваемых теплиц. Первое, что бросается в глаза, это ритм смены температур днем и ночью и как будто бы достаточно высокие «средние» температуры, которые не совсем соответствуют общепринятым оптимальным показателям, которые были приняты растениеводами за какую-то постоянную величину. Перед нами возникает два вопроса:

а) полезна или вредна для жизнедеятельности растений амплитуда колебания температуры, имеющая место в оранжереях с солнечным обогревом.

б) может ли метпоказатель «средняя температура» иметь место в экологической характеристике той или иной культуры и может ли этот показатель определить специализацию и использование оранжереи.

Боязнь амплитуды колебания Т° свойственна большинству работников защищенного грунта. Они издавна привыкли к мысли, что в оранжереях колебания температуры недопустимы и что таковые вредны для тепличных растений. Сама жизнь и последние достижения науки полностью опровергают эту мысль. Так например, Лундегард в своей работе [6]) дает чрезвычайно простое научно обоснованное решение данного вопроса. В дневной пе оиод идет фотосинтез, который в первую очередь зависит от интенсивности освещения и температуры. В оранжерее с солнечным обогревом в дневной период мы имеем достаточное количество и света и тепла, что обеспечивает накопление пластических веществ в зеленых частях растения. С наступлением темноты фотосинтез прекращается и за счет энергии дыхания накопленные днем пластические вещества теряются. Процесс дыхания в свою очередь зависит от температуры воздуха и уменьшается с понижением Т°.

Исследования Л. К. Еленева (15) показывают, насколько снижается энергия дыхания с понижением Т°.

Температура воздуха	1°	5°	10°	14°	25°
Выделение CO_2 в мгр. на квадр. дециметр в час	1.71	2.85	2.10	2.62	3.78

Следовательно, прав Лундегард, когда он говорит, что, понижая энергию дыхания за счет снижения температуры воздуха в ночное время, можно уменьшить распад веществ в растениях на 50—60%. Все дело в том, чтобы температура не снижалась ниже критического минимума. В гелиооранжерее мы и имеем нужный ритм смены температуры, при котором ночью уменьшается распад пластических веществ, а днем создаются оптимальные условия (Т°, свет, влажность) для их накопления.

Опыты с овощными культурами в гелиотеплицах в Средней Азии это предположение подтвердили полностью [14]) и если в искусственно обогреваемой блочной теплице при выгонке огурцов и томатов поддерживалась средняя Т° в 25—28°, то в гелиотеплице таковая колебалась от 17 до 23° в зависимости от фазы развития растения. При среднемесячной Т° в 9—10° мы имели нормальное развитие и плодоношение всех холодостой-

ких овощей: лука, редиса, гороха, капусты цветной и кочанной и др. При средней Т° в 15—17° нормально вегетатировали томаты, огурцы и др. теплолюбивые овощи.

В гелиооранжерее ВНИИВС'а, при средней Т° за месяц в 17°, нормально вегетатировали хинные деревья, хорошо плодоносили и росли томаты и огурцы, посаженные в качестве фитоиндикаторов. Наконец, динамика роста побегов у лимонных деревьев выводы Лундегарда подтверждают полностью, т. к. растения развивались и плодоносили при «средней температуре» в 14°. Чем же можно об'яснить это явление? В гелиооранжерее днем за фотопериод мы имеем температуры, близкие к оптимуму, а ночью низкие. В среднем за сутки получаем условную величину, не характерную для характеристики роста и развития. В практике защищенного грунта эта «поправка» на среднюю за сутки температуру будет иметь очень большое значение, так как для поддержания высокой температуры днем и ночью приходится затрачивать много сил, средств и топлива, в то время, как высокие температуры в ночное время вредны, а не полезны.

В этом новом освещении метпоказатель «средняя температура» уже не может иметь присвоеннего ему значения, т. к. развитие растений и их рост может протекать вполне нормально при более низких температурах в ночное время. Короче говоря, сумма активных температур должна высчитываться только за дневной период на основе записи термографа или дневных наблюдений. Приведем пример по отношению к растениям защищенного грунта, с которыми мы и имели дело при наших исследованиях.

Так, 17 марта по отсчетам срочного термометра мы имели среднюю температуру за сутки 18,6 град. Поскольку полуденный отсчет в гелиооранжерее не всегда совпадает с термическим максимумом, который смещается к вечеру, приведенная средняя цифра в 18,6 градуса может быть уже неверной. При подсчет ежечасных показаний термографа за дневной период мы будем иметь не 18.6, а 23.4 град. С. Этим положением и можно об'яснить, на первый взгляд необычный для растениеводов, факт нормального роста и плодоношения теплолюбивых растений при более низкой, чем это принято, «средней температуре» воздуха, исчисленной по трем отсчетам за сутки.

Пересчитывая среднюю Т° за сутки на среднюю Т° за фотопериод, в гелиооранжерее мы имели конечно не 14°, а около 20° С в ясные дни и 14—16° в облачные.

Сопоставляя метпоказатели гелиооранжереи за зимний период с метусловиями весенних месяцев открытого грунта, мы найдем большое сходство. Следовательно, данные УзГМИ в условиях Сухуми полностью подтвердились, и в наиболее холодные периоды года мы имели метобстановку апреля и мая месяца.

Сопоставление метусловий гелиооранжереи с условиями открытого грунта позволяет сделать чрезвычайно важные выводы практического значения. В обычных оранжерейных условиях за зимний период растения под влиянием специфичной среды изнеживаются, изменяют свои анатомо-морфологические признаки и при перенесении в условия открытого грунта (или после снятия остекленных рам на летний период) часто страдают от резкого изменения среды. В практике обычного оранжерейного хозяйства применяется закалка растений, т. е. постепенное приспособление растений

Таблица 47.

Метпоказатели	Одностекольная оранжерея			Двухстекольная оранжерея			Средняя многолетняя в откр. гр.(за 1904-1933 г.)	
	Янв,	Февр.	Март	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май
Средняя тем-ра воздуха	13.3	13.2	15.6	14.4	14.1	17.0	12.8	17.3
Средний минимум	8.4	8.6	10.1	9.8	10.2	12.5	8.6	13.0
Абс минимум	4.6	2.4	5.0	6.0	4.2	8.0	—1.0	2.0
Средний максимум	22.1	21.6	25.8	22.8	20.7	26.0	17.7	22.1

к новой обстановке. Растения в этот период должны вновь перестроиться как анатомически, так и морфологически, при чем физиологические процессы резко нарушаются, что вызывает задержку в росте и плодоношении. Закалке необходимо подвергать как многолетние, так и однолетние растения. Непринятие мер по закалке обычно влечет печальные последствия. Листья и молодой прирост под действием прямых солнечных лучей обжигаются, бутоны и завязи осыпаются и т. д. Многолетний опыт с пересадочными культурами предостерегает нас и подтверждает исключительное значение закалки. Испытание гелиотеплиц в Средней Азии (14) показало, что микроклиматические условия оранжерей с солнечным обогревом позволяют обойти период закалки, поскольку в них в зимний период мы имеем метусловия открытого грунта, но более теплого месяца.

Подобные же результаты были нами получены и в Сухуми. Лимоны, хинные деревья, рассада томатов, огурцы и др. фитоиндикаторы без всякой предварительной закалки были поставлены в условия открытого грунта путем одновременного снятия застекленных рам. Ни в 1935, ни в 1936 году вредных последствий замечено не было, да их и не могло быть, поскольку:

а) прямого солнечного освещения в гелиооранжерее достаточно, так как конструкция перекрытия основана на принципе максимального вхождения солнечной радиации;

б) амплитуда колебания температуры, ритм смены температуры днем и ночью создают условия, сходные с открытым грунтом, почему растения не изменяют анатомо-морфологических признаков в отрицательную сторону;

в) эффективность солнечного обогрева от 6 до 13° и возможность регулировки термического режима как в сторону повышения, так и понижения Т° путем вентиляции, позволяют создать нужные тепловые условия для культур с различными требованиями к теплу;

г) средний максимум в гелиооранжерее целиком зависит от системы вентиляции. В периоды с большой облачностью и резких похолоданий временное снижение Т° не опасно;

д) минимальная температура (8—10° в среднем) позволяет культивировать даже некоторые тропические теплолюбивые культуры, как, например, хинное дерево и др.;

е) относительная влажность воздуха при желании может быть снижена до нужных пределов, что видно из приведенных выше данных.

ж) распределение температуры в почве и воздухе в различных точках перекрытия при солнечном обогреве равномерно как в горизонтальном, так и вертикальном разрезе, чего в обогреваемых теплицах добиться очень трудно;

з) временное снижение температуры на короткий срок не только не вредно, но даже полезно, если этот вопрос рассматривать с точки зрения закалки растений. В целом, рассеянной радиации хватит на обогрев оранжереи, что также видно из приведенных выше материалов.

Как видим, микроклимат гелиооранжереи в значительной степени может быть изменяем в нужную сторону, и все дефекты, связанные с искусственным обогревом, как неравномерное распределение температуры, трудность регулировки термо- и гигрорежима, необходимость большого обслуживающего персонала, наличие условий изнеживающих растения, необходимость последующей закалки и т. д., в гелиооранжереях могут быть устранены.

IV.

Агрометеорологическая характеристика культуры лимона в условиях защищенного грунта

Учитывая своеобразные микроклиматические условия гелиооранжереи в отношении хода температуры, влажности, фотопериода и др. моментов, необходимо было экспериментально проверить, как реагирует растение на новые условия среды, как будет итти его рост, развитие и плодоношение. Окончательно на этот вопрос можно будет ответить после нескольких лет испытания соответствующих культур, но имеющихся данных уже достаточно, чтобы можно было предвидеть результаты. За это говорит и приведенная характеристика микроклимата гелиооранжереи, который может быть отрегулирован в той или иной степени. Остается изучить агротехнику защищенного грунта и требования культуры в новой, несколько своеобразной микроклиматической обстановке, что необходимо для управления жизненными процессами растения и воздействия на среду в нужную сторону.

В целях выявления пригодности гелиооранжерей для различных нужд субтропического хозяйствав, весной 1935 г. были испытаны следующие культуры:

1. Лимон,
2. Хинное дерево,
3. Какао,
4. Зимние прививки мандаринов,
5. Черенки лимона,
6. Сеянцы апельсинов и лимонов.
7. Огурцы и томаты (как фотоиндикаторы),
8. Рассада томата.

Влияние температурных условий на рост и развитие лимона

Всего в оранжерее разместилось 8 взрослых 7—8-летних, вступающих в плодоношение деревьев, из которых 3 дерева были пересажены в феврале 1935 г., а 5 росли на месте и были покрыты стеклом 8/II-1935 г.

В двухстекольной гелиооранжерее из 3 лимонов только одно дерево является ремонтантным, а остальные два принадлежат к группе неремон-

тантных сортов, не пригодных для культуры в защищенном грунту в силу их биологических особенностей.

В одностекольной гелиооранжерее из 5 деревьев 3 дерева ремонтантные, а два себя еще не выявили, так как не оправились после пересадки.

В наши задачи входило изучение взаимосвязи между основными воздействующими факторами среды и ростом и развитием лимонов. Микроклимат оранжереи за год слагается из данных за два периода: с ноября по апрель растения находятся под стеклом и с мая по ноябрь в условиях открытого грунта. Для учета хода погодных элементов в течение года велись метеорологические наблюдения. Фенологические и биометрические наблюдения проводились один раз в пятидневку. Эти данные характеризуют рост и развитие лимонов. Увязывая результаты всех наблюдений, можно получить первичные данные по агроэкологической характеристике опытных растений в условиях защищенного грунта.

Приводимая ниже таблица характеризует условия среды и развития лимонов по отдельным фазам с момента остекления перекрытия (т. е. весны 1935 г.). В основу учёта в одностекольной гелиооранжерее взяты нормально развивающиеся деревья ремонтантной группы.

Таблица 48.

Фазы развития	Период покоя —начало роста	Начало— конец первого роста	Начало— конец первого цветения	Конец цветения— начало созревания
Даты прохождения фазы	8/II—25/II	25/II—3/IV	3/IV—15/IV	15/IV—25/XI
Количество дней за период	18	37	12	223
Средняя T° за период	12 8	16,0	19 0	—
Сумма активн. температур	62	218	115	1662
T° почвы на 25 см.	12.5	15.6	16.5	—

По данным фенологических наблюдений научной сотрудницы ВНИИВС Г. А. Антоновской, проведенных в условиях открытого грунта в различных точках зоны субтропиков, выяснилось, что лимон начинает вегетировать при средней температуре воздуха в 11—12°, следовательно, прав был Г. Т. Селянинов, когда за ноль жизненной температуры он принимал 10° С. Мы за период «состояние покоя — начало роста» *) имели среднюю температуру 12,8°, что является следствием высоких температур в дневное время, когда в отдельные дни максимум достигал 25—30°. Нечего говорить о том, что эти полуденные показатели повысили среднюю T° за сутки, и часто для данной фазы они были избыточными.

Температура почвы в 12,5° полностью соответствует американским данным, где были получены показатели в 12—13°.

Средняя температура фаз «начало — конец роста» и «начало — конец цветения» колеблется в зависимости от времени года и хода погодных элементов, так как если первый рост был весной, то последующие летом и осенью. В гелиооранжерее мы имели несколько периодов роста за год как в зимний, так и в летний период.

*) Лимоны были накрыты стеклом 8/II-1935 г. В это время они находились в периоде покоя.

Республиканская библиотека Наркомпроса Абхазской АССР

Кроме того, большое значение имеет богатство и плодородие почвы, сильная обрезка, влажность почвы и др. факторы, которые могут стимулировать или прекращать рост растений. Приведем для примера данные за II период роста (1935 год).

Таблица № 49.

Фазы развития	Начало—конец 2-го роста	Начало—конец 2-го цветения	Конец цветения—начало созреван.
Даты прохождения фазы	1/V—21/VI	10/X—18/I	25/XI—1/VII
Количество дней за период	52	100	238
Сред. T° за период	18.4	14 6	—
Сумма активных температур	440	490	986

Второй рост проходил уже в летний период при средней температуре в 18° и сумме активных температур в 440°. Третий и четвертый рост приходил в зимний период при средней T° в 14—15°. Как видим, сумма тепла не может быть показателем в агрометхарактеристике лимона, она различна в разное время года.

Для того, чтобы выявить взаимосвязь между ростом и температурой воздуха, возьмем период с резким похолоданием зимой 1935—1936 г. и приведем данные по приросту листьев и побегов.

Таблица № 50.

Прирост зеленой массы						
Пентады II месяца	1	II	III	IV	V	VI
Средн. прирост листа в мм.	—	10	6	2	10	17
Прирост побега в мм.	—	25	17	3	25	25
Средн. T° за пентаду	15.7	15.6	9.3	8.8	15.2	13 9

В феврале 1936 г. мы имели наибольшее снижение температуры воздуха. Приведенные данные подтверждают наличие взаимосвязи между ростом и T° воздуха. При 15° рост шел нормально, а при 8° накопление органической массы почти прекратилось. Подобное явление было отмечено и на учетном дереве № 8 в одностекольной и на деревьях № 2 и и № 3 в двухстекольной гелиооранжерее.

На цветение и развитие бутона температура воздуха оказывает меньшее влияние. Так, в период февральского и январского похолодания развитие бутонов и цветение шло следующим образом.

Таблица № 51.

Динамика развития бутонов в мм. на учетных деревьях в гелиооранжерее зимой 1935—36 года.

Пентады II мес.	I	II	III	IV	V	VI	
Дерево № 2	6.5	7.1	7.3	цветок	—	—	
—„— № 3	7.7	7.7	7.9	8.1	цветок	цветок	
сред. T° воздуха	16.4	16.4	11.1	10 0	15 8	-"-	
Пентады января	I	II	III	IV	V	VI	
Дерево № 8	6.1	6.7	8.0	9.0	9.5	10.2	цве-
Сред. T° воздуха	13.7	14.4	11.3	9.8	12.4	13.0	ток

Повидимому для того, чтобы цветение шло нормально, неоходима температура в 16—14°, и временное снижение до 10° значительного влияния не оказывает, т. к. распускание бутонов не приостанавливается. Общий ход Т° за зимний период и прохождение фаз цветения этот вывод подтверждают, ибо большая часть деревьев в зимний пнриод цвела и завязывала плоды при средней Т° в 14—15°.

Рост плодов с ходом температуры увязывается достаточно резко.

Приведем общий прирост диаметра плодов в мм. по отдельным пентадам за зимний период.

Таблица № 52.

Пентады	25/XII	30/XII	5/I	10/I	15/I	20/I	25/I	30/I	/II	10/II	15/II	20/II
Прирост в мм. на дереве № 6	5.0	3.7	5.6	4.0	1 7	4.1	3.4	6 5	5 3	6.0	5 3	1 5
Прирост на дереве № 8	3.2	2.3	3 7	2.4	1 0	2.0	2 0	2.5	1.6	2.6	2.2	0.0
Сред. Т° за пентаду	15 0	14.7	14 9	13.9	9.5	12.4	15,5	13 3	15.7	15 6	9.3	8.8

Пентады	25/II	1/III	5/IV	10/IV	15/IV	20/IV	25/IV	1/V	5/V	10V	15V
Прирост в мм на дереве № 6	4,3	5.5	3.0	4 0	7.4	5.3	10.0	3.0	2.6	8 4	5
Прирост на дереве № 8	1.6	3.7	3.0	6 0	4.0	8.2	9 5	7.5	7.0	8.0	10 0
Сред. T_0 за пентаду	15.2	13.9	14.8	11.2	15.3	15.7	19.0	14 0	19.5	17.5	19.3

Первое похолодание (в январе) отразилось на росте плодов особенно сильно в 3-й пентаде при Т° в 9,5°. При 8,8° в феврале на одном дереве (№ 8) рост плодов прекратился совсем, а на другом составил ничтожную величину 0,3 мм. на 1 плод за 5 дней. Приведенные данные позволяют сделать предварительный вывод, что для роста плодов и их созревания нужна Т° не ниже 10°. Десять градусов повидимому является предельным показателем, когда рост листьев, побегов и плодов прекращается, и дерево переходит в стадию ростового покоя.

Кратковременное похолодание (10/IV) и потепление (25-V) на интенсивности роста плодов не сказалось, т. к., повидимому, отражается тормозящее и стимулирующее действие режима предыдущего периода. Максимальный прирост плодов был отмечен при 18—19° — 25-IV, 15-V и 30-V. Следовательно, эта температура, вероятно, и будет оптимальна для роста плодов в период зимнего содержания растений. С повышением температуры почвы изменится и оптимум воздушной среды, приближающейся к 20°, что может быть лишь в условиях открытого грунта в летний период. Зимой в гелиооранжерее перегрев воздуха не только нежелателен, но и недопустим, что со всей очевидностью доказал своими исследованиями Л. К. Еленов. (15).

При Т° воздуха в 25° фотосинтез отсутствовал, энергия дыхания не выходила за пределы нормального процесса, в то время как транспирация увеличилась в 3—4 раза. Можно предполагать, что отсутствие фотосинтеза при перегреве было вызвано недостаточно высокой Т° почвы, так как подача влаги из почвы, в силу ослабленного процесса всасывания корневой системой, не компенсировала потери воды путем испарения через листву. В результате могло быть нарушение баланса влаги в организме растения и ее дефицит, что и снизило фотосинтез.

Подводя итоги, можно сделать в первом приближении следующие выводы:

1. Для поддержания периода ростового покоя в оранжерее необходимо поддерживать среднесуточную температуру в 8 или 9°.

Этот вывод подтвердился при изучении микроклимата ряда лимонных перекрытий в зоне субтропиков. Период ростового покоя методом биометрических наблюдений был отмечен в оранжерее совхоза Махинджаури при сред. Т° 75—7,7° С., совхоза НКВД при сред Т° 8,5—9 град., совхоза Цехис-Дзири при сред. Т° 9,0°, в гардинских перекрытиях (Сухуми) 8,2 — 8,4°. Растения, находившиеся в периоде роста, при наступлении Т° 8—9° дальнейшее развитие прекращали и возобновляли его лишь при наступлении средней Т° в 10—11° и среднем максимуме 13°. При более высоких максимумах, 14—15° и более, была замечена тенденция к росту как листьев, так и побегов. В дневное время при Т° в 14—17° физиологические процессы в растениях протекали достаточно энергично и вызывали вегетацию, что и наблюдалось в стеклянном перекрытии Цихис-Дзири при сред. Т° в 9°.

Ход минимальных температур в период ростового покоя решающего значения не имеет, если Т° не снижается ниже критической. Для лимона в условиях открытого грунта минимальной критической температурой принято считать — 3°. *) При наличии защиты, которая уменьшает изучение и переохлаждение организма растения, в период заморозка абс. минимум допустим и более низкий, (до—4° С), что было отмечено Г. Б. Надарая при изучении защитных свойств индивидуальных покрышек, но мы не рекомендуем снижать Т° ниже 0°.

2. Начало роста лимона, как мы отметили выше, связывается со средней Т° в 11—12°, что было выявлено целым рядом исследований как в условиях защищенного, так и открытого грунта.

3. Фаза начало — конец роста достаточно энергично протекает при средней Т° в 15—16° и среднем максимуме в 20—22°. Это положение подтверждается и в условиях открытого грунта при первом весеннем росте, когда средняя Т° колеблется от 14 до 17°. Отметим, что в цитрусовых оранжереях в зимний период поддерживать среднюю Т° выше 15—16° мы не рекомендуем, так как при более высоких показателях нарушаются физиологические процессы в полуденные часы, когда максимальная температура достигает 25 и выше градусов (15).

Абсолютная минимальная Т° в период роста не должна быть ниже, 0°, поскольку растения, находясь в периоде вегетации, теряют закалку, а самое главное при более низких минимумах погибнут молодые расту-

---

*) Эти данные были подтверждены во ВНИИВС'е Н. К. Софотеровым и Г. Б. Надарая зимой 1935-36 года.

щие побеги. Лучше поддерживать минимальную Т° в 5—7°, когда энергия дыхания резко снижается.

4. Во время прохождения фазы цветения, которая обычно идет вслед или сопровождает вегетативный рост, можно поддерживать термо-режим в тех же пределах, а именно:

среднюю Т° в 14°—15°
средний максимум 20°
абс. максимум 22°
средн. минимум 8—10°
абс. минимум 2—4°

Вредное влияние высоких температур в период цветения обнаружено целым рядом исследований как в США, так и у нас. Так V. L. Weston связывает июльское опадение завязей с максимальной Т°, сопровождавшей фазу цветения. Он дает метод прогноза урожая по анализу максимальных температур. В гелиооранжерее в 1935 году в двухстекольном отделении осыпались все бутоны и цветы при Т° в 32°. Подобные явления можно было наблюдать и в условиях открытого грунта. Мы рекомендуем в этот период максимальную Т° держать в пределах 20—22°, не выше.

Средний минимум желателен в 8—10°, чтобы исключить тормозящее действие низких температур на физиологические и биохимические процессы, сопровождающие процесс роста и цветения.

О том, что температура не должна падать ниже 0°, говорить не приходится, т. к. в противном случае пострадают цветы и урожая не будет. Вредного влияния температуры в 0—2° на цветение, завязывание плодов и в последующем на урожайность ни в литературе, ни в практике отмечено не было. Наши наблюдения показали, что в субтропической зоне осеннее цветение, часто сопровождавшееся температурами, близкими к 0°, проходит нормально и даст обильную завязь, которая повреждается только в случае заморозков. Это еще раз подтверждает желательность умеренных температур при цветении и завязывании лимонов.

5. Период роста плодов захватывает от 7 до 8 месяцев. Как показали наши наблюдения, средняя Т° в это время не должна опускаться ниже 10°. Оптимальные условия для роста и созревания приближаются к 20°, что мы и имеем в летний период в условиях открытого грунта. В зимнее время в оранжереях термический режим должен обеспечить нормальный ход развития других, более ответственных фаз, как например, цветение и завязывание плодов, предопределяющих получение нового урожая, так как рост плодов и их созревание удовлетворительно идут при более низких средних температурах (14—16°), что видно из приведенных материалов биометрических и метеорологических наблюдений.

Абсолютный минимум в зимний период не должен быть ниже 0—2° и абс. максимум выше 25°. При более высокой температуре нарушается процесс накопления пластических веществ, а при более низкой (ниже —2°) возможна гибель плодов от замерзания.

Рис. 14. Учетное дерево лимона в гелиооранжерее ВНИИВС'а зимой 1935—36 года

Влияние температурных условий на физиологические процессы

В оранжерейном хозяйстве решающим элементом среды является температурный фактор, т. к. света в стеклянных перекрытиях обычно бывает достаточно, а влага подается искуственным путем.

Рост и развитие растений определяется ходом физиологических процессов. Приведем некоторые данные Л. К. Еленева, изучавшего физиологическое состояние лимонов в гелиооранжерее и гардинских перекрытиях Сухумского горсадоводства. Последние из анализа мы исключаем, так как в них световой режим резко отличен от гелиооранжереи.

Из наблюдений в гелиооранжерее мы отобрали результаты исследований энергии фотосинтеза и дыхания, проведенные в интервал от 10 до 14 часов в одностекольном отделении, где подопытные растения были в нормальном состоянии, стадии роста и плодоношения. В этот отрезок времени дня интенсивность освещения колеблется незначительно даже при различной степени облачности (см. графики №№ 21 и 22 интенсивности освещения за ясный и облачный день), что позволяет фактор светового режима, как воздействующий, исключить. Состав света под стеклом в эти часы также изменяется мало, поскольку ультрафиолетовая часть солнечного спектра через стекло почти не проходит. Следовательно, остается один решающий фактор, это терморежим почвы и воздуха.

Таблица № 53

Энергия фотосинтеза и дыхания у лимона в зависимости от факторов внешней среды.

Т° воздуха	1°	10,8°	13,0°	18,0°	22,00	25,0°	28,0°	27,0°
Т° в камере	—1,2	10,3°	13,0°	20,0°	23,5°	25,0°	29,0°	32,0°
Облачность	10	6,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Т° почвы на глубине 20 см.	9,1	14,3	15,0	13,4	15,0	14,0	15,0	15,0
Фотосинтез*)	нет	6,30	4,53	7,30	10,17	нет	нет	нет
Дыхание**)	1,71	2,05	1,43	1,26	2,14	(около 3,00)	3,00	3,87
Соотношение синтеза к дыханию	—	3,05:1	3,15:1	6,08:1	4,75:1	нет	нет	нет

ПРИМЕЧАНИЕ: *) Цифры фотосинтеза показывают поглощение CO_2 в мгр на квадратный дециметр листовой поверхности в 1 час.,
**) Дыхание—выделение CO_2 на 1 кв. дециметр в час.

При Т° воздуха от 0° до 5° энергия фотосинтеза или отсутствует или крайне незначительна. Желательно было бы выявить энергию фотосинтеза при той же температуре воздуха (0—5°), но при более высокой температуре почвы. При 10° воздуха и 14° почвы синтез в три раза превышает дыхание (соотношение 3,15 :1) и достигает максимума при 17—19° (14 : 1). С дальнейшим повышением Т° воздуха энергия фотосинтеза падает, и дыхание возрастает, при 25° синтез обнаружен небыл. Но эти данные можно лишь отнести к температуре почвы в 14—15°. При более высокой Т° почвы несомненно изменится в сторону повышения и энергия фотосинтеза, но в зимнее время без применения мульчи в телиооранжерее, при отсутствии подогрева ожидать более высокую Т° почвы не приходится, почему приведенные данные с успехом могут быть использованы в условиях производства, пока исследования не дадут иных показателей.

Выводы Л. К. Еленева полностью совпадают с нашими данными, а именно:

а) При Т° в 5° и ниже энергия дыхания, т. е. распад веществ превышает синтез, и растение истощается, поскольку в ночной период синтеза нет совсем, а дыхание продолжается.

б) Для поддержания периода ростового покоя с нормальным физиологическим и биохимическим состоянием растений, средняя температура в перекрытии должна поддерживаться на уровне 7° —9° в среднем за сутки при соответствующем солнечном освещении.

в) Температура в оранжерее, где ведется культура лимонов с круглогодовой вегетацией, в дневной период синтетического процесса, не должна падать ниже 10°, что солнечный обогрев полностью обеспечивает.

г) В ночное время для уменьшения энергии дыхания и распада накопленных за день пластических веществ допустимы и желательны снижения Т°, но не ниже минимальной критической.

По всем данным средний минимум в 6—7° не будет вредным, т. к. такие показатели мы часто имеем в условиях открытого грунта при интенсивном росте и развитии лимонов. Кроме того, в этих пределах и ниже при физиологических исследованиях была обнаружена наименьшая энергия дыхания, что является наиболее важным показателем.

Приведенные выше цифры показывают, что с понижением Т° ниже 5° процесс дыхания почти не меняется.

д) Оптимальные условия для фотосинтеза находятся в температурном интервале между 15 и 21°. Предельный максимум для зимнего периода при Т° почвы в 14—17° не должен быть выше 24—25°, т. к. при этом мы уже имеем усиленное испарение и дыхание, а известно, что ассимиляция зависит от водного режима растений.

Влияние светового режима на состояние лимона

Влияние светового режима на рост и развитие лимонов в деталях не изучено. На сегодняшний день можно дать характеристику требований лимона к свету лишь в грубо ориентировочной форме.

Из литературных источников известно, что лимон является растением короткого дня. Это положение было подтверждено экспериментально в 1934 году ВНИИВС'ом и ВИР'ом. В результате опыта оказалось, что наибольший прирост дали растения, выращенные при 10-часовом дне. По последним данным сектора агрофизиологии ВНИИВС'а предельным фотопериодом может считаться восмичасовый рабочий день. При меньшем освещении можно ожидать отрицательных результатов в силу недостатка света, в результате чего снизится энергия роста и уменьшится плодоношение.

При недостатке света, что будет иметь место в зимний период, необходимо дать дополнительное искусственное освещение (электрическое) или же снизить термический режим для перевода растений в стадию ростового покоя.

Первичный внешний признак недостатка света выражается у лимона в появлении у листьев более густой темнозеленой окраски, что об'ясняется большим количеством хлорофилла. Этим способом растение пытается компенсировать недостаток света, чтобы уравновесить процесс дыхания и синтеза.

Подобное явление можно было наблюдать у лимонов, защищенных от мороза покрышками в зимний период. Это же явление было отмечено т. Зориным на Сочинской ЗОС при опытах по световому режиму и автором в лимонных перекрытиях гардинского типа, где света было недостаточно.

Второй внешний признак недостаточного освещения — это деформация листовых пластинок. У лимона при недостатке света в период вегетации листья для улавливания большего количества света развиваются очень крупных размеров. Часто они в 3—4 раза превышают листья, выросшие в летний период при длинном дне. Такую деформацию листьев можно было наблюдать у лимонов при кадочной культуре в комнатах и у лимонов, покрытых на зиму тремя слоями марли, которая была оставлена на летний период. В гардинских перекрытиях Сухумского горсадоводства первый весенний рост в 1936 г. проходил в период, когда щиты еще сняты не были, чем интенсивность освещения снижалась более чем на 60 проц. В результате листья первого роста побегов у всех деревьев были ненормально большого размера. По распоряжению администрации первый прирост был срезан. Искусственно вызванный второй прирост при снятых щитах и нормальном освещении дал уже нормальную листву. Подобные результаты были получены на Сочинской зональной опытной стан-

ции и в др. местах, где лимоны помещались в неблагоприятные условия светового режима.

Потребность в освещении меняется в зависимости от времени года и состояния растений. Лимоны, находящиеся в периоде ростового покоя, могут без особых вредных последствий вынести пониженное освещение, но при соответствующем температурном режиме. Из приведенных выше физиологических данных видно, что с понижением температуры энергия фотосинтеза и дыхания падает. При 7—8° распад веществ не превышает синтеза, но в количественном выражении ассимиляция и дыхание выражаются в долях миллиграмма, т. е., иначе говоря, физиологическая активность растений ничтожна.

С повышением температуры дыхание, а следовательно и распад питательных веществ, возрастает, что должно компенсироваться фотосинтетическим процессом, который может быть энергичным только при соответствующем освещении.

Наши наблюдения в гардинских перекрытиях показали, что при средней Т° в 8—9° средняя освещенность в 34—35 проц. от нормального уже недостаточна, и растения, несмотря на ростовой покой, постепенно истощаются, т. к. распад веществ превышает синтез.

При средней освещенности в 45—50 проц. от нормального, при той же средней Т° воздуха, сумма углеводов постепенно увеличивается, что показывает активный баланс питательных веществ. Приведем данные биохимических анализов, проведенных сектором биохимии ВНИИВС'а (тов. Богдановой и тов. Котляровой) в различных перекрытиях, где ведется культура лимона в условиях защищенного грунта.

Таблица № 54

Динамика углеводов в листьях лимонов в различных условиях освещения и температуры.

Место наблюдения	Освещен. в % в нормальн.		Сред. Т° за период
	n==0.0	n==9.0	
Гелиооранжерея одностекольная	76	89	14,5
Гелиооранжерея 2-стекольная	87	60	15,5
Перекрытие Цихис-Дзири	71	57	10,3
Перекрытие в Махинджаури	68	—	8,4
Оранжерея НКВД	50	40	9,3
Гардинские перекрытия в Сухуми	46	22	9,5

Место наблюдения [1])	Сумма углеводов в %% на абс. сух. вещество				Примечание: состояние опытных растений
	XII	I	II	III	
Гелиооранжерея одностекольная	10,7	11,2	15,3	15,6	Весь период была вегетация
Гелиооранжерея 2-стекольная	12,5	16,8	15,1	15,0	Тоже
Перекрытие Цихис-Дзири	12,7	13,3	15,5	—	Была слабая вегетация
Перекрытие в Махинджаури	18,0	19,2	22,0	—	В I и II был период покоя
Оранжерея НКВД	12,2	13,8	15,2	—	Тоже
Гардинские перекрытия в Сухуми	16,2	16,0	15,2	13,2	В I, II и III был период покоя

[1]) Предыдущее лето оранжерейные растения были в условиях открытого грунта

Освещенность в перекрытиях изучалась селеновыми фотометрами. Отсчеты по гальванометру приводились к одному показателю методом графической корреляции, после чего высчитывалось процентное отношение к нормальному освещению. Все отсчеты производились на одной высоте в период между 12—14 часами.

Динамика углеводов (крахмала и сахара) определялась в биохимической лаборатории ВНИИВС'а. Листья для анализа брались рано утром, не позднее 9 часов с южной и северной стороны дерева. Учетных деревьев в каждом перекрытии было несколько, т. к. выбирались характерные места по рельефу и освещенности перекрытия.

В двухстекольной и одностекольной гелиооранжерее всю зиму шел вегетативный рост деревьев и развитие плодов. Света видимо было вполне достаточно, так как, несмотря на интенсивное накопление органической массы, биохимические анализы истощения организма не показали. Напротив, в одностекольной гелиооранжерее мы имели некоторое увеличение углеводов, но и освещенность ее была большей.

При двухстекольной защите в облачные дни мы имели на 25—30 проц. снижение светового режима.

В Цихис-Дзири освещенность была меньшая (средняя 64 проц.), и все же, несмотря на медленный вегетативный рост, шло накопление углеводов. В остальных трех перекрытиях вегетации в I и II не было из-за недостатка тепла. В махинджаурской оранжерее, при средней освещенности в 60 проц., шло энергичное накопление углеводов, в оранжерее НКВД, при средней освещенности в 45 проц., — более ослабленное и в гардинских перекрытиях при 33 проц. было снижение углеводов, т. е. постепенное ослабление растений

Приведенные данные позволяют сделать лишь грубые выводы. Они должны быть проверены и уточнены, но пока они могут быть использованы, как первые данные, характеризующие потребность лимонов в световом режиме:

а) В период вегетативного роста растений и развития плодов средняя освещенность в перекрытии может составлять 75—80 проц. к нормальному.

б) В период ославленного роста растений или при наличии дозревающих плодов, интенсивность освещения может быть снижена до 60—65 процентов от нормального, но соответственно должна быть снижена и температура (до 10—12°).

в) В случаях, когда растения находятся в ростовом покое, что связано со средней температурой в 8—9°, освещение может быть снижено до 40—45 процентов.

Дальнейшее снижение освещенности повлечет ослабление организма растения, что может сказаться на последующем приросте и урожайности, что и было отмечено в перекрытиях гардинского типа. Не раз также наблюдалось частичное осыпание листьев, завязей, бутонов и цветов на лимонах, укрывавшихся на зимний период покрышками, которые пропускали недостаточное количество света: темные светонепроницаемые покрышки влекли полную потерю не только урожая, но и листвы.

Осыпание листвы и завязей бывает и при максимуме света, но в этом случае решающее значение имеет температурный режим. При избыточно высокой температуре процесс ассимиляции падает несмотря на обилие

света. Постепенно запасы питательных веществ уменьшаются за счет повышенного дыхания, и при полном истощении листва осыпается. Это явление наблюдалось в 2-стекольной гелиооранжерее и в индивидуальных защитах из прозрачной пленки.

В заключение приведем случаи отрицательного влияния прямого солнечного освещения на состояние лимонов. Так, например, практики-цитрусоводы совершенно правильно не рекомендуют поливки растений в дневное время. Капли воды на листьях, собирая солнечные лучи, обжигают ткань, и повреждения этого вида появляются в виде пятнышек.

Прямое освещение растений недопустимо при высокой влажности воздуха, о чем мы скажем ниже, и опасно для лимонов при резких изменениях прочих факторов внешней среды. Например, если вынести растения, воспитанные в комнатной обстановке, на солнце, без постепенной закалки, листья и побеги будут обожжены. Повреждения быстро появятся в виде желтых и коричневых пятен и полос на солнечной стороне растений.

Подобное повреждение может быть при одновременном снятии рам (или щитов) с перекрытия, где поддерживалась высокая влажность воздуха и был недостаток света. В таких случаях необходима соответствующая подготовка растений или, как это принято называть в практике, «закалка».

Нежелательно прямое солнечное освещение при «холодном» содержании лимонов. В холодных оранжереях и перекрытиях температура почвы обычно бывает ниже 10—12°, а эти показатели по данным иностранной литературы и нашим наблюдениям являются предельными для активности корневой системы.

Прямой солнечный свет при сгущенной посадке (или густом стоянии деревьев) почву не нагревает. Лучистая энергия превращается в тепловую, попадая на листья, которые нагреваются и усиленно испаряют влагу, в то время как корни подать ее в необходимом количестве не в состоянии из-за низкой Т° почвы. В результате в растении нарушается баланс влаги, и возможно осыпание листвы.

Влияние влажности воздуха на состояние лимона

Специального изучения влияния влажности воздуха на рост и развитие лимонов мы не проводили, но отдельные моменты реакции растений были зафиксированы.

Вообще повышенная влажность воздуха в цитрусовой гелиооранжерее нежелательна: она стимулирует развитие различных болезней и грибов. В периоды облачной погоды, при отсутствии прямого солнечного освещения, при высокой влажности воздуха были случаи появления мицелия грибов, но при регулярной ежедневной вентиляции этих явлений больше не замечалось.

С повышением влажности воздуха снижается транспирация у растения, а известно, что от интенсивности последней зависит осмотическое давление и подача влаги корнями. Снижение в подаче минеральных растворов означает ослабление прироста органической массы.

Влажность воздуха, близкая к 95—100 процентам, недопустима еще и по другим соображениям. Конструкция гелиооранжерей обеспечивает максимальное вхождение солнечных лучей внутрь перекрытия. При высокой влажности оздуха транспирация почти отсутствует, и при наличии пря-

мого солнечного освещения листья перегреваются и могут погибнуть. Большинство практиков и работников защищенного грунта вместо того, чтобы улучшить вентиляцию и снизить влажность воздуха идет по другому пути: забеливают стекла или защищают оранжерею шторами и матами, неучитывая того, что при снижении относительной влажности листья начинают транспирировать и охлаждаться.

В гелиооранжерее бороться с солнечным освещением нельзя, поскольку от количества входящей радиации зависит термический режим перекрытия.

Бояться прямого освещения при влажности ниже 80 процентов не приходится, так как с повышением T° относительная влажность воздуха быстро падает, а увеличению абсолютной влажности можно противопоставить вентиляцию. В оранжерее совхоза НКВД было остеклено только 50 проц. площади крыши, и все же стекла были замазаны известью, что снизило освещенность до 50 проц. от нормального. При осмотре оранжереи оказалось, что верхняя система вентиляции отсутствует. В результате было массовое опадение листьев и истощение растений.

При современном знании физиологии растений пора научиться правильно разбираться в явлениях среды. Надо создавать оптимальные условия всего комплекса среды, а не бороться с одним фактором за счет ухудшения другого.

В заключение отметим неблагоприятное влияние избыточно увлажненного воздуха на анатомо-морфологическое состояние растений. При длительном воздействии влажного воздуха, растения изнеживаются. Особенно резко изменяются молодые растущие листья. Через 2—3 месяца они принимают тепличный облик с изреженной тканью и крупными клетками, с типичным цветом и формой.

Весной при снятии рам такие изнеженные растения без предварительной закалки могут сильно пострадать от сильных ожогов. Физиологические процессы при резком изменении условий среды нарушатся, и растение начинает перестраивать свои функции; т. е. «болеть», как это принято называть в общежитии. Нечего говорить о том, что такое функциональное расстройство в организме растения отражается отрицательно как на росте, так и на плодоношении лимонов.

При средней влажности воздуха в 75—80 проц., что в гелиооранжерее легко обеспечить путем вентиляции, лимоны будут в нормальном состоянии и никакой закалки перед снятием рам в весенний период не потребуют, что мы и имели в опытном перекрытии весной 1936 года.

По отдельным фазам развития колебания во влажности воздуха допустимы, так, например, в период вегетативного роста растений и цветения желательно относительную влажность снизить до 75 проц., так как вновь образующиеся листья и побеги должны быть нормальны, как в анатомическом, так и морфологическом отношении.

Нами было отмечено вредное влияние высокой влажности воздуха на цветы лимона, которые при 90—95 проц. сильно изменились в своих отдельных частях. Тычиночные нити утолстились, пыльники, пестик и рыльце стали мясистыми, пыльца перестала вызревать, и большой процент цветов осыпался и не дал завязей.

Подобные явления неблагоприятного воздействия высокой влажности воздуха на цветение и урожайность не раз отмечались практиками-цитру-

соводами. Обилие осадков и туманы в период цветения всегда считались неблагоприятными признаками при прогнозе урожая цитрусовых.

В период роста, бутонизации и цветения оптимальной относительной влажностью можно считать 70—75 проц. (в дневной период).

В периоды, когда растения не вегетируют или у них идет только развитие плодов, влажность воздуха не следует допускать выше 80—85 процентов. Дальнейшее повышение, как мы отмечали выше, из-за снижения транспирации вызовет расстройство в обмене веществ и ухудшит условия для накопления пластических веществ.

Относительная влажность в 35—40 проц. по нашим наблюдениям уже вредна для растений, так как нарушается водный режим. Листья теряют тургор из-за водного дефицита, пополняющегося в ночной период с уменьшением испарения.

На этом краткую агрометеорологическую характеристику на основе имеющихся данных мы закончим в надежде, что в ближайшем будущем она будет пополнена новыми материалами исследований.

Эти выводы, несмотря на грубость их, все же могут быть использованы в практике цитрусоводства как в оранжереях, так и при комнатной культуре, поскольку иных сведений о требованиях лимона к факторам внешней среды мы не имеем.

В заключение вкратце остановимся на итогах испытания других субтропических растений-фитоиндикаторов, которые были в гелиооранжерее в период 1935 и 1936 года.

Хинное дерево. Эта культура имеет большие перспективы, но при Во-первых, нужно получить семена отечественного производства, и, во-вторых, найти наиболее простые и дешевые методы вегетативного размножения с тем, чтобы черенки были готовы для высадки в открытый грунт весной после весенних заморозков.

Нами в двухстекольной гелиооранжерее были высажены саженцы хинного дерева 18-II 1935 г., которые к 1 мая имели прекрасный прирост, сопровождающийся образованием боковых ветвей.

Рост опытных растений не прекращался и в дальнейшем. Последующие фенонблюдения покажут, как эта культура будет себя вести в условиях защищенного грунта, а пока вегетация опытных растений в течение всего времени (с 20-II 1935 года по 15-VII 1936 года) не прекращалась Некоторая приостановка в росте была отмечена в феврале 1936 года при наступлении низких температур. В марте рост деревьев продолжался.

Саженцы какао, полученные из Батумского ботанического сада были высажены в грунт в двухстекольной гелиооранжерее 18-II 1935 г. К 8—10-III они дали образование новой розетки листьев, формирование которой закончилось к середине апреля. Второй и третий рост проходил уже после снятия рам, но растения из-за обилия солнечного света страдали, что отразилось на их общем состоянии. В 1936 году их состояние не улучшилось, и без искусственного затенения они вероятно расти не будут.

Зимние прививки — мандарина, наиболее требовательные из всех цитрусовых к метеорологическим факторам. Высаженные 14-III в грунт двухстекольной гелиооранжереи начали пробуждаться к жизни 27-III, а к 15-IV 94 процента прививок тронулось в рост. Использование солнечных

Рис. 15. Прирост хинного дерева в гелиооранжерее ВНИИВ'а за зиму 1934—1935 года

оранжерей и парников несомненно снизит себестоимость посадочного материала и обеспечит больший масштаб работы на будущее. Гелиопарник нами также был апробирован и дал прекрасные результаты по зимним при-

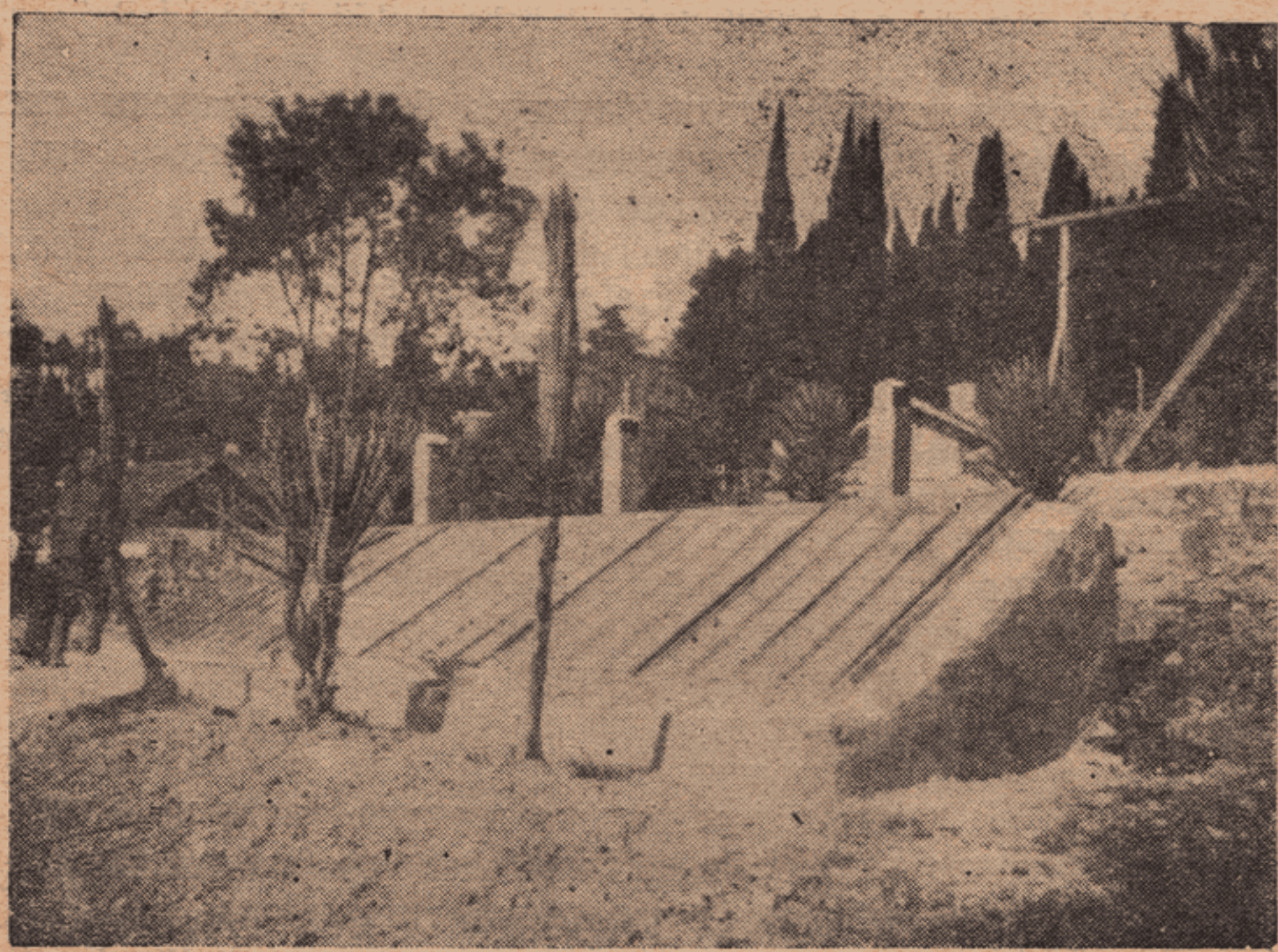


Рис. 16. Парник с солнечным обогревом, построенный зимой 1934—35 г. в ботаническом саду ВНИИВС'а для зимних прививок цитрусовых

Рис. 17. Томаты в одностекольной гелиооранжерее к III—1936 года

вивкам лимона, апельсина и мандарина. Опытные прививки весной 1935 и 1936 года дали 90—95 проц. приживаемости. Устройство парника с солнечным обогревом видно на фотографии.

Песевы семян лимона и апельсина дали также не плохие результаты. При посеве семян 24-II — 60 проц. всходов было отмечено 27-III. Скорость прорастания семян в обогреваемой оранжерее несколько большая, но там они проращиваются при Т° 30—35° С.

1. Посев семян (апельсинов) . . : 24/II
2. Начало всходов 19/II
3. 60 процентов всходов 27/III
4. Конец всходов 4/IV
5. Появление второй пары листьев . 15/IV

Надо надеяться, что селекционеры учтут необходимость проращивания гибридных семян будущих морозостойких форм цитрусовых в более суровой остановке, как рекомендовал И. В. Мичурин, а не при 30—35° С, как это принято в существующей практике. Насколько отрицательно влияет высокая температура почвы и воздуха при прорастании семян гибридов на изменчивость признаков морозостойких лимонев, покажет ближайшее будущее. Мы считаем необходимым для проращивания семян гибридов испытать оранжерею с солнечным обогревом, где условия среды приближаются к естественной, более суровой обстановке.

Томаты в качестве фитоиндикаторов были высажены осенью, как в двух, так и в одностекольной оранжерее. На рис. 17 виден куст томата из одностекольного отделения, который к марту 1936 г. достиг роста среднего человека, что достаточно ярко характеризует фитоклимат гелиооранжереи. Плодоношение растений началось в январе и длилось до середины апреля 1936 года, когда со снятием рам на летний период кусты были уничтожены.

V.

Агротехника и экономика цитрусовых (лимона) в условиях защищенного грунта

Агротехника в условиях оранжерейного хозяйства в отношении тепличных культур целым рядом авторов специальных работ вообще проработана довольно хорошо. Мы остановим внимание читателя на специфике агротехприемов в оранжереях с солнечным обогревом в отношении лимона, поскольку эта культура имеет наибольшие перспективы в своем развитии как в зоне влажных, так и сухих субтропиков, не говоря уже о других более холодных районах СССР.

Техника подготовки посадочного материала предопределяется основной задачей культуры лимонов под стеклом, а именно:

При больших капиталовложениях на постройку перекрытия, учитывая возможность создания необходимых условий среды, наиболее целесообразна и экономически выгодна будет культура лимона с вегетацией и плодоношением в течение всего года. Культура лимона под стеклом должна обеспечить получение плодов вне зависимости от времени года, климатических условий и погодных эксцессов. Иначе теряется смысл организации дорогостоящего оранжерейного хозяйства.

Мнение, что лимон в течение года нуждается в периоде покоя, не основательно. Целым рядом наблюдений установлено, что лимон периода физиологического покоя не имеет. Фотосинтез и дыхание протекают в зависимости от факторов внешней среды, и достаточно в осенний или зимний период повысить температуру водуха и почвы до 10—12°, как растения выходят из стадии ростового покоя и начинают вегетировать. Период ростового покоя может быть вызван у лимона не только снижением термического режима. Не меньшее влияние может оказать снижение влажности почвы. Так, например, в Италии в летний засушливый период лимоны искусственно переводят в стадию ростового покоя.

В ряде стран и районов ИндоКитая, Испании, США и др. лимоны при соответствующих условиях цветут и плодоносят в течение всего года. Уже только один факт развития завязей и плодов в течение всего года говорит о том, что при наличии света, тепла и влаги лимон периода ростового покоя не имеет, и, помещая растения в неблагоприятную микроклиматическую обстановку, мы задерживаем рост и созревание плодов, не говоря о том, что соответственно снижается продуктивность дерева за год.

Исследования академика Келлера показали, что отдельные ветви одного дерева могут находиться в различном состоянии физиологической ак-

Рис. 18. Ветка ремонтантного сорта лимона растущего, и плодоносящего в гелиооранжерее ВНИИВС'а круглый год

тивности, что полностью подтвердилось при культуре лимона в гелиооранжерее, где лимоны сортов ремонтантной группы цвели и плодоносили в течение всего года, а вегетативный рост отдельных ветвей был в течение 2 лет наблюдений. В целом наши наблюдения показали, что период ростового покоя распределялся между отдельными периодами роста, при чем различные ветви вегетировали в различное время года.

С народно-хозяйственной точки зрения, конечно, выгодно иметь плоды весь год. При массовом цветении в один срок (весной), что свойственно сортам неремонтантной группы, большая часть цветов и завязей осыпается, плоды получаются более мелкие, и дерево бесполезно теряет очень много пластических веществ. При постепенном цветении потери пластид уменьшаются и качество плодов резко улучшается, так как в данный момент на дереве находится лишь часть годового урожая, что выравнивает напряженность в питании.

Таблица № 55

Фазы развития лимона в гелиооранжерее за 1935—36 г. (сорт ремонтантный)

	1-й рост	2-й рост	3-й рост	4-й рост
1 Начало роста	26/II—35 г.	1/V—35	25/IX—35 г.	18/XI—35 г.
2. Конец „	2/IV—35 г.	21/VI—35	20/X—35 г.	7/III—36 г.
3 Начало цветения	3/IV—35 г.	10/X—35 г.	18/I—36 г.	20/II—36 г.
4. Конец цветения	15/IV—35 г.	18/I—36 г.	7/II—36 г.	9/III—36 г.
5. Созревание плодов	25/XI—35 г.	1/VII—36 г.	—	—

Всего с 26-II—35 года по 1-VII—36 года было отмечено 6 периодов роста массового характера. Отдельные ветви вегетировали и цвели посменно в течение всего опытного периода. Плоды получены исключительно хорошего качества 6—7 см. в диаметре и весом до 300 граммов.

Описанное выше дерево молодое, плодоносит 2-й год. Всего на нем было 217 бутонов, из них за период с XI-35 г. по 1-XII 36 года опало в виде цветов и бутонов (пустоцвет) 116=53 процента.

Опало в виде завязей . . . . . 39=17 проц.

Осталось к моменту созревания плодов 62=30 проц.

Как видим, за период «цветение — созревание» дерево потеряло 70 процентов бутонов и завязей, в то время как в условиях открытого грунта считается нормальным опадением в 95—97 процентов.

Вывод из приведенных данных ясен — для культуры лимонов под стеклом необходимо брать лучшие сорта ремонтантной группы, вне всякой зависимости от их зимостойкости, так как в условиях защищенного грунта бояться опасных понижений температуры не приходится.

Чтобы обеспечить беспрерывную вегетацию и плодоношение лимонов в оранжерейном хозяйстве, мы должны отказаться от подвоя Poncirus trifoliata. Защитники подвоя P. trifoliata указывают на его три основные преимущества:

1. Усиление зимостойкости привоя.
2. Карликовость.
3. Стимуляция зимнего покоя привоя.

Зимостойкость в оранжерейном хозяйстве никакого значения не имеет.

Карликовость лимонов, привитых на P. trifoliata, является условий, так как в условиях открытого грунта можно видеть тысячи рослых экземпляров, достигающих 3—4 и более метров высоты, в то время как всем известно, что лимон вне всякой зависимости от подвоя может быть сформирован любого размера и любой формы путем агротехнических приемов (кольцевание, обрезка, формовка, питание и др.).

Стимуляция зимнего периода покоя в оранжереях также не нужна. Она требуется лишь при неблагоприятных условиях зимнего содержания, но и в этих случаях лучше иметь растения на своих корнях.

Подвой Poncirus trifoliata в отличие от лимона, имеет свои биологические особенности. В условиях зоны влажных и сухих субтропиков СССР он на зимний период сбрасывает листву и имеет резко выраженный период ростового покоя. Корневая система его имеет свою избирательную способность. В естественных условиях растение стремится образовать центральный стержневой корень, что повидимому также является его природной особенностью.

Нет сомнений в том, что место срастания подвоя и привоя, при их различных анатомо-морфологических признаках и способности роста и развития, также влияет на ход жизненных процессов. Различные биологические свойства подвоя и привоя при соответствующих условиях среды могут вызвать нарушение физиологических процессов. Так например, чем можно об'яснить на первый взгляд беспричинное сбрасывание листьев лимона при комнатной и оранжерейной его культуре? В теплые солнечные дни зимнего периода недостаточно увлажненный воздух влечет повышенную транспирацию, и расход воды должен компенсироваться всасыванием ее

корнями, что зависит от Т° почвы, влажности ее и биологических свойств корневой системы.

Можно думать, что влияние других факторов внешней среды будет также не одинаково на подвой и привой, что в конце-концов повлечет функциональное расстройство. Последнее в условиях открытого грунта мы не замечаем в силу условий среды, так как в зимний период при Т° ниже 10° и подвой и привой погружаются в период ростового покоя.

Весь имеющийся опыт культуры лимонов в защищенном грунту базируется на корнесобственных лимонах. За границей редко можно встретить культуру лимона на P. trifoliata даже в открытом грунту. Кадочная культура в Павловске, Азербайджане, Аджарии и др. районах Союза ведется или на своих корнях или путем прививки на сеянцах лимона.

Для оранжерейного хозяйства, впредь до изучения данного вопроса, мы рекомендуем только корнесобственные лимоны, так как:

а) Надземная часть дерева и корневая система у корнесобственного лимона не имеют биологических разностей.

б) в условиях защищенного грунта мы должны добиться плодоношения в течениие всего года, что могут обеспечить только свои корни.

в) Если культура лимона в защищенном грунту на своих корнях апробирована в разных точках Союза, то лимоны, привитые на P. trifoliata нуждаются в экспериментальной проверке и изучении.

г) Корнесобственные лимоны можно выращивать любых размеров в любых условиях среды, так как в холодных помещениях они будут иметь период ростового покоя, а в теплых —беспрерывный рост и развитие.

д) Стоимость посадочного материала может быть доведена до минимальных размеров.

Условия выращивания посадочного материала

Способы получения первокачественного корнесобственного посадочного материала в настоящее время достаточно апробированы и проверены в практике. Мы рекомендуем три способа. Первый—путем черенкования. Черенкование лимона можно вести весь год. Для размножения берутся черенки последнего роста, после того как они, достаточно вызрели. При необходимости можно использовать черенки и не закончившие роста, но в этом случае верхушки побегов необходимо выращивать в особых условиях, еще не достаточно установленных. Наш опыт показал, что наилучшие результаты получаются при следующих условиях:

Срез делается острым чистым ножом через узел под почкой и основанием черешка листа.

Черенок берется 10—15 см. длины, верхние 2—3 листа оставляются, а остальные срезаются ближе к основанию черешков. Если на черенке не оставить листьев, накопление пластид, а следовательно и развитие корневой системы, нарушается. Черенки без листьев дают слабые корни и в последующем отстают в росте.

Нарезанные черенки проращиваются в чистом речном мелком песке в теплом парнике или теплице в холодное время года, при средней Т° почвы в 23—25°. Летом укоренение черенков можно вести в обычных холодных парниках и теплицах без подогрева.

В период укоренения стекла густо забеливаются известью, так как иначе растения могут погибнуть от ожога или высыхания. Черенок должен находиться во влажном воздухе, близком к полному насыщению, (90—95 проц.). При высокой влажности листья почти прекращают транспирацию, что гарантирует равновесие в водном режиме черенка и нормальное укоренение. С прекращением транспирации лист не может охладиться, и если в этот период через стекло пройдут солнечные лучи, листовые пластинки перегреются и погибнут от высокой температуры. Уменьшать влажность воздуха нельзя, поскольку испарение через листья превысит подачу воды через срез, поступление которой незначительно из-за закупорки сосудов пузырьками воздуха. В результате черенки сбросят листья и из-за отсутствия фотосинтетического процесса развитие корней и новых побегов будет резко ослаблено.

В ясные дни для уменьшения испарения черенки 2—3 раза обрызгиваются водой. Влажность в песке при искусственном подогреве все время поддерживается на одном уровне, что достигается регулярными поливами. *). Переувлажнения песка допускать нельзя. Излишняя влага вся дренируется через слой крупного песка или гальки, насыпанных ниже слоя мелкого песка.

При отсутствии прямого солнечного освещения, при оптимальной температуре воздуха и почвы (23—25°) и нормальных условиях влажности черенки укореняются на 20—30 день и дают первый рост.

Так как укоренение идет в чистом промытом песке черенки после образования корней, в начале прорастания почек, высаживаются в горшки или грунт с соответствующей почвой (одна треть песка, одна треть лиственной земли и одна треть старого перегноя-навоза). Перед высадкой растения постепенно приучаются к прямому свету путем смыва со стекла извести и установления нормальной влажности воздуха постепенным приоткрыванием рам для вентиляции, но закалку растений можно начинать только после того, как прошло укоренение, что понятно из вышеприведенных соображений.

Второй способ—это прививка на сеянцах лимона. Единственный недостаток этого метода размножения — долгий срок и стоимость. Если укорененный весной черенок на хорошей почве к осени достигает 70—80 см. и на 2-й год вполне пригоден для высадки на постоянное место, то прививка дает саженцы лишь на 3-й год**). Стоимость саженца, выращенного из черенка, не превышает 50—60 коп., в то время как стоимость привитых доходит до 2 р. 40 коп.

Вопросы посадки и уход за растениями

Формовка высаженных в оранжерею растений будет зависеть от принятого способа культуры.

В оранжерее с солнечным обогревом мы рекомендуем только шахматную посадку, по следующим соображениям. При закладке шпалеры, что рекомендуют некоторые специалисты-цитрусоводы, первый ряд будет зате-

*) Лучше если полив будет заменен обрызгиванием листьев.

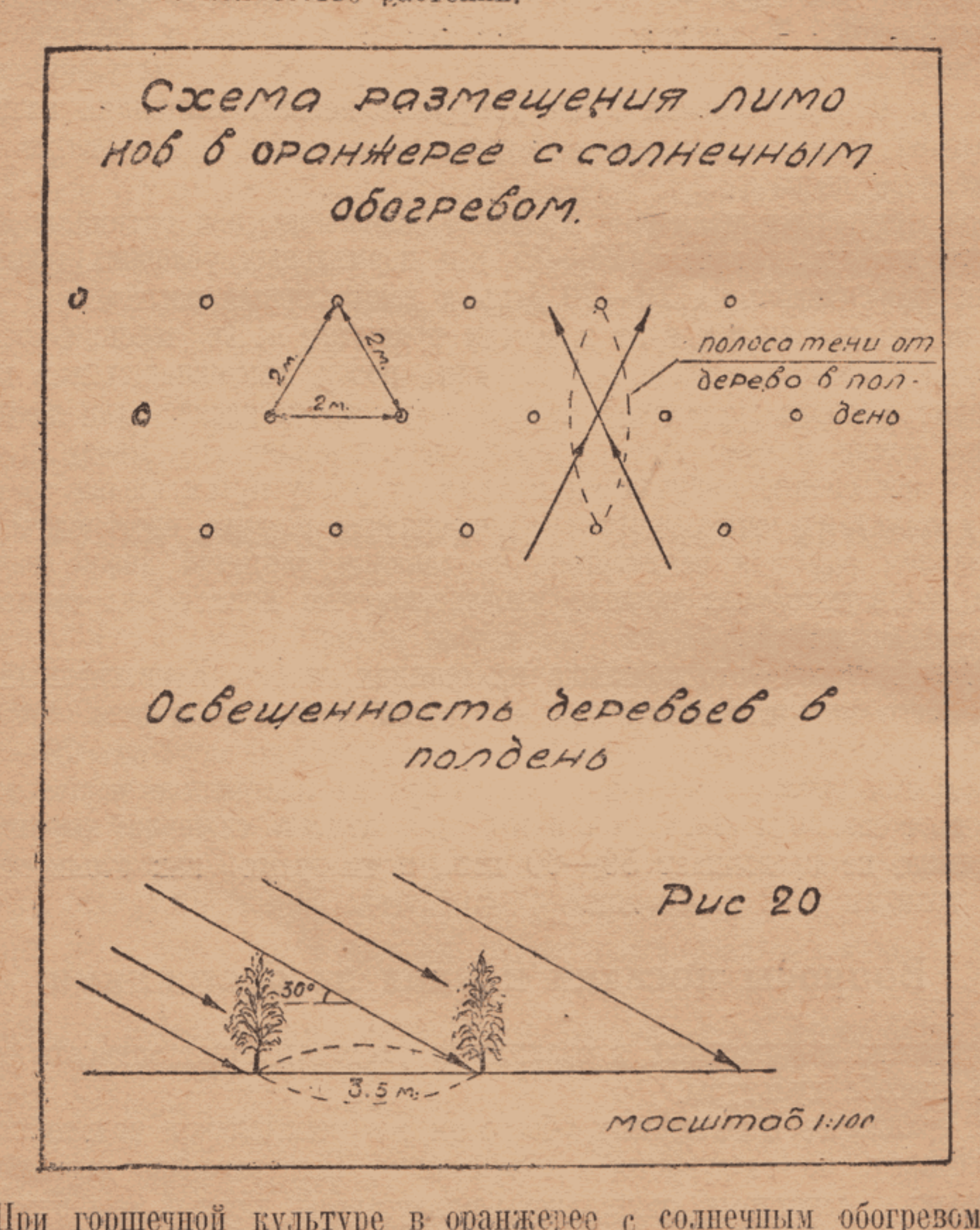
**) Первый год выращивание сеянцев, второй—прививки и третий — выращивание однолетки.

нять последующий при любой экспозиции. Почва будет нагреваться недостаточно, что снизит аккумуляцию солнечного тепла со всеми вытекающими последствиями. Шпалера в гелиооранжерее допустима лишь в последних рядах растений и вдоль стен.

При шахматной посадке растения получат всестороннее освещение, и почва будет прогреваться более равномерно утром, днем и вечером.

Расстояние в рядах и междурядиях должно быть одинаковым. В полуденные часы, при высоком стоянии солнца, мы будем иметь поперечные ряды с широким расстоянием между деревьями (через ряд), почему последующее дерево будет освещаться прямыми лучами.

По тем же соображениям нецелесообразна и прямоугольная посадка при широких междурядиях и небольшом расстоянии в рядах, так как будет иметь место затенение. При квадратной посадке на площади разместится меньшее количество растений.



При горшечной культуре в оранжерее с солнечным обогревом необходимо учесть следующие моменты:

Во-первых, растения размещаются в грунту без устройства стеллажей, так как в гелиооранжерее температура воздуха по вертикали распре-

деляется равномерно. Света при солнечном обогреве в оранжерее более чем достаточно, что показали фотометрические наблюдения. Таким образом установка стеллажей в этих целях является необоснованной.

Разместить большее количество растений на единицу площади при стеллажах и скамейках не удается, что показывает простой расчет. Напротив, при размещении сосудов с лимонами на почве ширину проходов можно уменьшить на 25—30 проц. минимум.

Стеллажи (или полки) затеняют грунт перекрытия и нарушают принцип солнечного обогрева, так как аккумулировать нужный запас тепла будет негде. В итоге будет перегрев воздуха, а ночью его переохлаждение.

Лучшая посуда для растений—горшки из обожженной глины. Они хорошо прогреваются при наличии прямого и рассеянного света и, следовательно, могут аккумулировать запас тепла на ночное время. Почва в них хорошо аэрируется, а излишек влаги дренируется через нижнее отверстие.

Деревянные кадки быстро сгнивают. Дерево, будучи малотеплопроводным материалом, не обеспечивает нагрева почвы, что в зимнее время имеет решающее значение для физиологических процессов, определяющих рост и развитие растений.

Формовка лимонов в защищенном грунту должна вестись в течение всего года, поскольку растения будут вегетировать в различные периоды. Наиболее желательная форма кроны—куст. Высокоштамбовые деревья в оранжерее экономически не выгодны. За ними труден уход, а самое главное, нерационально используется кубатура перекрытия, что отражается на стоимости постройки. Предельная высота деревьев 2—2,5 метра; эти размеры обеспечат нормальный уход за растениями, особенно борьбу с вредителями и болезнями, которые при благоприятных условиях среды усиленно размножаются и требуют постоянных мер защиты.

Сгущение кроны нежелательно как из-за ухудшения светового режима, так и развития болезней и вредителей. Смыкания крон допускать нельзя по тем же соображениям и, кроме этого, в оранжерее надо обеспечить индивидуальный уход за деревьями.

Из агротехнических приемов мы еще раз оттеним мульчирование. Это мероприятие повысит температуру почвы, снизит испарение влаги и уменьшит относительную влажность воздуха в перекрытии.

Приемы удобрения, кольцевания, обрезки кроны и корней известны, почему на них мы так же останавливаться не будем, отметив, что по нашим наблюдениям плодоношение лимонов зависит от порядка ветвления. Нормальный урожай, как правило, распределяется на ветвях 5-го и 6-го порядка. Эту биологическую особенность лимона следует учесть при формировке, особенно если есть необходимость ускорить вступление в плодоношение.

Орошение в гелиооранжерее мало чем отличается от обычных приемов, принятых в условиях защищенного грунта. Благодаря обилию солнечного света, почва интенсивно испаряет, и запасы влаги быстро уменьшаются. Для уменьшения влажности воздуха и потерь влаги, которая часто из-за отсутствия осадков или воды в системе орошения

бывает дефицитна, желательно после полива проводить рыхление. Сам полив лучше всего осуществлять методом инфильтрации.

Особое внимание следует обратить на защиту растений от вредителей. Последние, благодаря оптимальным условиям среды, интенсивно размножаются весь зимний период. Борьба с вредителями в оранжереях должна вестись в течение всего года, так как вред, наносимый некоторыми видами, исключительно велик. Касаясь отдельных видов вредных насекомых, необходимо отметить повсеместное распространение красного клеща (Paratetranychus pilosus). Он был обнаружен специалистом ВНИИВС'а В. Э. Окороковой во всех типах оранжерей.

Из щитовок и червецов были обнаружены: пушистый червец Pulvinaria aurantii, мучнистый червец Pseudococcus maritimus, восковый червец Ceroplastes sinensis, мягкий червец Coccus hesperidum, оранжевая щитовка Chrysomphalus distyospermi и некоторые другие.

Способов борьбы с ними мы не приводим, поскольку они известны из специальной литературы по защите от вредителей и болезней.

Экономическая характеристика гелиооранжерей

Экономическая характеристика оранжерей с искусственным обогревом более или менее выявлена. Под Москвой теплицы различного типа были апробированы, испытаны, и соответствующие результаты были опубликованы в специальной литературе. Гелиооранжереи блочного типа испытывались в климатических условиях Средней Азии и зоне влажных субтропиков (г. Сухуми). Их экономика еще никем не разработана, в то время как этот вопрос является наиболее актуальным, так как дальнейшие перспективы гелиотепличного строительства будут зависеть от себестоимости продукции и производительности растений.

Себестоимость может быть выявлена после определения следующих основных моментов:

1. Капиталовложений за год.
2. Оперативных расходов за год.

Отказавшись от других типов теплиц, мы за основу принимаем блочную оранжерею и по отношению к ней попытаемся произвести соответствующие расчеты.

Сравнивая между собой различные способы отепления, можно видеть явные преимущества солнечного обогрева. Таблица № 56

Виды отопления	Стоимость постройки одного га оранжереи по лимитным ценам	Общ. стоим. системы отопления 5)	Общий ежегодный расход на амортизацию (10%)	Расходы по эксплоатации перекрытия в год
Биологический обогрев	180.000	—	18.000	108.000
Пароводяное отопление	180.000	170.000	25.000	88.100
Использование отходов тепла	180.000	300.000	48.000	93.900
Электрическое	180.000	100.000	28.000	214.000
Боровое	180.000	220.000	40.000	187.000
Воздушный обогрев	180.000	175.000	25.000	31.800
Солнечный обогрев для южных и солнечных районов СССР	227.000	—	22.700	22.700

Стоимость разборной блочной одностекольной каркасной теплицы взята по данным Брызгалова за 1932 год (3) в 180.000 рублей на 1 гектар. Расходы на остекление в два слоя от общей суммы составляют примерно 15 проц., следовательно, стоимость блочной гелиооранжереи с двухстекольной защитой будет 207.000. Учитывая некоторую переделку рам особую тщательность стекления и более крупный размер стекол, мы для гелиотеплицы условно принимаем еще 10 процентов накладных расходов, т. е. общая ее стоимость возрастет до 227.000 руб.

Теплица с биологическим отеплением может быть использована только в период с 1-III — по 1-XII, почему этот метод отепления следует исключить.

Амортизация систем отопления принята в 10 лет, так как система металлических труб, заложенных во влажном горизонте почвы теплицы, находится в исключительно неблагоприятной среде.

Расходы по эксплоатации будут меняться в зависимости от климата местности. В зоне влажных субтропиков расходы на топливо и отопление снизятся по крайней мере на 50 процентов.

Конструкцию гелиооранжерей можно применить не только в теплых, солнечных и южных районах. Мы ставим вопрос шире: необходимо развернуть борьбу за экономию топлива и удешевление себестоимости тепличной продукции по всем районам СССР.

Известно, что основная масса тепловой энергии в теплицах теряется через застекленную поверхность. Теплопотери через грунт помещения ничтожны; напротив, есть основания предполагать их полное отсутствие, особенно в теплицах крупного масштаба.

Применяя двухстекольную защиту в отапливаемых теплицах, можно уменьшить затраты топлива минимум на 50 проц., а если учесть аккумулирование лучистой энергии солнца в дневной период, экономия топлива повысится до 65—75 и более процентов, в зависимости от местных климатических условий и широты.

Следовательно, уменьшая теплопотери в оранжерее за счет использования двухстекольной защиты, можно сэкономить на отоплении минимум 50 проц. и более, если учесть использование солнечной энергии.

В союзном разрезе экономические обоснования оранжерей с солнечным обогревом сводятся к следующим показателям:

а) Отсутствие системы обогрева экономит на каждом гектаре застекленной поверхности от 100 до 300 тысяч рублей.

б) Ненужность обогрева уменьшает затраты на отопление (топливо и рабсила), что выражается в сумме от 6 до 200 тысяч руб. на га, в зависимости от климата и способа обогрева.

в) Стоимость одностекольной гелиооранжереи равна стоимости обычного остекленного перекрытия. Весь вопрос в правильности расчетов и проектирования, а также в доброкачественности работ по постройке.

г) Двухстекольное перекрытие стоит на 15—20 проц. дороже обычного, но эти затраты компенсируются уменьшением теплопотерь, лучшим терморежимом, отсутствием вредной капели, ненужностью мат и экономией топлива при обогреве, если таковой будет применяться.

В условиях защищенного грунта без обогрева, при содержании лимонов зимой в стадии ростового покоя, одно дерево лимона даст, по

данным совхозов, 400 плодов, следовательно, при 600 деревьев на 1 га мы будем иметь урожай в 240.000 плодов. В условиях беспрерывной вегетации плодоношение будет итти в течение всего года, и за счет равномерности питания плоды значительно увеличиваются в размере. Стоимость защиты лимонов в гелиооранжерее составит на один плод примерно 23 коп.

Средний размер плодов в гелиооранжерее ВНИИВС'а увеличился более чем в два раза.

Еще одно положительное свойство гелиооранжерей заключается в том, что в них в течение всего зимнего периода возможна промежуточная культура овощных, декоративных и других субтропических культур. Наши опыты за 5 лет показали, что при средних температурах в 14—15° в гелиооранжерее можно с успехом выращивать томаты, огурцы, не говоря о холодостойких овощах, производство которых в зимнее время года имеет большое хозяйственное значение.

Не меньшее значение будет иметь выращивание саженцев для кадочной культуры, укоренение зимних прививок, зимняя выгонка дичков для прививки, овощей и цветочной рассады. Целый ряд об'ектов для зимней культуры дает декоративное садоводство и цветоводство. В общем всю свободную площадь в гелиооранжерее можно использовать весь год, что немыслимо сделать в холодных перекрытиях, где зимой Т° поддерживается в пределах 8—10°.

Доходы от промежуточных культур в первые 5 лет полностью оправдают средства, вложенные на постройку перекрытия, так как надо иметь в виду, что за зимний период с ноября по апрель с единицы площади можно получить минимум два урожая.

В зоне влажных субтропиков попытки хозяйственников использовать свободную площадь холодных дорогостоящих перекрытий ни к чему не привели, только в силу недостатка тепла, в то время как в гелиооранжерее пришлось бороться с его избытком и путем вентиляции сдижать температурный режим.

ВЫВОДЫ.

1. Правильная научно-обоснованная проектировка и конструкция застекленного грунта, основанная на принципе использования лучистой энергии солнца, для значительной части районов Советского Союза решает вопросы теплофикации, уменьшения капиталовложения и удешевления стоимости продукции оранжерейного хозяйства.

2. В результате для всех районов Союза защищенный грунт будет иметь улучшенный световой и термический режим и экономию топлива, в ряде местностей дефицитного.

3. Световой режим в гелиооранжерее обеспечивает требования наиболее фотофильных растений. Это обусловливается принципом обогрева и деталями конструкции.

4. Амплитуда колебания Т°, ритм смены температуры днем и ночью создают условия, сходные с открытым грунтом, но более теплого периода года (метеорологические условия апреля или мая, в январе или марте), что обеспечивает нормальное анатомо-морфологическое и физиологическое состояние растений, а также оправдывает точку зрения Лундегарда о более интенсивном накоплении органической массы.

5. Регулирование терморежима и влажности воздуха в гелиооранжерее легко осуществимо и может быть автоматизировано.

6. Распределение температуры в почве и воздухе как в вертикальном, так и в горизонтальном разрезе, при правильной вентиляции происходит равномерно, что обусловливается принципом солнечного обогрева.

7. При погодных эксцессах и резких похолоданиях, временное снижение T° воздуха *) для большинства растений безвредно, а при необходимости в перекрытии можно зажечь несколько грелок, которые в критические моменты поддержат термический режим на нужном уровне.

8. Микроклиматические особенности гелиооранжерей представляют большой интерес для селекционных работ, закалки пересадочных растений и культуры многолетних экзотов.

9. Эффективность солнечного обогрева и интенсивность аккумуляции прямой и рассеянной радиации необходимо проверить в различных географических точках и климатических условиях, в различное время года путем постановки опытов в условиях производства.

10. В условиях зоны сухих и влажных субтропиков строительство стеклянных перекрытий необходимо проводить с учетом современных достижений агроэкологии и гелиотехники. Методы проектирования и строительства гелиооранжерей необходимо передать производству в возможно широком масштабе, поскольку в этих районах СССР прямым опытом доказана эффективность солнечного обогрева и пригодность микроклиматических условий оранжерей с солнечным обогревом для роста, развития и плодоношения ряда растений, представляющих народно-хозяйственное значение.

---

*) Не ниже критического минимума.

SUMMARY.

The construction of greenhouses is going on in the Soviet Union at a rapid pace. According to the plan for the second five years of Soviet construction the area under greenhouses during this time is to reach 5.000 hectares, which is but a part of the whole project of greenhouse construction.

The greenhouse construction is to provide the necessary prerequisites for an annual production of 150--200 millions of lemon fruits under conditions free of the influence of climate and weather.

Besides lemon trees we have a number of tropical plants: medicinal plants, essential-oil plants, spicey plants and others, which need greenhouse protection, not to mention winter vegetable growing, forcing of geraniums, winter grafting etc.

The methods of greenhouse heating now in use do not meet the requirements of large scale specialized greenhouse industry. The cost of heating and fuel frequently exceeds the whole value of the greenhouse. The methods of using the greenhouses are often wrong owing to lack of knowledge of the microclimate and the requirements of the plants in relation to the environmental factors.

This work contains a detailed description of the scientific principles of the design and construction of naturally heated greenhouses (helio hot-houses), in which the heat energy of the sun is utilized to its utmost by adequate arrangement of glass surfaces, correct adjustment of the inclination angle, rational design of the frames and other parts of the protecting surfaces. In colder sections, where the temperature is sometimes as low as 20° C. below zero, double glass frames are used; in warmer sections a usual single-glass protection provides the necessary thermal conditions even at a temperature as low as—10° C. When adequate proportions of the radiating and heat emitting surfaces (glass and ground) are observed, heat accumulated during the day is quite sufficient to keep up the necessary thermal regime in night time, even in case of cloudy weather, when only diffused radiaton is obtainable.

Trials of helio hot-bouses in Soviet Central Asia and on the Black Sea Coast made it possible to determine the effect of the climate and weather conditions on the thermal regime within the protective surfaces. Making use of the tables given in this paper one can easily determine the possible thermal regime of the helio

hot-house the effectiveness of sun heating power under certain climatic conditions. The effectiiv eness of sun heating in cold sections (Central Asia, the mean temperature—3°C.) reaches 15°C, and in the warm subtropics (Sukhumi, the mean temperature + 4°C) 8—10°C.

Studies of the microclimate of various types of glass coverings in the zone of Soviet Humid Subtropics show, how great is the influence of the type of greenhouse design on the microclimate and onthe condition of the plant.

Hence projecting and construction of greeenhouses in a given geografical point should be based on the requirements of the crops, facilities being provided for the regulation of the microclimate in the desired direction.

By biometric, phenological, physiological and biochemical investigations the methods of lemon growing were thoroughiy studied and the meteorological characteristics of the lemon tree in every phase of its development were determined.

The agrotechnics of protected ground required specialization chiefly in the questions of planting, care and training of the plant.

THE PRINCIPAL CONCLUSIONS.

1. Based on scientific principles greenhouse construction with solar radiation, as the source of heating, solves satisfactorily the problem of greenhouse heating, giving a reduction in the amount of investment (by 80.000 to 200.000 roubles per hectar) and a considerable lowering of production costs.

2. The light and hygrothermal regime of helio hot-houses provide the necessary conditions for growing subtropical and tropical crops, such as lemon and cinchona trees etc. The mycroclimate of the helio hot-house during the winter is similar to out-of-door meteorological conditions in April—May. The rhytms of temperature changes in helio hot-houses with their wide range of day and night temperature oscillations confirms Lundegard's opinion about the said conditions as being the best for the growth and development of plants.

3. It is necessary to verify the effectiveness of solar heating under conditions of protected ground in various geographical points of USSR, for which purpose large scale tests should be carried out.

4. The construction of glass coverings in the zones of dry and humid subtropics of USSR should be based on the latest achievements in agroecology and helio-technics.

Список использованной литературы

1. Н. Друца «Перспективы развития плодоовощного хоз-ва во 2-й пятилетке». Журнал «Социалистическое плодоовощное хозяйство» № 5 за 1932 год.

2. Проф. Дунин-Барковский «Тепличное овощеводство». 1931 год.

3. В. А. Брызгалов «Овощеводство защищенного грунта» Ленсельхозгиз 1934 год.

4. И. Берлизов «От парников к теплицам». 1932 г.

5. И. Берлизов «Вопросы теплофикации теплиц». «Журнал Плодоовощное хозяйство» № 12 за 1932 год.

6. Лундегард «Климат, почва и их влияние на жизнь растения» (реферат Н. А. Гольцберг. 1934 г.).

7. Проф. Б. П. Вейнберг «Желтый уголь». Издание Академии Наук СССР.

8. А. Д. Александров «Перспективы гелиотепличного строительства в плодоовощном хозяйстве». Журнал «Соц. наука и техника». 1934 г.

9. А. Д. Александров «Гелиооранжереи». Журнал «Советские Субтропики» № 2 1934 г.

10. А. Д. Александров «Солнечная энергия в борьбе с заморозками» рукопись ГЛЭИН'а. 1934 г.

11. Главная Геофизическая обсерватория «Климатический справочник СССР». Издание 1932 года.

12. Н.А.Ремизов «Медицинская метеорология и климатология» Биомедгиз 1934 года.

13. Инж. Протопопов. Журнал «Советские Субтропики» № 2, 1934 год.

14. А. Д. Александров и бригада сотрудников ГЛЭИН'а «Гелиотеплицы в использовании солнечной энергии для тепличного хозяйства в Средней Азии». Труды Узбекского Государственного университета, том IV.

15. Л. К. Еленев. «К вопросу о физиологическом состоянии лимона в условиях защищенного грунта». Отчет сектора агрофизиологии ВНИИВС'а за 1935-36 гг.

16. B. J. Weston „The Cyprus Agricultural Jornal".

17. «К» — «Опыты с фотопериодическим воздействием». Журнал «Советские Субтропики» № 3 за 1936 год.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

стр.

Предисловие 1

I. Основы проектирования и конструирования гелиооранжерей

Оранжерейное хозяйство в условиях советских субтропиков . 6
Вопросы теплофикации оранжерей и их конструкции . 6
Задачи агроэкологии и защищенный грунт . . . 11
Использование солнечной энергии для обогрева оранжерей . 13
Современные методы использования солнечной энергии в оранжерейном хозяйстве 17
Экспозиция стеклянных поверхностей оранжереи . . 18
Ориентировка продольной оси гелиооранжереи . . . 20
Методы определения углов наклона скатов перекрытия . 22
Определение углов наклона скатов гелиооранжереи южной экспозиции 26
Определение углов наклона южных скатов однозвенной оранжереи 28
Конструкция гелиооранжереи ВНИИВС'а 42
Конструктивные особенности рамы и способы ее остекления . 47
Система вентиляции 51
Система орошения 54

II. Влияние климатических и погодных условий на эффективность солнечного обогрева в гелиооранжерее 55

Солярный климат 56
Влияние облачности на терморежим гелиооранжереи . . 60
Влияние температурных условий местности на терморежим гелиооранжереи 66

III. Итоги испытания гелиооранжереи в зоне влажных субтропиков 78

Термический режим гелиооранжереи ВНИИВС'а . . 79
Минимальная температура 85
Максимальная температура 89
Амплитуда колебания температуры 92
Термический режим почвы 94
Относительная влажность воздуха 99
Световой режим 102
Общая оценка микроклимата гелиооранжереи ВНИИВС . 106

IV. Агрометеорологическая характеристика культуры лимона в условиях защищенного грунта 110

Влияние температурных условий на рост и развитие лимона 110
Влияние температурных условий на физиологические процессы 116
Влияние светового режима на состояние лимона . . 118
Влияние влажности воздуха на состояние лимона . . 121

V. Агротехника и экономика цитрусовых (лимона) в условиях защищенного грунта . . 127

Условия выращивания посадочного материала . . . 130
Вопросы посадки и ухода за растениями 131
Экономическая характеристика гелиооранжереи . . . 134
Выводы 136
Summary 138
Список использованной литературы 140

Республиканская библиотека Наркомпроса Абхазской АССР

Наркомпрос.
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

Отв. редактор КУПРЕЙШВИЛИ Г. Т.

Отв. по выпуску ИВАНОВ М.

Сдано в производство 1/III 1937 г. Подписано к печати 28/VI 1937 г. Формат бумаги 51x69. Печатных листов 9, в печ. листе 57.000 зн. Абглавлит № 2543. Заказ № 768. Тираж 1100.

Отпечатано в типографии „Советская Абхазия“ и „Апсны Капш“, Сухуми, ул. им. Фрунзе, 33

Цена 5 руб.