

Институт гидрометеорологии Грузинского Технического
Университета

РЕВАЗ САМУКАШВИЛИ

რევაზ სამუკაშვილი

Revaz Samukashvili

ЗАМОРОЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ

СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

ნაყინვები ჩრდილოეთ კავკასიის

ტერიტორიაზე

LIGHT FROSTS ON THE TERRITORY

OF NORTHERN CAUCASUS



Издательство „Универсал“

გამომცემლობა „უნივერსალი“

Publishing House “UNIVERSAL”

Тбилиси 2017, თბილისი 2017, Tbilisi 2017

ИДК 633/635 (213)

Дана характеристика весенних и осенних заморозков (их генезис, интенсивность, повторяемость, продолжительность) для территории Северного Кавказа Показано, что в период вегетации сельскохозяйственных культур (особенно весной) самими опасными являются адвективно-радиационные заморозки

Редактор: Доктор Геогр. Наук
профессор **Элизбарашвили Э.**

Рецензенты: Доктор физ-мат Наук
профессор **Таварткиладзе К.**
Доктор Геогр. Наук **Бериташвили Б.**

© **Р. Самукашвили 2017**

Издательство **“УНИВЕРСАЛ”, 2017**

Тбилиси, 0179, пр. И. Чавчавадзе №19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge; universal505@ymail.com

ISBN978-9941-22-995-4

უაკ 633/635 (213)

მოცემულია გაზაფხულის და შემოდგომის ნაყინების დახასიათება (გენეზისი, ინტენსივობა, განმეორადობა, ხანგრძლივობა) ჩრდილოეთ კავკასიის ტერიტორიისათვის. ნაჩვენებია, რომ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ვეგეტაციის პერიოდში (განსაკუთრებით გაზაფხულზე) ყველაზე საშიშ ნაყინებს აქვს ადვექტიურ-რადიაციული ხასიათი.

რედაქტორი: გეოგრ. მეცნ. დოქტორი
პროფესორი **ე. ელიზბარაშვილი**

რეცენზენტები: ფიზ. მათ. მეცნ. დოქტორი
პროფესორი **კ. თავართქილაძე**
გეოგრ. მეცნ. დოქტორი
ბ. ბერიტაშვილი

© რ. სამუკაშვილი, 2017

გამომცემლობა „**უნივერსალი**“, 2017

თბილისი, 0179, ი. ჯავახიშვილის გამზ. 19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge; universal505@ymail.com

ISBN 978-9941-22-995-4

UDC 633/635 (213)

The features of late and the first autumn frosts are given (genesis, intensity, resurgence and duration) for the territory of Northern Caucasus. It is shown that during the vegetation period (especially in spring) most of the days are advective – radiation frosts.

Editor: Dr. Sciences (Geogr.) Professor **E. Elizbarashvili**

Reviewers: Dr. Sciences (Phis.-Mat.)
Professor **K. Tavartkiladze**
Dr. Sciences (Geogr.) **B. Beritashvili**

© R. Samukashvili, 2017

Publishing House “UNIVERSAL”, 2017

19, I. Chavchavadze Ave., 0179, Tbilisi, Georgia ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge; universal505@ymail.com

ISBN 978-9941-22-995-4

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
Глава I. Краткий обзор литературы по заморозкам	7
Глава II. Физико-географические и климатические условия территории Северного Кавказа.....	24
Глава III. Заморозки на территории Восточного Предкавказья (Ставропольский край).....	32
Глава IV. Синоптические условия формирования заморозков и из прогноз.....	60
Глава V. Заморозки на территории Западного Предкавказья	78
Глава VI. Заморозкостойкость субтропических культур.....	80
Заключение	87
Приложение	92
Литература	112

ВВЕДЕНИЕ

Исследованию генезиса и режимных характеристик (интенсивность, продолжительность, повторяемость) поздних весенних и ранних осенних заморозков, усовершенствованию методов их прогноза и разработке практически действенных мероприятий по защите сельскохозяйственных культур (и их урожая) от их вредного воздействия в период вегетации, уделяется большое внимание. Этой проблеме посвящены многочисленные работы климатологов, агрометеорологов, селекционеров и других специалистов, связанных с сельскохозяйственным производством. Особое место среди них занимают исследователи, которые разрабатывают физические основы методов генезиса, прогноза и борьбы с адвективно-радиационными заморозками.

Для территории Северного Кавказа, где широкое распространение имеют виноградники, зерновые, плодово-ягодные и субтропические культуры, и где в период вегетации сельскохозяйственных культур часто наблюдается вторжение холодных воздушных потоков, приносящих немалый ущерб сельскохозяйственным культурам и их урожаю, изучение заморозков имеет большое народнохозяйственное значение.

В работе с использованием многолетних рядов наблюдений (1950-1987 гг) над заморозками на 20 пунктах Северного Кавказа установлены режимные характеристики (продолжительность, интенсивность и повторяемость) адвективно-радиационных заморозков и основные закономерности их пространственно-временного распределения.

ГЛАВА 1. КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ЗАМОРОЗКАМ

Как известно, поздние весенние и ранние осенние заморозки относятся к опасным метеорологическим явлениям. Они существенно снижают а в некоторых случаях полностью уничтожают урожай сельскохозяйственных культур (и сами культуры).

Изучением заморозков их генезиса, интенсивности продолжительности повторяемости и ареалов распространения занимается раздел метеорологии – физика приземного слоя атмосферы. Она изучает динамику теплового режима этого слоя, прогнозирует заморозки, разрабатывает практические рекомендации по защите сельскохозяйственных культур от вредного воздействия заморозков. Таким образом, исследование теплового режима приземного слоя атмосферы, помимо научного, имеет большое народнохозяйственное значение, чем объясняется тот факт, что проблеме заморозков посвящено большое количество теоретических и экспериментальных исследований, Процесс изменения теплового режима приземного слоя атмосферы (его температуры) обусловлен совместным, синхронным влиянием таких факторов, как радиационный баланс и эффективное излучение подстилающей поверхности, адвективный, турбулентный и конвективный потоки тепла, затрата тепла на испарение с поверхности почвы, конденсация водяного пара в воздухе и теплооборот в почве. Синхронный учет этих факторов дает возможность прогноза заморозков.

В работе (1) дан обстоятельный обзор и критический анализ большого количества теоретических и экспериментальных исследований, посвященных проблематике заморозков. Предложены теоретические формулы для расчета всех составляющих теплового баланса подстилающей поверхности почвы. Дан анализ формул для расчета радиационного баланса и его составляющих в том числе и эффективного излучения в случае ясного неба и при облачности. предложены формулы для расчета величин трансформации движущихся воздушных масс (при адвекции) в зависимости от физических свойств подстилающей поверхности. Рассмотрены критические температуры сельско-

хозяйственных культур. Как известно, критические температуры для сельскохозяйственных культур по величине отличаются друг от друга, они бывают разные даже для одной культуры в зависимости от особенностей физиологических процессов, протекающих в них в различных фазах вегетации.

В работе (2) показано, что основным фактором, который вызывает повреждение или гибель растений при заморозках является образование кристаллов льда в клетке, которые повреждают протоплазму клетки. Данное заключение было подтверждено в работе (3). В этих работах было показано, что уровень содержания сахара в протоплазме клетки играет большую роль в защите растений от заморозков, ввиду того, сахарный раствор в клетке не замерзает полностью даже при очень низких температурах. Морозостойкость растения характеризуется уровнем содержания сахара в клетках (концентрацией клеточного сока). Кроме того, у морозостойких растений во время заморозков кристаллы льда образуются в межклеточном пространстве, а не в клетках, как у морозонеустойчивых растений, которые повреждаются частично или полностью. Существует большая разница между физиологическими процессами, протекающими в растениях при зимних морозах и во время поздних весенних и ранних осенних заморозков. К зимнему времени в растениях накоплено максимальное количество сахара, что оберегает их от повреждения и гибели при критических температурах, а в период вегетации (весной и осенью) количество сахара в растениях гораздо меньше вследствие его превращения в крахмал, что является причиной их повреждения или гибели при наступлении заморозков. Кроме этого, большую роль играет также разница в скорости понижения температуры воздуха зимой и во время вегетационного периода: в зимних условиях наблюдается довольно медленное постепенное понижение температуры воздуха (к чему растения приспособливаются постепенно) а поздней весной и ранней осенью имеет место внезапное скачкообразное кратковременное понижение температуры к чему растение не готово. Выяснилось что в случае медленного постепенного понижения температуры воздуха клеточная вода успевает покинуть клетку и концентрированный раствор, который остается на поверхности

протоплазмы в состоянии защитить клетку даже при сильных морозах. А при внезапном понижении температуры воздуха, что бывает при внезапной адвекции холодных воздушных масс весной и осенью, вода не успевает покинуть клетку и происходит образование льда внутри клетки и защитный раствор на поверхности протоплазмы уже не в состоянии защитить клетку от критических температур. (2)

Таким образом, морозостойкость растений в зимний период существенно отличается от заморозкостойкости в теплый период года.

Критические температуры растений и сельскохозяйственных культур устанавливаются статистическим методом: для этого в течение продолжительного времени на агрометстанциях проводятся непрерывные наблюдения на большом количестве разных растений и сельхозкультур весной и осенью во время заморозков. В табл. 1 приведены величины критических температур на уровне психрометрической будки по данным Селянинова Г.Т. (4), Давитая Ф.Ф. (5) и Надарая Г.Т. (6).

Таблица 1

Значения критических температур на уровне психрометрической будки, град.

Культура	Объект замерзания	Критическая температура
	Дерево полностью	-9, -10
Лимон	Крона	-7,-6
«-»	Листья	-6
	Дерево полностью	-10, -11
Апельсин	Крона	-8, -9
«-»	Листья	-7
	Дерево полностью	-12
Мандарин	Крона	-10
«-»	Листья	-8
	Распустившиеся почки	-1
Виноград	Цветы	0
Яблоня, груша	Закрытые бутоны	-4
Вишня, слива	цветы	-2

	Плодовые завязи	-1
Абрикосы	Закрытые бутоны	-4
Персики	Цветы	-3
	Плодовые завязи	-1
Ягодники	Цветы и завязи	-2
малина, клубника	Бутоны и цветы	-2
черешня	Плодовые завязи	-1

Во время цветения и образования завязи у плодовых деревьев в случае наступления критических температур (заморозков) может целиком погибнуть урожай.

Для сельскохозяйственных культур Степановым В.И. (7) была предложена классификация в зависимости от устойчивости их вегетативных органов во время всхода и цветения к заморозкам. По этому признаку все растения были сгруппированы в пяти основных экологических группах. Эти группы приведены в таблице 2.

Таблица 2

Критические температуры, град.

Культура	частичная гибель растения		Гибель всего растения	
	Всходы	Цветение	Всходы	Цветение
	Наиболее устойчивые			
Яровая пшеница	-9,-10	-1,-2	-10,-12	-2
Овес	-8,-9	-1,-2	-9,-11	-2
Ячмень	-7,-8	-1,-2	-9,-10	-4
Горох	-7,-8	-1,-3	-8,-10	-3
	Устойчивые			
Вика яровая	-6,-7	-3	-8,-10	-3,-4
Бобы				
Подсолнечник	-5,-6	-2,-3	-6	-3
Лен и конопля	-5,-7	-1,-2	-7	-2

Свекла сахарная, кормовая	-6,-7	-2,-3	-8	
Морковь, брюква	-6,-7		-8	-3
	Среднеустойчивые			
Соя	-3,-4	-2	-4	-2,-2
Мочар	-3,-4	-1,-2	-4	-2
Канатник	-3,-4		-4	-
	Малоустойчивые			
Кукуруза	-2,-3	-1,-2	-3	-2
Просо, сорго		-2	-2,-3	
Картофель	-2		-3	-2,-3
	Неустойчивые			
Гречиха	-1	-1	-2	-1
Фасоль	-1	-0,5, -1	-1,-3	-1
Хлопчатник	-0,5,	-0,5, -1	-1	0,5
Рис	-0,5	-0,5	-1	0,5
Бахчевые	-0,5	-0,5, -1	-1	-1

Как видно из этой таблицы, наиболее морозоустойчивыми сельскохозяйственными культурами являются яровая пшеница, овес, ячмень и горох: их всходы даже при $-7,-10$ градусах критической температуры только частично гибнут. Что касается таких сельхозкультур, как гречиха, фасоль, рис, бахчевые, они как при всходах, так и при цветении полностью гибнут при значениях критической температуры $-1,-3$. Также малоустойчивы к критическим температурам кукуруза, просо и картофель. Достаточно критической температуре понизится 9^0 $-2,-3$ для их полной гибели.

При продвижении с юга на север длительность периода между поздними весенними и ранними осенними заморозками постепенно уменьшается т.е. имеет место более позднее наступление весенних и более раннее наступление осенних заморозков, а при продвижении с севера на юг наблюдается обратное явление. Сокращение и удлинение вегетационного периода по

разному влияет на нормальное развитие сельскохозяйственных культур и их урожайность.

Самыми опасными являются поздние весенние заморозки, появление которых совпадает с периодом вегетации сельскохозяйственных культур, а что касается ранних осенних заморозков, их появление в большинстве случаев совпадает со временем, когда урожай уже убран.

Заморозки на почве бывают вследствие интенсивного эффективного излучения подстилающей поверхностью почвы, в то время, как на высоте психрометрической будки температура воздуха может остаться положительной.

По данным Гольцберг И.А. (8) на территории Северного Кавказа в период вегетации растений минимальная температура воздуха редко опускается ниже -4 и обычно составляет $-2, -3^{\circ}$ часто бывает только на $1-2^{\circ}$ ниже ее для большинства сельскохозяйственных культур. Причем, общая продолжительность опасных заморозков в этом регионе колеблется в пределах $1,5-2,5$ часа, тогда как общая продолжительность понижения температуры ниже 0° с в среднем составляет $4-5$ часов.

В (1) дан обстоятельный анализ в литературе существующих большого количества различных методов, эмпирических правил и формул, применяемых в вычислениях минимальных температур приземного слоя воздуха и почвы. В результате было сделано заключение о том, что эти методы, правила и формулы учитывают лишь некоторые отдельные факторы формирующие интенсивность ночного падения там – температуры (выхолаживания) они имеют локальное значение и не могут быть применены для различных мест из-за того, что физически не вполне обоснованы. Преимущество перед этими методами и эмпирическими правилами имеют теоретические методы расчета ночного понижения температуры. В теоретических работах Лютерштейна, Чудновского Дайхтмана, Шехтер и Цейтина (9,10,11,12) и других исследователей гораздо точнее выполнены расчеты величина минимальных температур при заморозках по сравнению с эмпирическими методами. А элементарные эмпирические формулы, которые используются в этих целях дают весьма ориентировочные результаты из-за того, что в них не учитываются все факторы физического процесса, имеющего

место при ночном понижении температуры. В (1) разработан теоретический метод расчета ночного понижения температуры в воздухе и на почве и прогноза заморозков. Этот метод учитывает все основные факторы, играющие главную роль в формировании заморозков. Для прогноза заморозков по этому методу необходимо иметь данные наблюдений над температурой воздуха на высоте 2 м (в психрометрической будке), температурой поверхности почвы, а также над величинами температуры почвы на глубинах 5, 10 и 15 см. над скоростью ветра, влажность воздуха, облачностью (нижнего, среднего и верхнего ярусов) состоянием почвы (сухая, влажная, мокрая). С использованием этих данных, полученных по наблюдениям на метеорологических и агрометеорологических станциях, и специальных таблиц, номограмм и графиков, а также теоретических формул М.Е. Берлянда можно прогнозировать время наступления опасных заморозков в приземном слое воздуха и на поверхности почвы. Этот метод является основой инструкции по прогнозу заморозков и ночного минимума температуры в приземном слое атмосферы и на поверхности почвы. Он также был включен в Методические указания центрального института прогнозов по сельскохозяйственной метеорологии. Этим методом нами было определено время наступления заморозков на метеостанции Золотушка Ставропольского края.

Как было отмечено, интенсивность ночного понижения температуры приземного слоя воздуха и поверхности почвы зависит от совместного, синхронного влияния многих факторов но прежде всего при радиационных заморозках она пропорциональна величине эффективного излучения подстилающей поверхности почвы. Зависимость $t=f(E)$, где E эффективное излучение ($\text{кал}/\text{см}^2\text{мин}$), а t – ночное понижение температуры (градус) аналитически можно представить уравнением прямой, как в случае малых ($0-2\text{м}/\text{сек}$), так и сравнительно больших ($3-6\text{м}/\text{сек}$) скоростей ветра при $v=0-2\text{м}/\text{сек}$ $t=62,5E+0,1$ а при $v=3-6\text{м}/\text{сек}$ $t=50,0E+2,2$. На величины ночного выхолаживания приземного слоя воздуха большое влияние оказывает вертикальное распределение температуры в глубине почвы. В случае падения температуры от поверхности почвы вглубь отмечается рост эффективного излучения (выхолаживание приземного слоя

воздуха), а при обратном распределении температуры в почве (рост с глубиной) интенсивность эффективного излучения падает и наблюдается уменьшение выхолаживания приземного слоя воздуха. На величину эффективного излучения и выхолаживания приземного слоя воздуха большое влияние оказывает облачность нижнего и среднего ярусов, а также вертикального развития (конвективная облачность). Она существенно уменьшает эффективное излучение и выхолаживание приземного слоя воздуха. Что касается влажности воздуха, то чем больше ее содержание в воздухе тем меньше эффективное излучение и ночное выхолаживание приземного слоя воздуха и наоборот. Большое влияние на величину эффективного излучения (и вероятность наступления радиационных заморозков) и ночного выхолаживания приземного слоя воздуха оказывает скорость ветра. При достаточно больших скоростях ветра в результате усиления турбулентного обмена между более теплыми верхними и менее теплыми нижними слоями воздуха наблюдается уменьшение эффективного излучения и ночного выхолаживания приземного слоя воздуха. Значительное влияние на величины эффективного излучения и выхолаживания приземного слоя воздуха оказывают физические свойства почвы: теплопроводность и температуропроводность, которые являются функциями ее структуры (гранулометрического состава) и влагосодержания. Из-за того, что теплопроводность воды гораздо больше теплопроводности воздуха и твердых частиц почвы, падение температуры на сухих почвах при прочих одинаковых условиях примерно на 25% больше, чем на влажных и на 40% больше чем на мокрых почвах. Поэтому сухие почвы а течение ночи охлаждаются больше по сравнению с увлажненными и мокрыми почвами . В ясные ночи в результате влияния отрицательного радиационного баланса (существующего до восхода солнца) имеет место падение температуры подстилающей поверхности почвы и приземного слоя атмосферы, что способствует возникновению радиационных заморозков (1) таким образом, наличие значительной облачности (8-10 баллов) нижнего и среднего ярусов, а также вертикального развития, большая абсолютная влажность воздуха, сильный ветер и увлажнение почвы являются факторами при наличии которых образование

заморозков маловероятно. А из всех факторов благоприятствующих возникновению радиационных заморозков главным является эффективное излучение. В этом случае сперва начинает охлаждаться подстилающая поверхность почвы, а потом начинается постепенное понижение температуры приземных слоев воздуха, т.е. максимально охлаждается деятельная поверхность почвы, а температура вверх в вертикальном направлении постепенно повышается, что заканчивается образованием инверсии в приземном слое воздуха. Глубина инверсии пропорционально интенсивности выхолаживания подстилающей поверхности почвы. По инверсии можно определить величину разности температур между подстилающей поверхностью почвы и высотой психрометрической будки (2м). При больших величинах этой разности на поверхности почвы могут наблюдаться заморозки, а на высоте психрометрической будки – положительных температуры. в результате этого явления может возникнуть разница в продолжительности безморозного периодов на уровне психрометрической будки и поверхности почвы.

В работе (1) проанализированы существующие (и применяемые в настоящее время) методы регулирования теплового режима приземного слоя воздуха т.е. методы борьбы с заморозками и способы воздействия на них: способ открытого обогрева растений, способ дымления (создание дымовой завесы), способ окуривания, Уменьшение потери урожая от заморозков возможно с одной стороны повышением морозостойкости сельскохозяйственных культур (путем селекции) выведением морозостойчивых сортов сельскохозяйственных культур с малым вегетационным периодом и применением комплекса агротехнических мероприятий, а с другой стороны с рациональным выбором места с подходящими микроклиматическими условиями для размещения сельскохозяйственных культур. Для этой цели проводится агроклиматическое районирование выбранной местности. Несмотря на то, что в настоящее время в повышении морозостойкости сельскохозяйственных культур селекционерами достигнуты определенные успехи и несмотря на проведение в сельскохозяйственных угодьях комплекса агротехнических мероприятий и выбора местности с подходящими микроклиматическими условиями, нередко в практике сельскохозяй-

ственного производства бывают случаи, когда все эти мероприятия не дают желаемого результата и урожай (и сами растения) гибнет от заморозков. В этих случаях важную роль в защите растений и урожая играет, как было отмечено, искусственное воздействие на тепловой режим приземного слоя воздуха в ночные часы при заморозках. Вместе с приведенными способами защиты растений от заморозков в практике сельского хозяйства нашли применение также индивидуальные и групповые укрытия растений различными тканями (материалами) и временными парниками. Хорошие результаты дают комбинированный способ воздействия, например, дымление и обогрев вместе. В укрытиях при сильных заморозках пользуются внутренним обогревом. Этим способом пользуются для защиты ценных субтропических культур. Практикой проведения защитных мероприятий установлено, что повышение температуры приземного слоя воздуха на несколько градусов значительно снижает вероятность повреждения растений от заморозков (1).

В работе (8) построен график зависимости вероятности повреждения виноградной лозы от степенно-искусственного обогрева при заморозках. Эту зависимость аналитически можно представить так: $P=19,1-5,0t^{\circ}$, где P вероятность повреждения лозы (%), t° - величина температуры воздуха при обогреве. Из этого выражения видно, что при $t^{\circ}=0$, $P=19,1\%$, а при повышении температуры воздуха на 3° , вероятность повреждения лозы падает до 4%-ов.

В этой же работе был построен также график зависимости величины отношения вероятности повреждения виноградной лозы при обогреве к величине вероятности повреждения без обогрева от величины повышения температуры воздуха в процессе обогрева оказалось, что повышение температуры воздуха всего на 1° , почти вдвое снижается вероятность повреждения виноградной лозы, а при повышении температуры на $2,5^{\circ}$ виноградная лоза полностью защищена от заморозка. Эти результаты были получены для территории Северного Кавказа. Это и другие исследования показали, что для защиты виноградной лозы и плодовых культур (яблоня, груша, слива, черешня, вишня, абрикосы) от заморозков в этом регионе достаточно повышение температуры воздуха всего на $1-2^{\circ}$ что значительно

гарантирует сохранение урожая. а повышение температуры на 3-4° полностью может сохранить урожай. При проведении работ по защите растений от заморозков на результаты большое влияние оказывают постоянно меняющиеся метеорологические условия. В таких случаях, требующих, больших расходов энергоносителей, невозможно достичь желаемого результата (необходимого повышения температуры воздуха) несмотря на большие затраты материальных средств. Как отмечено в (1) из-за отсутствия теоретических разработок вопросов воздействие на заморозки, в частности анализа теплового эффекта различных средств воздействия, не всегда получается желаемый результат. При воздействии на заморозки теплоносители сжигаются в специальных грелках различной конструкции, изготовленных из железа и огнеупорной глины. Подробное описание конструктивных особенностей и энергетические возможности этих грелок приведены в (1). Для открытого обогрева плантаций сельскохозяйственных культур в грелках наряду с жидкими энергоносителями используются также твердое органическое топливо (каменный уголь, дрова, торф и т.д.). На первом месте перед остальными энергоносителями стоит природный газ, однако, чтобы его использовать требуется монтаж целой системы труб на территории сельскохозяйственных угодий. В работе (1) исследованы величины составляющих теплового баланса грелок: конвективный теплообмен при обтекании воздухом нагретых стенок грелки, тепло, отдаваемое излучением горячими стенками грелки: они составляют соответственно 30, 35, и 25% от общего теплового баланса. А потери тепла в результате неполного сгорания теплоносителей составляют около 10% от общего теплового баланса. Для системы грелок различных конструкций рассчитан их тепловой эффект и даны практические рекомендации, учитывающие выбор – энергоносителя, мощности грелок, выбор места и порядок их размещения, выбор расстояния между ними, а также порядок расположения системы грелок по отношению к направлению ветра. В повышении эффективности обогрева сельскохозяйственных культур, большую положительную роль играют лесные полосы, которые уменьшают скорость ветра и сохраняют теплую зону в плантациях. При проведении защитных работ от заморозков в случае

изрезанного рельефа учитываются морфологические особенности его элементов в частности абсолютная высота, ориентация и крутизна склонов из-за того, что при одинаковом расходе энергоносителя эффект воздействия не заморозки в этом случае будет отличаться от соответствующего эффекта на низменности.

В защите растений от заморозков также большую роль играет дымовая завеса т.е. задымление в приземном слое воздуха в ночное время. Для получения дымовой завесы используют химические вещества, обладающие способностью возгонки, в результате которой получают густая дымовая завеса-аэрозоль, искусственный туман (после нагревания от теплоносителя и возгонки эти химикаты переходят в парообразное состояние и охлаждаясь в воздухе конденсируются с образованием дыма). К числу дымообразователей относятся хлористый аммоний, хлорное олово, четыреххлористый кремний, различные смолы и нафталин, раствор хлорного ангидрида, хлорсульфоновая кислота, красный и белый фосфор. Для получения дымовой завесы, сконструированы специальной установки – печи различных модификации. Кроме того, воздействие на заморозки проводятся с самолетов смонтированными на них специальными установками, однако, создавать сплошную дымовую завесу этим способом не удастся из-за влияния ветра. Величина эффекта (т.е. увеличение температуры приземного слоя воздуха) при использовании этих реагентов изменяется в широком диапазоне: в опытах по воздействию на заморозки, проведенных различными организациями, увеличение температуры колеблется в пределах 0,5-3,0°. Из всех реагентов красный фосфор является самым эффективным дымообразователем. Положительным качеством красного фарфора по сравнению с другими реагентами является то, что фосфорный дым не вредит растениям (безвреден для растений). Аналогичными свойствами отличается и хлористый аммоний. Во всех опытах, проведенных с применением этого реагента не было обнаружено вредного воздействия его дыма на сельскохозяйственные культуры в отличие от хлорсульфоновой кислоты, который вызывает ожоги растений. При применении этого реагента источники дыма должны находиться на расстоянии не меньше 100м, от сельскохозяйственных культур. Опыты показали аналогичное вредное воздействие кислотных

туманов на растения. Аналогичное заключение было сделано и в отношении белого фосфора, который является ядовитым реагентом и самопроизвольно воспламеняется на воздухе. На тепловой эффект дымовой завесы положительно влияют следующие факторы: снижение эффективного излучения подстилающей поверхности почвы, распространение тепла от источника дыма и тепла, выделенное при конденсации водяного пара в воздухе. В (1) проведена теория теплового баланса дымовой завесы с учетом всех трех указанных факторов и методика постепенного размораживания растений после окончания заморозков.

Как известно, (1) при заморозках (когда имеет место опускание (падение) температуры воздуха ниже критического значения) частично поврежденные растения после перехода температуры воздуха через 0° в положительную сторону (после восхода солнца) снова оживают в результате постепенного оттаивания, в том случае, когда на них не попадает прямая солнечная радиация. В сельскохозяйственной практике для безопасного оттаивания растений после восхода солнца на плантациях продолжают процесс дымления, чтобы закрыть растения от попадания солнечных лучей и обеспечить процесс постепенного размораживания растений и их спасение. Как известно (1) и отмечалось выше, при заморозках повреждения и гибель растений начинается во время частичного замерзания воды в пространстве между клетками и в результате образований лед разрывает оболочку клеток, из которых начинает вытекать вода и происходит под воздействием льда механическое повреждение ткани листа. После восхода солнца, в результате попадания солнечной радиации на листья наблюдается быстрое испарение вытекшей воды и обезвоживание листьев и в результате синхронного влияния этих процессов замерзшие части растения гибнут. При экранизации растений от солнечных лучей и их постепенном размораживании резко снижается скорость испарения воды с поверхности листьев и обезвоживание, в результате растение начинает возвращаться в нормальное состояние, т.е. это мероприятие является эффективным средством для восстановления жизнеспособности растений (1).

Орошение, как один из способов защиты сельскохозяйственных культур от весенних заморозков, применяется в

районах Средней Азии (на плантациях хлопчатника) и в аридной зоне Восточного Предкавказья (восточные районы Ставропольского края) на площадях, занятых виноградниками. В настоящее время существует два вида орошения: самотечный полив и искусственное дождевание. Температура воды при орошении должна быть выше ($5-10^{\circ}$) температуры поверхности почвы и приземного слоя воздуха при заморозках. В этом случае в почву вносится дополнительное количество тепла. При заморозках, как известно, раньше всех охлаждается поверхность растений и верхние слои почвы, а в глубине почвы наблюдается передача тепла из нижних слоев в верхние слои. При поливе в результате увлажнения почвы ее теплопроводность возрастает и холодная поверхность почвы получает больше тепла, что смягчает интенсивность заморозков. Кроме того, при поливе возрастает влажность приземного слоя атмосферы и наблюдается конденсация водяного пара с выделением теплоты конденсации, что ведет к некоторому повышению температуры поверхности почвы и приземного слоя воздуха.

Метод дождевания является надежным способом защиты сельскохозяйственных культур от заморозков. Тепловой эффект дождевания и степень его воздействия на заморозки обусловлены увеличением относительной влажности приземного слоя воздуха (с последующей конденсацией водяного пара и выделением теплоты конденсации), возрастанием теплопроводности увлажненной почвы, высокой температурой использованной при дождевании воды (по сравнению с температурой поверхности почвы и приземного слоя воздуха) и теплотой, выделенной при замерзании воды. Кроме того, если дождевание проводится в то время, когда температура поверхности сельскохозяйственных культур отрицательна, то в этом случае на ней начинает образоваться ледяная корка, под которой температура всегда выше, чем температура окружающего воздуха при заморозках.

Кроме вышеприведенных способов защиты растений от заморозков с древних времен до начала двадцатого столетия окуривание растений являлось единственным способом защиты растений от заморозков. При окуривании растений обычно используются разнообразные отбросы лесного и сельского хозяйства: хворост, листья, подопревшее сено и солома, картофельная

ботва, сорные травы, мох, сухой навоз, торф, опилки, бурьян и другие обладающие при горении возможностью выделения тепла и дыма, которые при сжигании складываются в кучи, расположенные на плантациях перпендикулярно к направлению ветра. Окуривание в настоящее время применяется для защиты плодовых сельскохозяйственных культур в южных районах Кавказа, для которых достаточно повышение температуры всего на 1-1,5°, а также при постепенном размораживании растений, пострадавших от заморозков. В настоящее время методом окуривания пользуются при слабых заморозках. Как известно, основным критерием обеспеченности теплом территории является сумма положительных активных среднесуточных температур с момента, когда их величина становится свыше +10°С. При этих температурах (свыше +10°С) тепловые ресурсы обеспечивают активный процесс вегетации растительности и сельскохозяйственных культур. Разные сельскохозяйственные культуры ведут себя неодинаково при низких положительных температурах +3-4° и заморозках. Доказано, что для каждого растения существует минимальная положительная температура (или биологический нуль) при наступлении которой начинается его рост. Если температура воздуха выше биологического нуля всего на 3-4° растение растет очень медленно. Биологический нуль и +3-4° температуры являются низкими положительными температурами, отрицательно влияющими на нормальное развитие растений. При вегетации растений каждая фаза их развития имеет, свой биологический нуль, или минимальную температуру первоначального роста (13). В умеренном поясе у большинства сельскохозяйственных культур биологический нуль близок к +4°-ам, что видимо обусловлено другим структурным состоянием воды при этой температуре, когда ее плотность и удельный вес имеют максимальные значения и что интересно активная вегетация растений прекращается при температуре +4°С и у всех сельскохозяйственных культур биологический нуль лежит выше 4°С.

В (13) дается определение холодоустойчивости, морозоустойчивости и заморозкоустойчивости растений. Холодоустойчивость растений – это их способность без вреда переносить низкие положительные температуры на 3-4°С выше или ниже

биологического нуля. Морозоустойчивость растений – это их способность переносить без вреда кратковременные заморозки и длительные зимние морозы. Заморозкоустойчивость является частным случаем морозоустойчивости. Заморозкоустойчивость растений это их способность без вреда переносить кратковременные ночные отрицательные температуры воздуха в теплое время года в период их активной вегетации. Для успешной борьбы с заморозками необходимо знание биофизиологических процессов протекающих при низких температурах и заморозках в сельскохозяйственных культурах. Не менее важной проблемой является исследование влияния биологических активных веществ (микроэлементов), вносимых в плантации сельскохозяйственных культур (с целью повышения их урожайности) на их заморозкоустойчивость.

Физиологически активные вещества используются во многих научно-исследовательских учреждениях с целью повышения устойчивости сельскохозяйственных теплолюбивых культур к заморозкам. Там же изучаются механизмы влияния минеральных и органических удобрений на заморозкоустойчивость сельскохозяйственных культур (14). В частности, было установлено, что при выращивании картофеля в питательной среде внесение натриевых солей повышает устойчивость растения к заморозкам, а также оно оказывает положительное влияние на рост растения и его урожайность. Аналогичные результаты были получены в экспериментах с кормовыми бобами внесением молибдена в почву их плантаций. Было также установлено влияние низких отрицательных температур при заморозках на интенсивность поглощения калия и кальция корневой системой растений: поглощение калия уменьшается, а кальция возрастает и т.д.

В станциях искусственного климата в фитотронах изучают влияние комплекса факторов географической среды, в частности метеорологических элементов, на растительность. Фитотрон дает возможность создания нужной погоды и климатических условий любого времени года и искусственного выращивания растительности, обитающей в любых географических широтах земного шара. В фитотроне возможно создание искусственных критических температур, которые имеют место при заморозках для любого вида растительности в том числе и для сельско-

хозяйственных культур и изучение влияния заморозков на их развитие и урожайность. В исследованиях с целью изучения морозоустойчивости растений также нашли применение холодильные шкафы, в которых можно создавать нужную температуру с помощью специальных программных регуляторов температуры (14).

ГЛАВА 2.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Границами Предкавказья являются на севере – Кума- Манчская равнина, с южной стороны – подножья северного склона Большого Кавказа, на западе – побережье Чёрного моря на востоке – Коспийское море. По характеру рельефа Предкавказье делится на две части – западное Предкавказье и Восточное Предкавказье. Большею часть территории Западного Предкавказья занимает Кубано-Приазовская низменность. С южной стороны Кубани расположена Прикубанская равнина. С запада Кубанской равнине примыкает Таманский полуостров.

В орографии Восточного Предкавказья основное место занимает Ставропольская возвышенность с абсолютной высотой 832м (г. Стрижамент). Южнее Ставропольской возвышенности расположен Минераловодческий район где на равнинной территории поднимаются 18 островных гор (лакколитов) с максимальной высотой 1400м (г. Бештау). На эго-востоке Восточного Предкавказья расположена Терско-Сунженская возвышенность, которая примыкает к западной части Прикаспийской низменности. Со стороны запада и юга к Терско-Сунженской возвышенности примыкают Кабардинская, Осетинская и Чеченская равнины (15).

Сложный рельеф в результате взаимодействия с атмосферной циркуляцией обуславливает большое разнообразие микроклиматов исследуемого региона. По характеру климата Западной Предкавказье относится к зоне влажного климата, а Восточное Предкавказье – к зоне недостаточного увлажнения. На формирование климата Северного Кавказа (предкавказья) оказывают влияние такие факторы, как радиационный режим, общециркуляционные процессы в атмосфере, особенности рельефа, близость Черного и Каспийского морей, а также расположение его территории в относительно низких широтах (что обуславливает сравнительно высокую интенсивность прямой солнечной радиации).

В Предкавказье в течение всего года преобладает континентальный воздух умеренных широт, хотя на побережье

Черного моря часто наблюдается вторжение влажных воздушных масс со стороны Атлантического океана, а на территорию Прикаспийской низменности вторжение холодных воздушных масс с востока (северо-востока). В результате восхождения холодных воздушных масс по восточному склону Ставропольской возвышенности и предгорных районов и конденсации водяного пара наблюдается образование сплошного тумана на довольно большой территории.

В случае ясного неба месячные суммы прямой солнечной радиации (по данным многолетних наблюдений актинометрической станции Гигант) составляют на перпендикулярную к солнечным лучам и на горизонтальной поверхности соответственно в июне 1095,0 и 750,0 мдж/м², в декабре 550,0 и 140,0 мдж/м², а годовые суммы соответственно равны 10490,0 и 5500,0 мдж/м². На равнинной территории Предкавказья в направлении с севера на юг в связи с увеличением высоты солнца: на курорте Нальчик годовые суммы соответственно составляют 10550,0 и 6160,0 мдж/м². При средних условиях облачности на станции Гигант годовые суммы прямой солнечной радиации составляют соответственно 4190,0 и 2520,0 мдж/м². На горизонтальной поверхности абсолютный минимум годовых сумм наблюдается (в связи с большой облачностью) на Кабардинской равнине и в районе Минеральных вод – 2220,0 мдж/м².

Суммарная радиация играет главную роль в формировании радиационного баланса поверхности почвы. Как в случае ясного неба, так и при средних условиях облачности максимум месячных сумм суммарной радиации наблюдается в июне, минимум – в декабре. Например, в случае ясного неба на Прикубанской низменности они в эти месяцы соответственно составляют 860,0 и 190,0 мдж/м². В предгорных районах годовые суммы суммарной радиации в среднем составляют 6970,0 мдж/м². На северном склоне Большого Кавказа с ростом абсолютной высоты места эти суммы возрастают: Они составляют на высоте 1 км – 7630,0 на 2 км – 8190,0 на 3 км 0 8650,0 4 км -9010,0 мдж/м. В случае облачности наблюдается уменьшение суммарной радиации: в среднем: при нижнем ярусе она составляет 20-30%, среднем ярусе 60-75%, верхнем ярусе 90-100% от ее величин в случае ясного неба. При средних условиях

облачности на северном склоне большого Кавказа годовые суммы суммарной радиации увеличиваются с ростом – высоты места если их величина на равнинах Предкавказья в среднем составляют $4750,0 \text{ мдж/м}^2$, то на высоте 1 км она равна 4890,0 на 2 км – 5310,0, на 3 км – 6010,0, на 4 км – $6990,0 \text{ мдж/м}^2$.

Радиационный баланс, как основная составляющая теплового баланса подстилающей поверхности, считается одним из основным климатообразующим фактором. В случае ясного неба интенсивность радиационного баланса максимальна в полдень (12ч 30мин) например, в Сальскихъ степях она составляет $0,45 \text{ квт/м}^2$ (VI, VII) и $0,13 \text{ квт/м}^2$ (XII). В случае ясного неба месячные суммы радиационного баланса изменяются от – $60,0 \text{ мдж/м}^2$ (XII) до $450,0 \text{ мдж/м}^2$ (VI). На равнинной территории Предкавказья величины месячных сумм радиационного баланса в декабре и январе отрицательны (за исключением Черноморской полосы). На равнинной территории в случае ясного неба величина годовых сумм радиационного баланса колеблется около $2500,0 \text{ мдж/м}^2$. На северном склоне Большого Кавказа с ростом абсолютной высоты до 2 км годовые суммы радиационного баланса возрастают до $3780,0 \text{ мдж/м}^2$, а в пределах высот 2-4 км убывают до $840,0 \text{ мдж/м}^2$ что обусловлено увеличением продолжительности сезонного снежного покрова с ростом абсолютной высоты (16).

Получаемая подстилающей поверхностью почвы суммарная радиация (лучистая энергия солнца) превращается в тепловую энергию, которая расходуется на испарение, теплообмен в почве, на нагревание приземного слоя воздуха (турбулентный теплообмен между подстилающей поверхностью почвы и воздухом). Например, в Железноводске по данным (17) годовая сумма радиационного баланса составляет $48,0 \text{ ккал/см}^2$ года, затрата тепла на испарение $36,0 \text{ ккал/см}^2$ год затрата тепла на турбулентный теплообмен $12,0 \text{ ккал/см}^2$ год, для Грозного эти величины соответственно равны 47,0; 25,0 и 22,0 ккал/см^2 год, а для Сочи 58,0; 44,0 и 14,0 ккал/см^2 год. На территории Западного Предкавказья в тепловом балансе преобладает затрата тепла на испарение, а на засушливой территории Восточного Предкавказья – турбулентный поток тепла.

Территория Предкавказья в летнее время находится под влиянием высокого давления субтропического пояса, а зимой – западного отрога Сибирского антициклона (максимума). Помимо этих двух циркуляционных внешних факторов на климат Предкавказья большое влияние оказывает, как было отмечено, близость Черного и Каспийского морей и сложный рельеф. Влияние Черного моря на климат Предкавказья отличается от влияния Каспийского моря: в летнее время со стороны Черного моря на территорию Западного Предкавказья выносятся влажные воздушные массы Средиземноморских циклонов, которые больше увлажняются при перемещении по акватории Черного моря. А влияние Каспийского моря распространяется только на прибереговую полосу Восточного Предкавказья. Под влиянием сибирского антициклона в зимнее время на территории Восточного Предкавказья господствуют ветры восточного направления с образованием тумана до высоты 500-600м на восточных склонах Ставропольской возвышенности и предгорных районов (18)

Весной ослабевает влияние средиземноморских Циклонов. А осенью ослабевает влияние средиземноморских циклонов (Азорского максимума) и усиливается влияние Сибирского антициклона (возрастает вторжение холодных воздушных масс воздуха со стороны востока).

Как было отмечено, на термический режим территории Северного Кавказа положительно влияет ее расположение в относительно низких широтах, обуславливающих сравнительно большие высоты солнца и высокую интенсивность прямой солнечной радиации. Средняя годовая температура в предгорной равнинной зоне составляет: в Новороссийске 12,7°, Сочи 14,0°, Владикавказе 8,4°, Грозном 10,4°, Махачкале 11,6°, Дербенте 12,6° (17). Характеристика термического режима Предкавказья приведена в табл.3

Таблица 3

**Данные термического режима территории Предкавказья,
град (18)**

Станция	Средняя температура		t° из абсолютных минимумов	t° из абсолютный минимум	t° из абсолютный максимум
	Самого теплого месяца	Самого холодного месяца			
Новороссийск	23,7	2,5	-15	-24	37
Сочи	23,0	5,7	-6	-13	35
Кисловодск	19,0	-3,9	-19	-29	36
Владикавказ	20,1	-4,1	-20	-28	38
Грозный	23,8	- 4,0	-22	-32	42
Махачкала	24,5	-0,8	-16	-25	36
Дербент	24,7	1,1	-11	-17	34

На северном склоне Большого Кавказа с ростом высоты температура воздуха падает Средняя величина вертикального градиента температуры в течение года изменяется в пределах 0,47-0,66° на 100 м высоты с максимумом в теплое время года и с минимумом в холодное время.

В предгорных районах Северного Кавказа в середине зимы абсолютная влажность воздуха в среднем составляет 4-5мб. Влагосодержание воздуха в столбе атмосферы с высотой 7 км в январе в предгорной зоне Северного Кавказа составляет около 10кг/м², (Новороссийск). В июле, августе влагосодержание воздуха в этом столбе достигает 31,7кг/м² (Владикавказ), в октябре влагосодержание воздуха падает до 18,0кг/м² (Владикавказ) (19) и до 19,2 кг/м² (Новороссийск).

Многолетняя средняя годовая величина относительной влажности воздуха в сроки наблюдений 7,13 и 19 часов составляет соответственно в Новороссийске 76,66 и 74%, в Сочи – 74,68 и 78%, в Кисловодске – 77,58 и 78%, во Владикавказе – 81,66 и 83%, в Грозном 88, 65 и 85%, Буйнакске – 80,64 и 84%, в Махачкале – 79,70 и 81 %, в Дербенте – 80,75 и 82% (17) в высокогорной зоне Северного склона Большого Кавказа (ст.

Сулак в/г) в эти сроки величины относительной влажности равны только 57,54 и 63%, что связано с понижением температуры воздуха на больших высотах. Облачность является важной характеристикой климата. Сплошной облачный покров нижнего и среднего ярусов почти полностью задерживает прямую солнечную радиацию в направлении к подстилаю поверхности а ночью – эффективное излучение земли. На территории Северного Кавказа максимально облачными районами являются восточные склоны Ставропольской возвышенности и предгорные районы Восточного Предкавказья. В холодный период года на равнинной территории Предкавказья главным образом наблюдается внутримассовая слоистая облачность. Холодные воздушные массы восточного направления при переваливании через меридионально расположенную Ставропольскую возвышенность становятся нисходящими и в результате развития Феневых явлений на территории Западного Предкавказья количество облачности уменьшается.

В теплый период года барические градиенты и воздушные потоки направлены с запада на восток и в результате обострения процессов на западных склонах Ставропольской возвышенности и в предгорных районах Западного Предкавказья наблюдается резкое увеличение облачности. В теплый период года в результате увеличения температуры воздуха и подстилающей поверхности почвы а также таяния сезонного снежного покрова создаются благоприятные условия для образования конвективных форм облачности. Максимум многолетних среднемесячных величин общей и нижней облачности на равнинной территории Предкавказья отмечены в холодный период года: они колеблются в пределах 6,2-8,7 и 3,4-7,8 баллов. Максимум среднегодовой облачности нижнего яруса по многолетним данным отмечен на Кабардинской равнине и в районе Минеральных вод – 5,5 балла.

Продолжительность солнечного сияния на территории Западного Предкавказья в году составляет 1780 часов, а Восточного Предкавказья – 1740 часов.

Вероятность состояния ясного неба (0-2 балла) по общей облачности зимой в среднем изменяется в пределах: в Пятигорске 21(ХІІ)-24 (І), в Железноводске 17 (ІІ)-20 (ХІІ,І), в

Кисловодске 32(II)-39(I)%. Среднее количество ясных дней колеблется в пределах: в Пятигорске 2(II)-4(I), Железноводске 2(II)-3(XII,I), в Кисловодске 5(II)-7(XII,I). Сравнительно большие величины вероятности ясной погоды по общей облачности и среднего числа ясных дней в Кисловодске обусловлены его большей высотой (887м) по сравнению с Пятигорском и Железноводском, вследствие чего при низкой адвективной облачности (туман) он оказывается выше облачного слоя в отличие от Пятигорска (498м) и Железноводска (629м) (17).

Среднемесячное и годовое количество осадков по данным из (17) приведены в табл. 4. Как видно из этой таблицы, максимальное количество осадков в году наблюдается в Сочи (1350мм), минимальное – в Махачкале и Дербенте – 430 и 428 мм. Сравнительно большие величины годовых сумм осадков отмечены в Новороссийске и Владикавказе – 688 и 837мм.

Таблица 4

Среднемесячные итоговые количества осадков

Пункт	Месяц							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Новороссийск	64	60	48	49	41	51	70	40
Сочи оп. ст.	145	126	99	92	71	78	94	84
Кисловодск	11	14	22	45	94	113	108	74
Владикавказ	22	23	34	76	132	163	133	86
Грозный	17	21	23	38	64	81	64	56
Буйнакск	12	24	22	32	55	80	57	54
Махачкала	38	28	24	31	27	37	30	34
Дербент, маяк	32	33	25	26	20	24	19	18

Пункт	Месяц				XI-III	IV-X	год
	IX	X	XI	XII			
Новороссийск	58	48	70	86	328	360	688
Сочи оп. ст.	127	127	143	170	683	873	1356
Кисловодск	52	254	23	18	88	511	599
Владикавказ	74	45	35	23	138	690	837
Грозный	43	31	28	24	113	376	489
Буйнакск	56	34	24	17	99	367	466
Махачкала	54	43	19	44	177	253	430
Дербент, маяк	48	50	73	54	223	205	428

По данным многолетних наблюдений максимальное количество осадков в году наблюдается в Сочи (1356мм), минимальное в Махачкале и Дербенте (490 и 428мм).

В зависимости от количества выпавших твердых осадков продолжительность залегания сезонного снежного покрова для каждого района Предкавказья имеет свои особенности. В равнинных районах предкавказья и на предгорной территории снежный покров неустойчив, он характеризуется малой мощностью (высотой) и непродолжительностью залегания. Повторяемость зим с высотой снежного покрова 1-10 см составляет в Новороссийске 65%, в Сочи 81%. В этих пунктах повторяемость зим без снежного покрова составляет 35 и 15%. На северном склоне Большого Кавказа снеговая линия проходит на высоте 3500-3600м. Она зависит от количества выпавших твердых осадков, а также ориентации и наклона элементов горного рельефа.

ГЛАВА III

ЗАМОРОЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ (СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ)

Изучение генезиса, продолжительности и интенсивности поздних весенних и ранних осенних заморозков нацелено на решение таких крайне важных для сельскохозяйственного производства проблемы, как оценка морозостойкости территории с учетом ее общециркуляционных процессов, геоморфологических и микроклиматических условий, корректировка сроков сева и повышение урожайности ценных теплолюбивых культур, а также оптимальный выбор ареалов их произрастания и размещения. Для успешного решения этих вопросов научные исследования должны вестись в таких направлениях, как адаптация сельскохозяйственной растительности к низким температурам, детальный учет микроклиматических условий конкретных сельскохозяйственных угодий с целью рационального размещения различных сельхозкультур с учетом степени их морозостойкости, разработка мероприятий по ослаблению интенсивности ночного выхолаживания приземного слоя воздуха и подстилающей поверхности.

В работе на основе использования многолетних рядов наблюдений (1950-1987гг) над заморозками на 20 пунктах Ставропольского края, в той или иной степени имитирующих характерные региональные особенности физико-географических, общециркуляционных и микроклиматических черт территории, установлены основные закономерности их пространственно-временного распределения.

В результате обработки большого объема материала наблюдений с использованием статистических методов дан анализ генезиса поздних весенних и ранних осенних заморозков в Ставропольском крае, география их распределения с конкретизацией местоположения наиболее морозобойных районов и приведены такие характеристики, как средние даты (а также даты по отдельным годам) самых ранних осенних и самых поздних весенних заморозков в воздухе и на поверхности почвы; средняя и максимальная интенсивности заморозков в воздухе и на поверхности почвы весной и осенью; интенсивность поздних

весенних и ранних осенних заморозков в воздухе и на почве, а также даты их наступления; морозобойкость различных районов региона; число дней с заморозками весной и осенью в воздухе и на поверхности почвы по годам, а также их среднееголетние значения за апрель, май, сентябрь и октябрь в отдельности для каждого месяца; повторяемость поздних весенних заморозков различной интенсивности, число случаев (повторяемость) различной продолжительности ранних осенних и поздних весенних заморозков, повторяемость этих заморозков при различных грациях влажности почвы, скорости ветра, относительной влажности воздуха и различном состоянии неба (при различных баллах общей и нижней облачности).

В результате анализа большого объема фактического материала установлено, что в исследуемом районе заморозки имеют в основном адвективно-радиационный характер.

На основе сопоставления критических температур (минимальная температура, при которой вегетирующие сельхозкультуры повреждаются, или погибают) для различных наиболее полезных видов древесной и травянистой растительности с многолетними интенсивностями заморозков, наблюдавшихся до 1987г. проведено предварительное схематическое районирование территории



Рис.1 Карта схема Ставропольского края с пунктами наблюдений над заморозками

края с установлением оптимальных вариантов размещения различных сельхозкультур в зависимости от их морозобойности.

Формирование поздних весенних и ранних осенних заморозков, различной интенсивности помимо с адвекцией холодных арктических воздушных масс на территорию Ставропольского края, тесно связаны с локальным радиационным выхолаживанием (потеря тепла подстилающей поверхностью длинноволновым, или эффективным излучением) и могут меняться в широком диапазоне в зависимости от соотношения величин турбулентного потока тепла, теплового потока в почве и теплового потока от конденсации водяного пара на подстилающую поверхность (образование росы) с одной стороны и значением эффективного излучения с другой. Причем, радиационное выхолаживание приземного слоя воздуха и поверхности почвы, являясь сугубо локальным процессом, может

значительно изменяться даже в пределах небольшой территории в зависимости от характера микрорельефа и физических свойств (увлажнение, уплотнение, степень покрытости растительностью) подстилающей поверхности. Поэтому для более детального охвата территории наблюдениями над заморозками количество охваченных пунктов должны быть возможно максимальным.

С целью получения репрезентативных данных по средним датам наступления самого раннего и позднего заморозков информация станций с периодом наблюдений менее 15 лет была приведена к многолетнему периоду (не менее 30 лет) на основе построения отдельных корреляционных графиков связи между средним минимумом температуры в весенние и осенние месяцы и средними датами наступления последних, или первых заморозков для опорных станций с большим периодом наблюдения. График обычно имеет вид прямой линии или плавной кривой. Если такой график строится для большой территории, где наблюдается скачкообразное изменение средних минимальных температур и многолетних средних дат, (например, для районов, где наблюдается чередование различных форм рельефа с присущими им микроклиматическими условиями) то на графиках корреляционных связей наблюдается большое рассеяние точек, которое не поддается интерпретации. В этом случае короткие ряды приводятся к длинным методом разностей. Считая полученные прямые линии, или кривые репрезентативными для исследуемого региона, с них затем при известных средних минимальных значениях температуры для приводимой (короткопериодной) станции можно снять средние даты наступления первого, или последнего заморозка. По полученным данным строятся карты распределения многолетних средних дат наступления первого и последнего заморозков для исследуемой территории.

Крайние даты самых разных и самых поздних заморозков были найдены непосредственно из всего периода наблюдений (более 30 лет) (табл. 4,5).

Как видно из табл. 4,5 самые ранние заморозки на территории Ставропольского края отмечены в воздухе в Бу-

денновске 6/09, на поверхности почвы – на станциях Дивное и Благодарное 11,09.

Самые поздние весенние заморозки отмечены в воздухе в Черкесске 17/05, а на поверхности почвы на станции Благодарное 22/05. Как показывают результаты анализа дат последних заморозков, их отклонение от средней многолетней даты варьируют в широком диапазоне – до двух месяцев.

Для характеристики морозобойности территории решающее значение имеет интенсивность наблюдавшихся здесь заморозков, как в приземном слое воздуха, так и на поверхности почвы.

Таблица 4

Самые ранние осенние заморозки в Ставропольском крае за период с 1960 по 1987 г.

№	Название станции	Дата Числитель воздух Знаменатель – почва
1.	Красногвардейское	$\frac{17.09}{17.09}$
2.	Дивное	$\frac{26.09}{11.09}$
3.	Новоалександровское	$\frac{17.09}{17.09}$
4.	Арзгир	$\frac{19.09}{18.09}$
5.	Ставрополь	$\frac{26.09}{18.09}$
6.	Благодарное	$\frac{18.09}{11.09}$
7.	Курсавка	$\frac{18.09}{18.09}$

8.	Черкесск	<u>26.09</u> 19.09
9.	Ольгино	<u>26.09</u> 19.09
10.	Н-Павловская	<u>18.09</u> 18.09
11.	Зеленчукская	<u>18.09</u> 29.08
12.	Светлоград	<u>18.09</u> 18.09
13.	Буденовск	<u>06.09</u> 22.09
14.	Зеленокумск	<u>24.09</u> 30.09
15.	Изобильный	<u>26.09</u> 20.09
16.	Александровск	<u>18.09</u> 18.09
17.	Мин-Воды	<u>26.09</u> 27.09
18.	Невинномыск	<u>30.09</u> 30.09
19.	Пятигорск	<u>18.09</u> 18.09
20.	Рощино	<u>26.09</u> 26.09
21.	Георгиевск	<u>21.09</u> 16.09

Таблица 5

**Самые поздние весенние заморозки в Ставропольском крае
за период с 1960 по 1987 г.**

№	Название станции	Дата Числитель воздух Знаменатель – почва
1.	Красногвардейское	$\frac{10.05}{12.05}$
2.	Дивное	$\frac{10.05}{20.05}$
3.	Новоалександровское	$\frac{10.05}{11.05}$
4.	Арзгир	$\frac{10.05}{21.05}$
5.	Ставрополь	$\frac{10.05}{11.05}$
6.	Благодарное	$\frac{11.05}{22.05}$
7.	Невинномысск	$\frac{11.05}{02.05}$
8.	Черкесск	$\frac{17.05}{16.05}$
9.	Зеленчукская	$\frac{12.05}{15.06}$
10.	Н-Павловская	$\frac{10.05}{15.06}$
11.	Рощино	$\frac{28.04}{06.05}$
12.	Светлоград	$\frac{21.04}{01.05}$

13.	Буденовск	<u>24.09</u> 30.09
14.	Зеленокумск	<u>25.04</u> 21.05
15.	Изобильный	<u>21.04</u> 02.05
16.	Мин-Воды	<u>25.04</u> 16.05
17.	Георгиевск	<u>23.04</u> 16.05
18.	Пятигорск	<u>25.04</u> 16.05

Нами были рассчитаны для 15 пунктов Ставропольского края величины средней интенсивности поздних весенних и ранних осенних заморозков в воздухе и на почве по многолетним данным (1950-1987гг.). Были также определены максимальные интенсивности заморозков за это же период. Как показывает анализ результатов наблюдений, средняя интенсивность поздних весенних заморозков на территории Ставропольского края изменяется в воздухе от $-0,5^{\circ}$ (Ново-Александровское) до $-2,2^{\circ}$ (Черкесск), на поверхности почвы – от $-0,5^{\circ}$ - $0,6^{\circ}$ (Дивное, Ставрополь) до $-1,9^{\circ}$ (Ново-Александровское, Ново-Павловское). А средняя интенсивность ранних осенних заморозков на территории Ставропольского края варьирует в пределах: в воздухе от $-0,4^{\circ}$ (Ставрополь) до $-2,7^{\circ}$ (Черкесск), на поверхности почвы от $-0,6^{\circ}$ (Ставрополь) до $-5,0^{\circ}$ (Черкесск). Наибольшая интенсивность заморозков в воздухе и на поверхности почвы соответственно составляет весной $-4,1^{\circ}$ (Арзгир) и $-3,6^{\circ}$ (Красногвардейское), осенью $-6,0^{\circ}$ (Александровское) и $-7,1^{\circ}$ (Александровское).

Средние многолетние даты прекращения самых поздних заморозков весной и наступление самых ранних заморозков осенью, также, как и крайние даты, являются малоинформативными для оценки морозобойности территории в период

наступления различных фаз вегетации (появление всходов, цветение и т.д.) ценных сельскохозяйственных культур, когда в силу протекающих в них специфических физиологических процессов (интенсивный процесс перехода сахара в крахмал они становятся наиболее чувствительными к незначительным понижениям температуры. Для решения этой проблемы необходимо располагать фактическими многолетними данными о вероятности наступления заморозков различной интенсивности именно за эти промежутки (пентады, декады) времени. По этим данным строятся кривые суммарной вероятности наступления безморозного периода, где на оси абсцисс откладываются отклонения последнего мороза от средней даты за каждый морозобойный месяц, а на оси ординат – проценты.

Существует три способа для построения кривой суммарной вероятности наступления безморозного периода (20). Они в основном приводят к идентичным результатам.

По первому способу расчетная схема выполняется в следующем порядке: По многолетней информации определяется повторяемость дат заморозков по пентадам (число случаев по градациям) и рассчитывается вероятность наступления заморозков в отдельные годы по градациям в процентах от общего числа лет наблюдений. Для построения кривой обеспеченности подсчитываются суммы случаев (число лет) за весь период наблюдения по градациям от самой ранней даты до поздней. Суммарная вероятность наступления безморозного периода определяется (%) как частное от деления сумм случаев (число лет) на продолжительность общего периода наблюдений за данных морозобойный весенний месяц по градациям. Суммы случаев за пентаду откладываются на оси абсцисс, а суммарные вероятности, соответствующие этим случаям – на оси ординат. По полученному графику определяется частота наступления (вероятность) данного явления (заморозка) к определенной весенней дате. Нами по этой методике были построены кривые суммарной вероятности наступления заморозков на некоторых пунктах Ставропольского края, расположенных в различных физико-географических и микроклиматических условиях (рис. 2-8). Кривые суммарной вероятности далее аналитически были представлены в виде парабол второго порядка, причем,

продолжительность наступления поздних весенних заморозков нами определялась как общая сумма календарных дней за апрель, май и первую половину июня с началом отсчета первого апреля т.е. 75 дней.

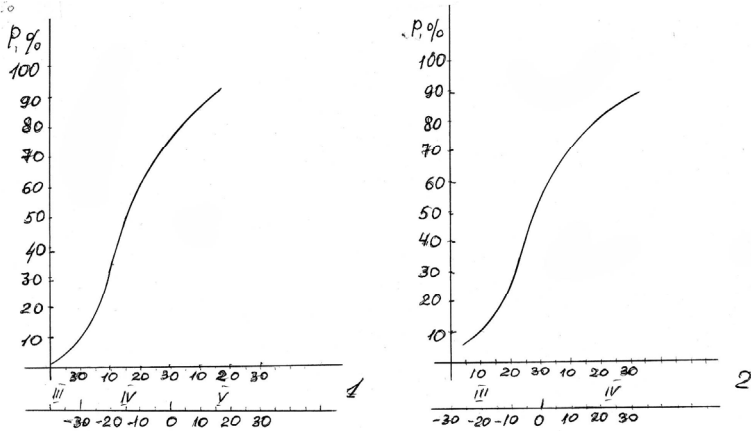


Рис 2. Кривые интегральной вероятности наступления безморозного периода в Буденновске
 1- почва 2 – воздух

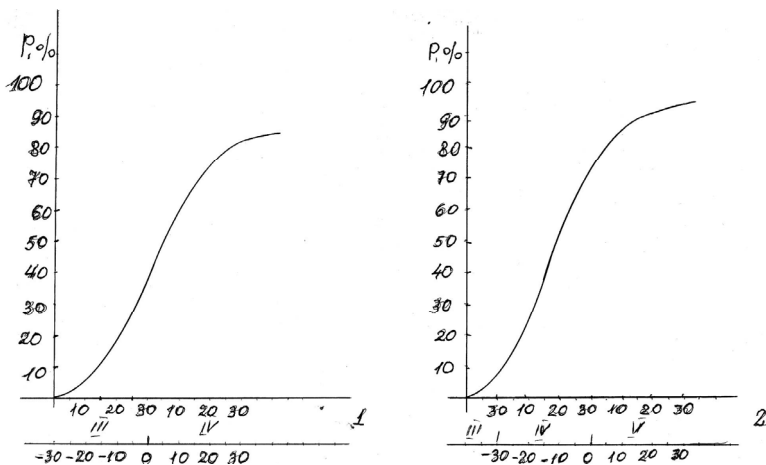
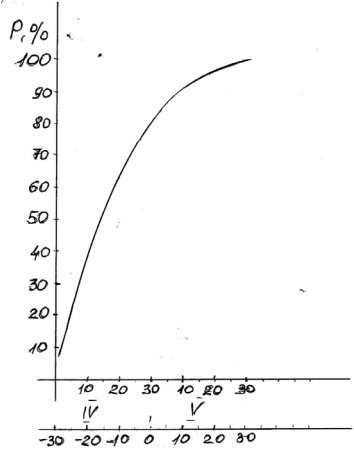
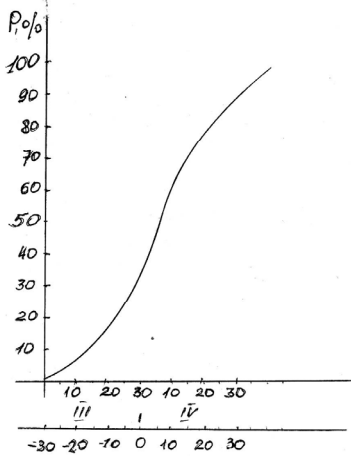
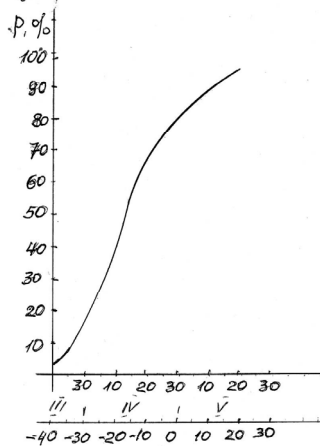
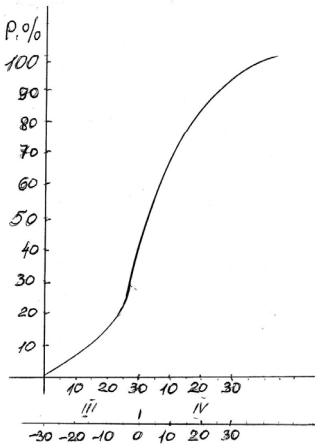


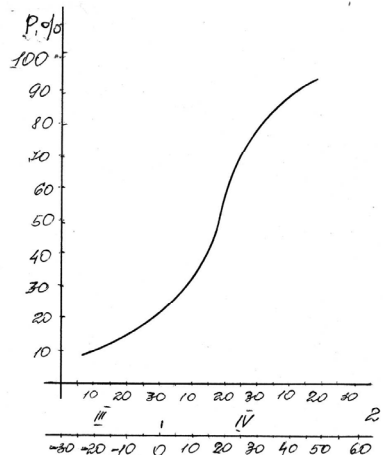
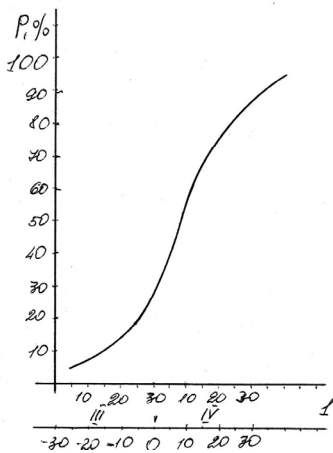
Рис 3. Кривые суммарной вероятности наступления безморозного периода на станции Дивное
 1 – Воздух 2 – Почва



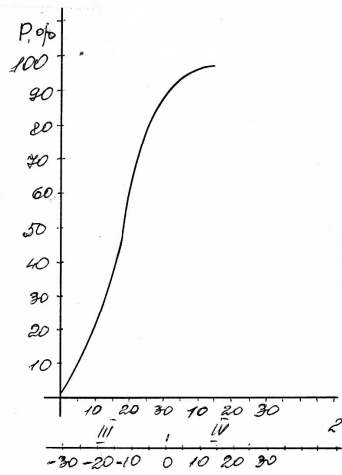
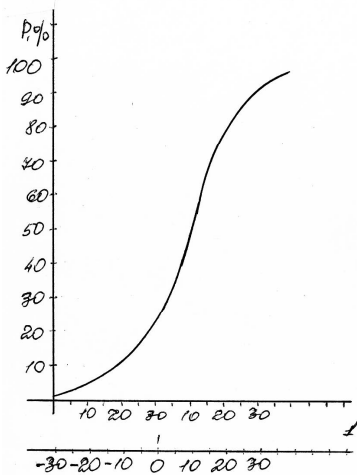
**Рис 4. Кривые суммарной вероятности наступления безморозного периода на станции Благодарный
1 – воздух 2- почва**



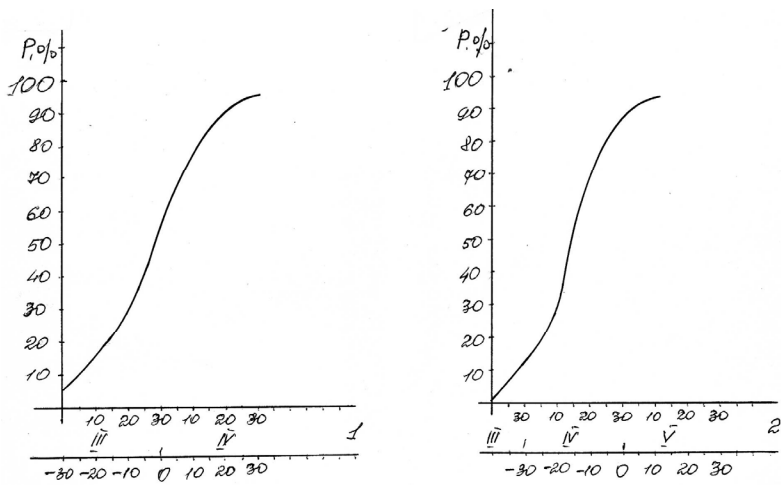
**Рис 5. Кривые суммарной вероятности наступления безморозного периода на станции Арзгир
1 – воздух 2 – почва**



**Рис 6. Кривые суммарной вероятности наступления безморозного периода на станции Георгиевск
1 – воздух 2 – почва**



**Рис 7. Кривые суммарной вероятности наступления безморозного периода на станции Пятигорск
1 – воздух 2 – почва**



**Рис 8. Кривые суммарной вероятности наступления безморозного периода на станции Изобильный
1 – воздух 2 – почва**

Как видно из рис. 2-8, построенных для пунктов Дивное, Изобильный, Георгиевск, Пятигорск, Арзгир, Буденновск, Благодарный, для того, чтобы определить, как часто (с какой вероятностью) к заданному числу наблюдается поздний весенний заморозок, надо на оси абсцисс найти данную дату (число месяца) и с этой точки провести параллельную оси ординат прямую до пересечения кривой суммарной вероятности. Полученная точка дает вероятность наступления безморозного периода в воздухе (на поверхности почвы) к заданному числу. Например, к 20 апреля по нашим данным вероятность наступления безморозного периода в воздухе и на поверхности почвы составляет соответственно на станции Дивное 76 и 57%, Изобильный 87 и 58%, Георгиевск 75 и 55%, Арзгир 82 и 58%. Для этих пунктов, снимая с кривой вероятностей значения, соответствующие определенной дате, была составлена таблица вероятности наступления безморозного периода в отдельные годы ранее, интересующих дат в зависимости от средней.

Таблица 6

Вероятность (%) наступления безморозного периода в отдельные годы ранее указанных дат (в зависимости от средней даты) в воздухе

пункт	средняя дата	март				апрель						май					
		15	20	25	30	1	6	11	16	21	26	1	6	11	16	21	26
Благодарный		10	16	23	36	38	48	65	75	82	87	98	99				
Буденовск		15	24	38	52	53	65	71	76	82	86	89	92	94	96		
Арзгир		10	14	20	38	40	62	66	75	83	88	91					
Пятигорск		6	8	11	21	23	32	47	64	82	90	93	96				
Георгиевск		8	11	15	25	26	45	62	68	75	86	88	90	95	100		
Дивное		10	18	30	40	42	51	64	73	80	86						
Изобильный		16	25	32	45	46	56	70	81	86	92	98	100				

Таблица 7

Вероятность наступления безморозного периода ранее указанных дат на почве в зависимости от средней даты (%)

пункт	март				апрель						май				
	15	20	25	30	1	6	11	16	21	26	1	6	11	16	21
Буденовск		2	5	10	10	20	36	52	65	73	79	85	90	94	98
Арзгир		6	7	15	18	30	40	55	70	77	83	87	91	94	97
Пятигорск						2	18	30	60	80	90	95	97	100	
Георгиевск	10	13	16	20	22	25	23	44	55	68	80	87	93	98	
Дивное		2	4	12	14	20	30	52	65	78	87	90	94	97	
Изобильный		3	5	9	11	16	29	43	56	70	78	84	90	94	96
Благодарный					5	20	32	48	62	72	82	87	91	95	97

Зависимость $P = f(n)$, где P – суммарная вероятность наступления безморозного периода %, n – число календарных дней (из продолжительности периода в течение которого отмечаются поздние весенние заморозки) аналитически представляется в виде парабол второго порядка.

Станция Буденновск воздух ($n=70$ дней: с 1 марта по 10 мая)

$$P = -21.89 + 2.94n - 0.018n^2 \quad (1)$$

поверхность почвы

$$P = -21.68 + 2.357n - 0.009n^2 \quad (2)$$

Расчеты показывают, что при изменении значения n от 10 (10 марта) до 70 (10мая) в зависимости (1) величина P изменяется от 5 до 96%, что очень близко к величинам P , снятым с соответствующей кривой суммарной вероятности наступления безморозного периода для этой станции.

Арзгир (воздух, $n=71$ день, I/III-10/Y)

$$P = -24.24 + 2.68n - 0.013n^2 \quad (3)$$

Арзгир (почва, $n=51$ день, 20/III-10/Y)

$$P = -22.10 + 3.901n - 0.0309n^2 \quad (4)$$

Пятигорск (воздух, $n=71$ день, I/III-10/Y)

$$P = -21.28 + 1.731n - 0.0018n^2 \quad (5)$$

Дивное (воздух, $n=71$ день, I/III-10/Y)

$$P = -23.67 + 2.606n - 0.0115n^2 \quad (6)$$

Дивное (почва, $n=51$ день, 20/III-10/Y)

$$P = -26.82 + 3.644n - 0.0259n^2 \quad (7)$$

Благодарный (воздух, $n=71$ день, I/III-10/Y)

$$P = -22.04 + 2.388n - 0.0086n^2 \quad (8)$$

Величины среднего квадратического отклонения σ , рассчитанные по аналитическим выражениям (1)-(8) и снятые с кривых $P = f(n)$, построенных по данным наблюдений, показывает их близость друг к другу. Например, для станции Благодарный в случае поверхности почвы $\sigma = 2.3$.

Надо отметить, что при $n=0$ величины P принимают отрицательные значения, что соответствует физической сущности явления: при наличии периода, когда температура воздуха, или поверхности почвы постоянно ниже нуля, вероятность

наступления безморозного периода к какой-либо дате из этого периода естественно равна нулю (или меньше нуля при продолжении ветви кривой) $P = f(n)$ в сторону отрицательных значений оси ординат). Естественно, что вероятность очень раннего наступления безморозного периода минимальна, или равна нулю, и она становится к лету (к примеру в середине июня) равной 100%. Приведенные на рис. (2)-(8) графики зависимости $P = f(n)$ являются удобными в деле оперативного определения частоты наступления (вероятности) ранних весенних заморозков к определенной, интересующей нас весенней дате.

Заметим, что кривые суммарной вероятности любой формы (симметричные, асимметричные) можно построить также по величинам отклонений дат от средней. В этом случае определяется весь диапазон отклонений дат от средней даты включающих, как положительные, так и отрицательные отклонения, разбитые по определенным градациям (по пентадам, декадам). Рассчитывая число случаев отклонений в обе стороны по градациям за весь период, а также число лет для каждой градации отклонений, которое в сумме дает общую продолжительность наблюдений за заморозками, делением числа лет на общую продолжительность периода определяется суммарная вероятность (%). Для построения кривой суммарной вероятности на оси абсцисс наносятся две шкалы: шкала дат (через пентадц, декаду) и шкала отклонений (обычно от -30 до +40 суток), а на оси ординат-величины суммарной вероятности для некоторых пунктов Ставропольского края. Они оказались очень близкими к аналогичным, рассчитанным первым способом для тех же пунктов.

Кривые вероятностей для тех же пунктов были рассчитаны нами аналитическим способом с использованием формулы

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma \alpha^2}{n}} \quad (9)$$

где $\Sigma \alpha^2$ – сумма квадратов отклонений от средней
 n – число лет наблюдений (продолжительность рядов наблюдений). При этом, для построения кривых с определенной

симметричность были использованы следующие значения коэффициентов (в зависимости от величин вероятности), приведенные в табл.8

Таблица 8
Значения коэффициентов в зависимости от величин вероятности

Вероятность %	50	60	70	80	90	100
	50	40	30	20	10	0
Коэффициент	0	± 0,25	±0,52	±0,84	±1,28	±2,25

Вероятность наступления безморозного периода, рассчитанная по формуле (9) для некоторых станций Ставропольского края (Георгиевск), приведены в табл.9. Период продолжительности наблюдений для этих расчетов – n составляет 19 лет. Вспомогательный материал для расчета величин, помещенных в табл. 8, приведены в табл. 1 приложения.

По величинам σ , рассчитаны нами для ряда морозобойных пунктов Ставропольского края, можно составить карту-схему распределения σ по его территории. Причем, при наличии существенной разницы в значениях σ в отдельных пунктах вычисляется среднее значение σ для всего района.

Характеристика морозоопасности станций Ставропольского края приведена в табл. 9.

Таблица 9
Характеристика морозоопасности станций Ставропольского края

№	Пункт	Поздние весенние заморозки			
		в воздухе		Средняя дата заморозка	
		на почве	на почве	в воздухе	на почве
1	2	3	4	5	6
1	Ольгино	10.V	12.V	20.IV	20.IV
2	Черкесск	17.IV	11.V	16.IV	19.IV
3	Золотушка	12.V	12.V	23.IV	22.IV
4	Н-Павловская	10.V	11.V	22.IV	21.IV
5	Зеленчукская	12.V	15.VI	24.IV	26.IV

6	Ставрополь	10.V	10.V	22.IV	21.IV
7	Прикумск	11.V	11.V	25.IV	20.IV
8	Александровское	25.IV	12.V	20.IV	22.IV
9	Невинномысск	02.V	02.V	23.IV	19.IV
10	Кусавка	11.V	11.V	212.IV	21.IV
11	Дивное	10.V	10.V	22.IV	21.IV
12	Красногвардейское	10.V	12.V	23.IV	23.IV
13	Арзгир	10.V	11.V	22.IV	22.IV
14	Сетлоград	10.V	12.V	24.IV	21.IV
15	Благодарное	11.V	12.V	21.IV	22.IV
16	Н-Александровск	12.V	11.V	24.IV	23.IV
	Наиболее поздние даты заморозков	12.V	15.VI	25.IV	26.IV

№	Пункт	Ранние осенние заморозки					
		в воз-духе	в почве	средняя дата		в воз-духе	на почве
1	Ольгино	26.IX	18.IX	8.IX	9.IX	170	170
2	Черкесск	26.IX	18.IX	10.X	9.X	162	172
3	Золотушка	18.IX	18.IX	9.X	7.X	168	167
4	Н-Павловская	18.IX	18.IX	8.X	8.X	168	169
5	Зеленчукская	18.IX	29.VIII	7.X	6.X	165	162
6	Ставрополь	5.X	18.IX	10.X	7.X	170	168
7	Прикумск	23.IX	22.IX	6.X	7.X	163	169
8	Александровское	18.IX	18.IX	5.X	5.X	162	165
9	Невинномысск	18.IX	28.IX	9.X	9.X	167	172
10	Курсавка	18.IX	18.IX	7.X	7.X	167	168
11	Дивное	26.IX	24.IX	7.X	7.X	168	168
12	Красногвардейское	17.IX	17.IX	3.X	3.X	161	162
13	Арзгир	19.IX	18.IX	3.X	5.X	163	165
14	Светлоград	18.IX	18.IX	5.X	8.X	162	169
15	Благодарное	18.IX	18.IX	4.X	5.X	165	165
16	Н-Александровское	17.IX	17.IX	4.X	7.X	165	166
17	Наиболее ранняя дата заморозков	17.IX	16.IX				

Таблица 10

Вероятность наступления безморозного периода в Ставропольском крае (расчет проведен по формуле $\sigma = \sqrt{\frac{\sum \alpha^2}{n}}$.

Верхняя строка – воздух, нижняя – поверхность почвы

Пункт	Показатель	Вероятность, %										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Георгиевск	Коэффициент	-2,25	-1,28	-0,84	-0,52	-0,25	0	0,25	0,52	0,84	1,28	2,15
	Отклонение	-32,0	-14	-12	-7	-4	0	4	7	12	18	32
	Дата по отклонениям от средней	27.II	14.III	20.III	25.III	28.III	1.IV	5.IV	8.IV	13.IV	19.IV	2.V

Как видно из табл. 9, средняя дата наступления поздних весенних заморозков в воздухе и на почве на всех рассматриваемых пунктах отмечена во второй половине апреля, а ранних осенних заморозков – в обоих случаях в первой декаде октября. Продолжительность безморозного периода изменяется в воздухе от 161 (Красногвардейское) до 170 дней (Ставрополь) на поверхности почвы от 162 (Ставрополь, Красногвардейское) до 172 (Черкесск, Невинномысск).

Ввиду того, что критические температуры для различных видов вегетирующих сельхозрастений неодинаковы и зависят от фазы их развития, наряду со средними и крайними датами прекращения поздних весенних и наступления ранних осенних заморозков, необходимо знать средние сроки наступления заморозков различной интенсивности (-1, -2, -3, -4, -5° и т.д.) и их вероятность.

В табл. 11 как пример, приведены значения критических температур для некоторых видов сельскохозяйственных культур, культивирующихся в Ставропольском крае.

Таблица 11

Критические значения температур, град.

вид культуры	объект воздействия заморозков	критич, в град.
1	2	3
Яблоки вишни	бутоны	-4
груша абрикос	цветы	-2
Персик	Завязи	-1
Малина Клубника	цветы и завязи	-2

Виноград	Распустившиеся почки цветы	-1
Арбузы, дыни	Всходы и цветы	-1
Томаты	То же	-2
Огурцы	То же	-1,-2
Кукуруза	Всходы цветы	-3
Картофель	Всходы и ботва	-2
Подсолнух	Цветы	-1,-3
Просо	Всходы	-3
Овес	То же	-3
Ячмень	То же	-8,-9
Яровая	Всходы	-7,-8
Пшеница	Цветы	-8,-10

Из анализа данных, приведенных в табл. 12 видно, что диапазон изменения критических температур для основных сельскохозяйственных культур Ставропольского края изменяется от 0 до -10° .

Как показывает анализ средней и наибольшей интенсивности поздних весенних заморозков в воздухе и на поверхности почвы в Ставропольском крае (табл. 11) они могут достигать $-5,0^{\circ}$ и больше.

Таблица 12

Величины средней и наибольшей интенсивности поздних весенних и ранних осенних заморозков в воздухе и на поверхности почвы (1950-1967г.г) град.

№		Интенсивность заморозков (град.)							
		поздних весенних				ранних осенних			
		воздух		почва		воздух		почва	
1	Красногвардейское	-1,0	-2,0	-1,4	-3,6	-1,2	-3,9	-1,4	-4,1
2	Дивное	-1,7	-3,0	-0,6	-1,6	-0,9	-1,3	-1,0	-2,0
3	Н-Александровское	-0,6	-1,0	-1,8	-2,0	-1,4	-4,2	-1,8	-5,5
4	Петровское	-1,3	-4,0	-1,9	-2,2	-1,7	-3,7	-1,5	-3,2
5	Арзгир	-1,3	-4,0	-0,8	-1,7	-1,1	-2,1	-1,2	-4,0
6	Ставрополь	-1,4	-3,5	-0,6	-1,0	-0,4	-0,6	-0,6	-1,0
7	Благодарное	-1,3	-2,0	-0,9	-2,2	-1,6	-4,2	-1,6	-3,5
8	Невинномысск	-1,7	-2,0	-0,8	-2,2	-2,3	-5,4	-1,7	-2,2
9	Курсавка	-1,6	-3,0	-1,1	-1,1	-2,0	-5,1	-1,5	-3,0
10	Черкесск	-2,0	-2,8	-0,9	-1,0	-2,6	-4,0	-4,9	-4,9
11	Ольгино	-1,4	-3,0	-1,2	-3,4	-2,2	-4,8	-1,5	-4,2
12	Золотушка	-1,2	-3,0	-1,5	-2,6	-1,3	-4,5	-1,4	-4,0
13	Новопавловская	-1,0	-2,5	-1,7	-2,3	-1,6	-4,1	-2,9	-2,8

Примечание: в каждом столбике слева средняя, справа – максимальная интенсивность заморозков.

Сопоставление критических значений температур из табл. 11 со средними и максимальными интенсивностями заморозков (табл.12) показывает, что значительная площадь территории Ставропольского края является в той или иной степени морозобойной, предопределяющей определенный риск в культивации большинства бахчевых и плодово-ягодных культур в особенности в фазах цветения и образования завязи.

Большую роль в оценке морозобойности территории играет повторяемость заморозков. По данным за 1950-1987 гг общее количество дней с поздними весенними заморозками на исследуемой территории изменялось в воздухе от 3 (Ново-Александровское) до 22 (Золотушка), а на таких станциях, как Ольгино, Александровской, Курсавка, Арзгир, Благодарное число дней с заморозками в воздухе весной изменялось от 13 до 16, на поверхности почвы оно варьировало от 6 (Невинномысск) до 61 (Золотушка), а в пунктах Ольгино, Александровское, Курсавка, Арзгир, Благодарное, число дней с заморозками весной на поверхности почвы колеблется от 38 (Ольгино) до 53 (Благодарное). Особенно много дней с ранними весенними заморозками, как в воздухе, так и на поверхности почвы отмечено в пункте Зеленчукская (44 и 81 день соответственно), что обусловлено ее сравнительно большей абсолютной высотой (929м абс.) и эти данные не могут быть репрезентативными в характеристике экстремальных условий морозобойности территории Ставропольского края.

Наряду с общей повторяемостью (частотой наступления) большую роль играет и повторяемость заморозков различной интенсивности. Как общая повторяемость, так и повторяемость заморозков по грациям интенсивности, максимальных значений достигает при благоприятных метеорологических ситуациях (штиль или скорость ветра меньше 2м/с, количество обей облачности 0-2 балла, относительная влажность 80-100%, при адвективных заморозках количества облачности может достичь 10 баллов). По данным наблюдений за 37 лет повторяемость (число случаев) поздних весенних заморозков различной интенсивности по территории Ставропольского края имела следующую

щие значения: в воздухе с интенсивность $-0,1^{\circ}$ - $0,5^{\circ}$ -37, $-0,6^{\circ}$ - $1,0^{\circ}$ -20, $-1,1^{\circ}$ - $2,0^{\circ}$ -21, $-2,1^{\circ}$ - $3,0^{\circ}$ -6, $-3,1^{\circ}$ - $4,0^{\circ}$ всего 4 случая; на поверхности почвы с интенсивностью $-0,1^{\circ}$ $-0,5^{\circ}$ -35, $-0,6^{\circ}$ $-1,0^{\circ}$ -54, $-1,1^{\circ}$ - $2,0^{\circ}$ -57, $-2,1^{\circ}$ $-3,0^{\circ}$ -18, $-3,1^{\circ}$ - $4,0^{\circ}$ -5, $-4,1^{\circ}$ $-5,0^{\circ}$ -2, $-5,1^{\circ}$ и более 2 случая. Повторяемость ранних осенних заморозков различной интенсивности имела следующие значения: в воздухе с интенсивностью $-0,1^{\circ}$ $-0,5^{\circ}$ -29, $-0,6^{\circ}$ $-1,0^{\circ}$ -24, $-1,1^{\circ}$ $-2,0^{\circ}$ -21, $-2,1^{\circ}$ $-3,0^{\circ}$ -12, $-3,1^{\circ}$ $-4,0^{\circ}$ -6, $-4,1^{\circ}$ $-5,0^{\circ}$ -7, $-5,1^{\circ}$ и более 6 случаев; на поверхности почвы $-0,6^{\circ}$ $-1,0^{\circ}$ -45, $-1,1^{\circ}$ $-2,0^{\circ}$ -39, $-2,1^{\circ}$ $-3,0^{\circ}$ -15, $-3,1^{\circ}$ $-4,0^{\circ}$ -13, $-4,1^{\circ}$ $-5,0^{\circ}$ и более 5 случаев.

Зависимость и ранних осенних заморозков в воздухе и на поверхности почвы, $n = f(t)$ где n повторяемость поздних весенних и ранних осенних заморозков в воздухе и на поверхности почвы, а t интенсивность заморозков, аналитически представляется так:

Поздние весенние заморозки в воздухе

$$n = 40.0 + 10t \quad (10)$$

Ранние осенние заморозки в воздухе

$$n = 30.48 + 4.81t \quad (11)$$

на поверхности почвы

$$n = 53.15 + 8.30t \quad (12)$$

В выражениях t изменяется от $-0,1$ до -5°C и более. Таким образом, с увеличением интенсивности заморозков их повторяемость (вероятность наступления) резко уменьшается. Исключение из этого правила составляет повторяемость поздних весенних заморозков на почве с увеличением их интенсивности. В этом случае с ростом интенсивности до $-2,0^{\circ}$ повторяемость монотонно возрастает достигая максимума при $-2,0^{\circ}\text{C}$, а с дальнейшим увеличением интенсивности заморозков их повторяемость все время убывает достигая минимума при $-5,0^{\circ}$ и ниже. Помимо частоты наступления и интенсивности заморозков, большое значение в характеристике морозобойности территории имеет также повторяемость (число случаев различной продолжительности) поздних весенних и ранних осенних заморозков). Как следует из анализа многолетней информации повторяемость (число случаев) различной продолжительности поздних весенних заморозков распределяется так: на поверх-

ности почвы при продолжительности заморозков равной 1ч – 155, 2ч – 45, 3ч – 18, 4ч-8, 5,6,7,8ч – по 2 дня, в воздухе при 1 ч – 54, 2ч – 23, 3ч – 6 и 4 ч – 2 дня, в случае ранних осенних заморозков на почве при продолжительности 1ч – 138, 2ч – 48, 3ч – 20, 4ч – 17 и 5ч – 1 день (случай), в воздухе при продолжительности заморозков в 1ч – 83, 2ч – 16, 3ч – 14, и 4ч – 5 дней (случаев) зависимость $n = f(x)$, где x повторяемость (число случаев) различной продолжительности поздних весенних и ранних осенних заморозков в воздухе и на почве на 16 пунктах Ставропольского края, а n – продолжительность заморозков в воздухе и на почве в часах на этих же пунктах (Ольгино, Черкесск, Золотушка, Н-Павловская, Зеленчукская, Ставрополь, Прикумск, Александровской, Невинномысск, Кусавка, Дивное, Красногвардейская, Арзгир, Светлоград, Благодарное, Н-Александровское) аналитически представляется в виде показательных функций:

Поздние весенние и ранние осенние заморозки на почве:

$$n = 152.2l^{-0.6311x} \quad (13)$$

Поздние весенние и ранние осенние заморозки в воздухе:

$$n = 56.28l^{-0.4782x} \quad (14)$$

Наблюдается определенная закономерность в распределении повторяемости (числа случаев) поздних весенних и ранних осенних заморозков при различной скорости ветра. С увеличением скорости ветра количество этих заморозков, как правило, уменьшается, достигая минимальных значений при $V > 8$ м/с. Зависимость $n = f(v)$, где v - скорость ветра в м/с, для Ставропольского края аналитически представляется в виде показательных функций:

поздние весенние и ранние осенние заморозки на поверхности почвы

$$n = 100.2l^{-4338v} \quad (15)$$

поздние весенние и ранние осенние заморозки в воздухе

$$n = 51.76l^{-4000v} \quad (16)$$

Как показывает анализ результатов наблюдений, с ростом относительной влажности повторяемость поздних весенних и ранних осенних заморозков возрастает. Для рассматриваемых 18 пунктов Ставропольского края зависимость $n = f(E)$, где E -

относительная влажность воздуха в % представляется в виде прямых линий (рис.11). ранние осенние и поздние весенние заморозки на поверхности почвы

$$n = 1.25E - 64.5 \quad (17)$$

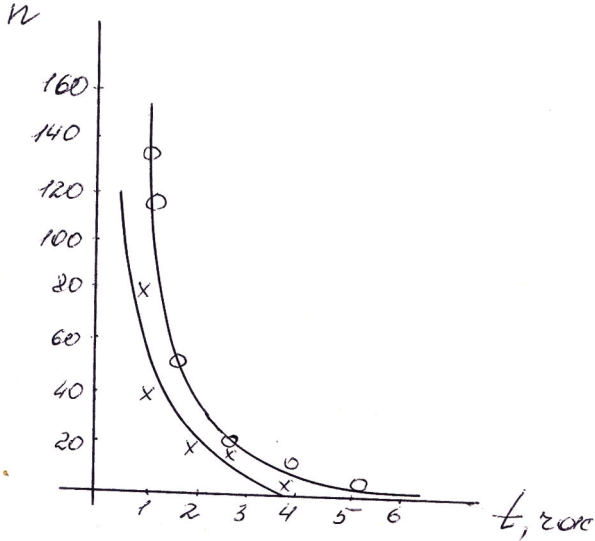


Рис 9. Зависимость $n = f(t)$ на почве и в воздухе весной(x) и осенью (o)

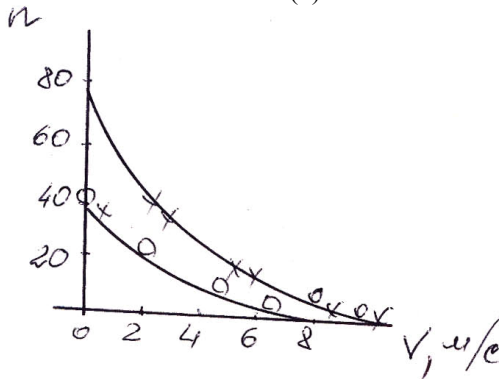


Рис.10 Зависимость $n = f(v)$ для поздних весенних и ранних осенних заморозков на почве (x) и в воздухе (o)

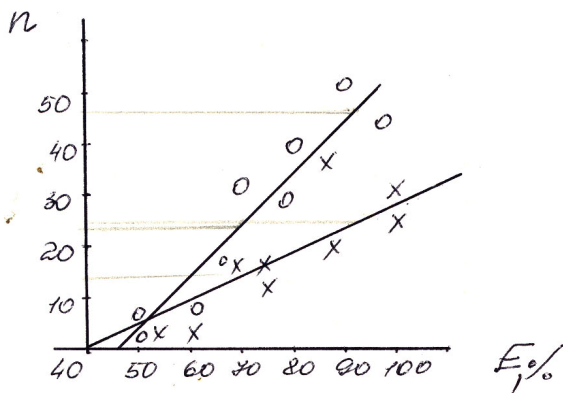


Рис.11 Зависимость $n = f(E)$ для поздних весенних и ранних осенних заморозков на почве (x) и в воздухе (o)

где E изменяется от 50 до 100% включительно. Ранние осенние и поздние весенние заморозки в воздухе:

$$n = 0.45E - 17.5 \quad (18)$$

В выражении (18) E изменяется в пределах 40-100%

Что касается повторяемости (число случаев) поздних весенних и ранних осенних заморозков при различном состоянии неба, то, как известно, при ясном небе они в основном определяются радиационным выхолаживанием подстилающей поверхности путем эффективного излучения. Вследствие этого при количестве облачности 0-2 балла на 16 анализируемых пунктах Ставропольского края повторяемость ранних осенних заморозков на почве составила 122, а в воздухе 64, а повторяемость поздних весенних заморозков оказалась равной соответственно 135 и 63.

При градации облачности 3-7 баллов число случаев как поздних весенних, так и ранних осенних заморозков в воздухе и на почве минимально, а при пасмурном небе (градация облачности 8-10 баллов) повторяемость заморозков всех видов как в воздухе, так и на почве резко падает по сравнению с их повторяемостью при 3-7 баллах облачности: осенью в воздухе в 6 раз,

на почве в 3 раза, весной на почве в 2 раза. Это явление обусловлено адвекцией холодных воздушных масс при их меридиональной циркуляции в направлении с севера на юг.

Что касается крайних дат (самые поздние весенние и самые ранние осенние заморозки) наступления заморозков на территории Ставропольского края, то самые ранние осенние заморозки на поверхности почвы могут наблюдаться в конце августа (например, 29 августа 1950г. на станции Зеленчукская наблюдался заморозок на почве с интенсивность $-1,5^{\circ}$, а 5/IX-65г. в Пятигорске на почве был отмечен заморозок с интенсивностью $-2,0^{\circ}$). Заморозки в сентябре на почве по всей территории уже не редки (18/IX-1952г. на девяти пунктах были отмечены заморозки на почве с максимальной интенсивностью $-3,7^{\circ}$, 18/IX-1958г. то же на девяти пунктах были отмечены заморозки с интенсивностью до -3°). Самые поздние весенние заморозки в воздухе и на поверхности почвы в Ставропольском крае наблюдаются в мае (например 10-15/V – 1952г. заморозки как в воздухе, так и на почве наблюдались почти повсеместно, 20-21 мая 1981г. в пунктах Дивное, Арзгир, 22 мая 1981 г. – в Благодарном на почве отмечались заморозки с интенсивностью $-0-1^{\circ}$, а 16/V-1981г. – в Минводах, Георгиевске, Пятигорске, Черкесске на почве наблюдались заморозки с интенсивностью до $-2,0^{\circ}$, 21/V-1981г. на почве в Зеленокумске наблюдался заморозок с интенсивностью $-2,0^{\circ}$).

В (21) была составлена первая сводка повторяемости опасных заморозков на территории Советского Союза, в том числе и Ставропольского края. По этим данным число весен с опасными заморозками за 10 лет для равнинной территории (нижнегорной зоны) Ставропольского края (в расчет не брались горные районы с большей изменчивостью повторяемости опасных заморозков) составляет 1-2, а для его восточных районов 2-3 (или 20-30%). По сравнительно коротким рядам наблюдений была составлена карта возможной повреждаемости весенними заморозками сельскохозяйственных культур, которая, как показывает анализ более длительных рядов наблюдений (1950-1987гг.) проведенный нами, нуждается в общей корректировке и определенной детализации. По нашим данным, интен-

сивность большинства опасных поздних весенних и ранних осенних заморозков на исследуемой территории сравнительно невелика. В период вегетации сельхозкультур минимальная температура воздуха и поверхности почвы оказывается не намного ниже критических температур возделываемых культур. А что касается продолжительности опасных заморозков, когда температура приземного слоя воздуха или подстилающей поверхности почвы достигает критических значений и становится меньше, то она редко превышает 1-3 часа. Причем длительность понижения температуры ниже 0° в большинстве случаев составляет 4-5 часов. Ввиду того, что опасные заморозки в различных районах равнинной территории Ставропольского края наблюдаются в среднем 1-3 раза в 10 лет, то продолжительность периода необходимого для борьбы с заморозками изменяется в среднем от 10 до 60 ч за 10 лет, что предопределяет минимум материальных затрат, необходимых для предотвращения пагубных последствий этих явлений.

Расчет суммарной вероятности наступления поздних весенних и ранних осенних заморозков разной интенсивности

проводится определением величин σ по формуле $\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$.

При достаточно устойчивых значениях σ по отдельным градациям берется одно среднее значение для всех градаций. По полученным величинам определяется вероятность наступления заморозков для отдельных градаций их интенсивности. Для этого величины σ умножаются на коэффициенты, приведенные в табл.8, получая отклонения в днях от средней даты. Затем, определяются и даты прекращения поздних весенних заморозков для различных градаций интенсивности и их вероятности. Построенные по этим данным графики дают возможность определения вероятностей прекращения поздних или наступления ранних осенних заморозков дифференцированно для отдельных значений их интенсивности, как в приземной слое воздуха, так и на подстилающей поверхности почвы на интересующее нас число вегетационного периода. (В настоящее время материал для построения такого рода графиков находится в стадии обработки).

Районирование территории Ставропольского края с целью оптимального размещений теплолюбивых сельхозкультур должно учитывать изменение продолжительности безморозного периода в зависимости от конкретных физико-географических условий. В случаях несоответствия продолжительности вегетационного периода сельхозрастений, культивируемых в данном районе, с продолжительностью безморозного периода, поздние весенние и ранние осенние заморозки будут приносить ущерб в особенности на ранних стадиях вегетации. Нами была оценена длительность безморозного периода для различных районов Ставропольского края. Средняя продолжительность безморозного периода определялась как разность между средними многолетними датами первого и последнего заморозков. Экстремальные значения безморозного периода определялись из информации за отдельные годы. Статистическая связь между средней и наименьшей продолжительностью безморозного периода при температурах $0, -2, -4, -6^{\circ}$ и т.д. нами была аналитически представлена в виде линейных функций:

$$\text{при } t = 0. - 2.0^{\circ} \quad x = 0.93y - 13.0 \quad (19)$$

$$\text{при } t = -2^{\circ} \quad x = y - 20.0 \quad (20)$$

$$\text{при } t = -5^{\circ} \quad x = 1.2y - 18.0 \quad (21)$$

где y – число дней между датами конца и начала периода с $t = 0^{\circ}$ а x число дней между датами конца и начала периода с $t = 2, -2, -5^{\circ}$. Из выражений (19)-(21) можно получить среднюю продолжительность безморозного периода, заключенного между последней и первой датой понижения температуры до вышеприведенных значений ($-2, -2, -5^{\circ}\text{C}$).

ГЛАВА IV. СИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАМОРОЗКОВ И ИХ ПРОГНОЗ

В результате синхронного анализа многолетних наблюдений над синоптическими условиями возникновения ранних осенних и поздних весенних заморозков с учетом физико-географических и микроклиматических условий региона, был установлен генезис опасных для сельскохозяйственных культур понижений температуры – он имеет в основном адвективно-радиационный характер. Причем ночное понижение температуры в результате радиационного выхолаживания приземного слоя воздуха и подстилающей поверхности почвы усиливая интенсивность адвективного похолодания является главным фактором в формировании опасных заморозков.

В результате анализа многолетних синоптических условий были выявлены естественно-синоптические периоды в которых отмечались как ранние осенние (до 15 октября), так и поздние весенние (после 15 апреля) заморозки. Как показывает обзор этих данных, при продолжительности естественно-синоптического периода порядка 4-6 дней повторяемость (частота) наблюдавшихся поздних весенних и ранних осенних заморозков менялась от одного дня (случая) до 4 дней (случаев). Причем, поздние весенние заморозки чаще всего отмечены в первой половине (трехдневка), а ранние осенние заморозки – во второй половине периода, что указывает на преобладающее значение радиационны заморозков в осеннее время. Существенным является тот факт, что как весной, так и осенью преобладают естественно-синоптические периоды с 1-2 заморозочными днями. Кроме того, заморозки в Ставропольском крае обычно являются неповсеместными, что обусловлено определенной трансформацией холодных арктических

масс воздуха при и перемещении с севера на юг в зависимости от локальных физико-географических условий.

Как уже отмечалось, природа опасных для сельхозкультур заморозков в Ставропольском крае имеет в основном адвективно-радиационный характер. Причем, ночное выхолаживание приземного слоя воздуха и подстилающей поверхности почвы является главным фактором в генезисе опасных заморозков, усугубляя адвективное похолодание. В подавляющем большинстве случаев интенсивное радиационное выхолаживание наблюдается в ясные или малооблачные ночи вслед за адвекцией холодного воздуха, предупредительные меры с целью ослабления или сведения на нет процесса выхолаживания приземного слоя воздуха, должны быть приняты именно в эту часть суток. Интересным является факт, полученный в результате анализа большого объема агроклиматических расчетов, выполненных в ГГО (22), указывающий на то, что интенсивность большинства опасных заморозков, наблюдавшихся в период вегетации растений сравнительно невелика (ниже всего на 1-2° критической температуры ценных сельхозкультур) и небольшое искусственное повышение температуры приземного слоя воздуха может в значительной степени уменьшить вероятность их повреждения, или гибели. К примеру, искусственное повышение температуры всего на 1-2° при заморозках достаточно эффективно для защиты распустившихся почек виноградной лозы, критическая температура которых равна -1°.

Для успешного прогноза времени наступления опасных поздних весенних и ранних осенних заморозков и борьбы с ними требуется детальный анализ (помимо синоптико-метеорологических ситуаций) всех факторов, определяющих интенсивность ночного выхолаживания приземного слоя воздуха, среди которых главной является потеря тепла подстилающей поверхностью вследствие длинноволнового излучения. Зем-

ная поверхность излучает длинноволновую радиацию в пространство в зависимости от ее абсолютной температуры, часть которой поглощается атмосферой (водяной пар, углекислый газ) в результате чего она сама становится источником длинноволнового теплового излучения в сторону земли (противоизлучение атмосферы). Разность между собственными излучением земли и противоизлучением атмосферы называется эффективным излучением, величина которого и определяет степень выхолаживания почвазостей поверхности почвы при заморозках. Величина эффективного излучения обычно определяется экспериментально пиргеометрами или термоэлектрическими балансомерами. В случае ясного неба она обычно определяется по номограмме М.Е. Берлянда и Т.Г. Берлянд (23) при известных значениях температуры и абсолютной влажности воздуха на высоте психрометрической будки с учетом характера вертикального распределения температуры (стратификации) в этой части приземного слоя атмосферы. Влияние облачности на эффективное излучение учитывается введением определенных коэффициентов (дифференцировано для каждого яруса облачности) в зависимости от широты места наблюдения для холодного и теплого полугодий. Как правило, при облачности (особенно нижнего, среднего ярусов) эффективное излучение резко уменьшается и вероятность наступления заморозков убывает. Особенностью ночного радиационного выхолаживания воздуха является менее интенсивное понижение температуры в приземных сравнительно тонких слоях воздуха по сравнению с температурой подстилающей поверхности почвы, что обуславливает более высокую вероятность появления заморозков на почве, чем в воздухе.

Как отмечалось выше, важное значение в процесса выхолаживания играет турбулентный обмен тепла между подстилающей поверхностью и воздухом. В ночные часы при

штите вследствие более интенсивного выхолаживания поверхности почвы эффективным излучением температура приземного слоя воздуха с высотой постепенно повышается, что ведет к установлению устойчивой стратификации атмосферы и поток тепла направлен от верхних более теплых слоев воздуха к поверхности почвы, что ведет к возрастанию интенсивности выхолаживание воздуха. В этом случае со временем интенсивности заморозков возрастает. При ветре в результате интенсивного турбулентного перемешивания приземных слоев воздуха наблюдается замедление процесса понижения температуры воздуха и на поверхности почвы и соответственно уменьшается вероятность наступления заморозков.

Ночью на процессы выхолаживание подстилающей поверхности почвы немаловажное значение играет тепловой поток в почве, который при заморозках всегда направлен из более теплых глубинных слоев вверх. Величина этого потока, зависящая от структуры, плотности и степени увлажнения почвы, несколько компенсирует потерю тепла подстилающей поверхностью и препятствует образования заморозков. Причем, величина этой компенсации больше при увлажненной (мокрой) почве, вследствие того, что теплопроводность воды значительно больше теплопроводности воздуха (поры между комочками почвы всегда заполнены воздухом или водой). Компенсация резко возрастает и при уплотнении почвы, когда значительно уменьшается число воздушных пор в почве (и соответственно увеличивается ее теплопроводность) что в итоге эти процессы значительно уменьшают вероятность развития заморозков на почве.

Определенную роль в термическом режиме подстилающей поверхности почвы при заморозках играет процесс конденсации (сублимации) водяного пара. Вопросы оценки величин тепла конденсации при процессах россообразования и их влияния на интенсивность ночного выхолаживания

приземного слоя воздуха представляют определенный интерес вследствие того, что при этих процессах может наблюдаться замедление дальнейшего падения температуры и даже некоторое нагревание приземного слоя воздуха представляют определенный интерес вследствие того, что при этих процессах может наблюдаться замедление дальнейшего падения температуры и даже некоторое нагревание приземного слоя воздуха. Однако, как показала оценка термического эффекта росообразования, утверждение о заметном повышении температуры приземного слоя воздуха при этом процессе, несмотря на то, что за ночь на 1 м² площади может выделиться до 150г. росы, несостоятельно (24). Образование такого количества росы за ночь объясняется интенсивными процессами турбулентного перемешивания в приземном слое воздуха с мощностью в несколько сотен метров, благодаря чему теплота конденсации также распределяется в этом слое воздуха и на лентах термографов, расположенных на почве, существенного повышения температуры (более 0,5-1°) не отмечается. Однако, для некоторых видов сельскохозяйственных культур в определенных фазах их развития (вегетации) с критической температурой равной -1,0° (картофель – всходы, фруктовые деревья – завязи, виноград – распутившиеся почки), такое, казалось бы, незначительное повышение температуры при росообразовании, может стать гарантией их сохранения от вредного воздействия заморозков.

На интенсивность ночного выхолаживания приземного слоя воздуха и подстилающей поверхности почвы помимо вышеприведенных факторов влияет и суточный ход температуры воздуха за предшествующий заморозкам период (особенности которого существенно зависят от соотношения величин турбулентного потока, тепла из почвы, радиационного баланса, тепла конденсации). Определенное сочетание, или соотношение этих составляющих, предопределяют конкрет-

ные схемы теплового баланса подстилающей поверхности почвы, а также амплитуды и суточный ход температуры воздуха приземного слоя атмосферы, с конкретной стратификацией: днем градиент температуры положителен, за 1-2 ч до захода солнца он становится равным нулю (изотермия), а ночью отрицательным (инверсия) (23).

Обычно предупреждения о наступлении поздних весенних и ранних осенних заморозков даются на основе анализа карт синоптической ситуации. Естественно, что прогноз о наступлении заморозков с определенной заблаговременностью (2-4дня) представляет большой интерес в оперативном развертывании фронта работ по защите сельскохозяйственных культур.

Попытка использования индексов меридиональной циркуляции, определяющих интенсивность адвекции холодного воздуха и высокого давления, в прогнозе адвективных заморозков для территории Северного Кавказа и в частности Ставропольского края предпринята в (25, 26). Суть этой методики (25, 26) заключается в том, что при сохранении устойчивости, или наблюдающейся тенденции в изменении меридиональности определяется возможность возрастающего хода индекса меридиональной циркуляции и прогноза адвективных заморозков. Ввиду того, что монотонное (или скачкообразное) возрастание индексов атмосферной циркуляции отмечается еще за 4 дня до наступления момента заморозков, оно может служить признаком наступлений заморозков с заблаговременностью от 2 до 4 суток. С использованием естественно-синоптических ситуаций (в особенности при северных и северо-западных переносах вторжения холодных воздушных масс) за морозобойные весенние (апрель, май) и осенние (сентябрь, октябрь) месяцы строятся графики хода критических значений индексов меридиональной циркуляции в зависимости от продолжительности времени в сутках перед наступлением моментов с

заморозками за эти месяцы. По этим графикам можно прогнозировать наступления адвективных заморозков в особенности для случаев северо-западных и северных вторжений арктических холодных воздушных масс. Надо заметить, что для возникновения поздних весенних и ранних осенних заморозков нарастание интенсивности меридиональной циркуляции является необходимым, но недостаточным условием, ввиду того, что в генезисе заморозков немаловажную роль (помимо адвекции холодного воздуха в меридиональном направлении) играет и процесс радиационного выхолаживания поверхности почвы, вследствие чего заморозки в большинстве случаев по своей природе являются адвективно-радиационными.

Как показывает анализ материала наблюдений, критические значения индексов меридиональной циркуляции для случаев поздних весенних заморозков монотонно возрастают с уменьшением времени (в сутках) до наступления заморозков (обычно от 5 дней до определенного момента перед наступлением заморозков) от 15 ($n = 5$) до 28 ($n = -2$) в апреле, от 13 ($n = -5$) до 27 ($n = -2$) в мае, и монотонно убывают до непосредственного наступления заморозков: от 28 ($n = -2$) до 18 ($n = 0$) в апреле и от 27 ($n = -2$) до 18 ($n = 0$) в мае. Для ранних осенних заморозков величины критических значений индексов монотонно возрастают от 10 ($n = 5$) до 25 ($n = -3$) в сентябре и от 15 ($n = -5$) до 30 ($n = -3$) в октябре и монотонно убывают от 25 ($n = -3$) до 15 ($n = 0$ момент наступления заморозков) в сентябре и от 30 ($n = -3$) до 13 ($n = 0$) в октябре.

Кривые зависимости $I_n = f(n)$, где I_n критические значения индексов меридиональной циркуляции, а n – количество дней в течение которых наблюдается характерный ход индексов перед наступлением заморозков, обычно разделяют координатную плоскость на две области: верхнюю, где отмечаются заморозки и нижнюю, где заморозки отсутствуют, или области,

где индексы меридональной циркуляции соответствуют случаям с заморозками (верхняя) и случаям безморозного периода (нижняя область). На рис. 12 приведена зависимость $I_n = f(n)$ за апрель. На этом рисунке, разделяющая кривая проходит через критические значения индексов меридональной циркуляции, делит координатную плоскость на две части, соответствующие безморозному периоду (ниже кривой) и периоду с заморозками (выше кривой). Определив по известной в литературе методике величину индекса меридональной циркуляции для данного естественно-синоптического процесса по такого рода графикам в зависимости от местоположения точки (на кривой, выше или ниже ее) можно предсказать наступление ранних осенних или поздних весенних адвективных заморозков в воздухе или на поверхности почвы.

Другим методом предсказания ранних осенних и поздних весенних адвективных заморозков является определение степени понижения температуры в воздухе, или на поверхности почвы в зависимости от величин температуры воздуха на поверхности АТ 850мб и АТ – 500-мб.

Статистически установлено (25), что по значениям температуры в 03 часа на этих поверхностях за 1-2 дня в исходном пункте (местоположение которого выбирается вблизи исследуемого района на пути следования вторгшихся холодных воздушных масс в сторону исследуемого района) можно предсказать момент наступления заморозков.

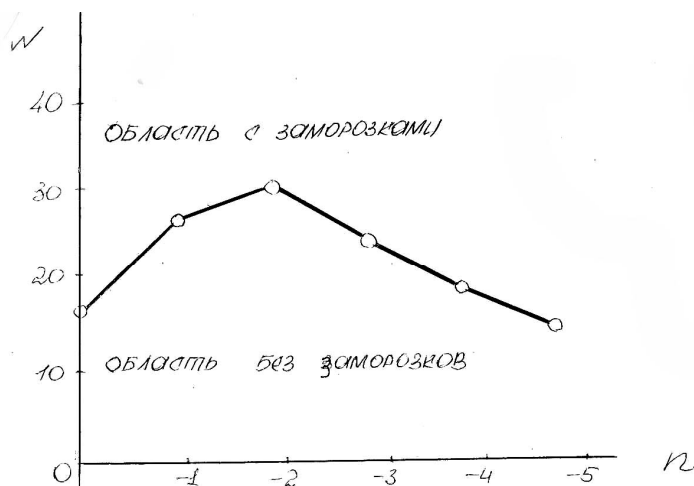


рис 12. Зависимость $I_n = f(n)$ за апрель

Как показывает анализ данных наблюдений, при значениях адвективной температуры на поверхности АТ-850 мб около 10° тепла появление ранних осенних и поздних весенних адвективных заморозков, как в воздухе, так и на поверхности почвы исключено. А в случаях понижения этой температуры до $7-8^\circ$ тепла заморозки могут наблюдаться только единичные и то на поверхности почвы. При понижении адвективной температуры на поверхности АТ-850 мб до $4-5^\circ$ заморозки в Ставропольском крае бывают местами, как в воздухе, так и на поверхности почвы. А в случаях понижения значений адвективных температур до нуля и ниже на поверхности АТ-850 мб заморозки наиболее вероятны, как в воздухе, так и на поверхности почвы.

Особый интерес представляет установление связи интенсивности ранних осенних и поздних весенних адвективных заморозков в воздухе и на поверхности почвы с адвективной температурой на поверхности АТ-500 мб по данным синоптических карт с заблаговременностью до 1-2 дней в Ставропольском крае. Как показывает анализ табличных данных связи адвективной температуры на АТ-500 мб и интенсивности замороз-

ков за 15 лет в Ставропольском крае (25,26) ранние осенние и поздние весенние заморозки как в воздухе, так и на почве наблюдались при интервале температур на поверхности АТ-(%) мб -11° - 28° . Интенсивность поздних весенних заморозков на поверхности почвы весной достигает при интервале температур на поверхности АТ-500 мб -10° - 15° до -2° , при -15° - 25° до -3° - 4° , при -25° - 30° до -4° - 5° , а ранних весенних заморозков до $-3,5^{\circ}$ - $4,0^{\circ}$ при интервале температур на поверхности АТ-500 мб -10° - 15° , -4° - 5° при 15° - 25° и 7° - 8° при 25° - 30° .

Зная конкретные значения адвективных температур на поверхности АТ-500 мб за 1-2 дня до прихода холодной воздушной массы на интересующую нас территорию, можно определить интенсивность заморозков и принять соответствующие меры защиты сельскохозяйственных культур в зависимости от их морозостойкости.

В работе М.А. Захашвили «Методические указания к прогнозу заморозков на территории Грузии», опубликованной в трудах ЗаиНИГМИ, 1967 года, с использованием информации Тбилисского бюро погоды за период с 1950 года по 1966 год и данных наблюдений полученных на 40 метеорологических станциях, охватывающих почти всю территорию Грузии, были проанализированы синоптические процессы, при которых наблюдались адвективные заморозки, занимающие более 20% ее площади после вторжения холодных воздушных масс. В результате было установлено, что заморозки на территории соседней Северного Кавказа Грузии имеют место в основном за счет адвекции холодных воздушных масс, а заморозки, формирующиеся под влиянием микрорельефа и радиационного выхолаживания подстилающей поверхности приземного слоя воздуха (т.н. радиационные заморозки) имеют второстепенное значение. В работе была проведена типизация синоптических процессов, при которых имеет место появление поздних весенних и ранних осенних заморозков с выделением четырех типов синоптических ситуаций. В первом типе были выделены все синоптические процессы, при которых холодные воздушные массы (до вторжения в Закавказье) имеют северо-западное, или северное направления. Во втором типе объединены синоптические процессы, при которых холодные воздушные массы до

вторжения в Закавказье имеют западное направление. В третьем типе, объединены синоптические процессы, при которых холодные воздушные массы до вторжения в Закавказье имеют северо-восточное, или восточное направления. А к четвертому типу относятся те синоптические процессы, при которых имеет место зональное распределение барических образований над территорией Европы и Западной Сибири с переходом меридионального расположения в зональное и наоборот. При этом синоптическом процессе холодные воздушные массы могут распространиться на территорию Закавказья, как с восточной стороны (со стороны Каспийского моря) так и с западной стороны (со стороны Черного моря).

В работе подчеркивается что по соотношению величин минимальных температур воздуха над районом, где ожидается адвекция холодной воздушной массы и над районом откуда осуществляется эта адвекция, можно установить появление или непоявление адвективных заморозков. В результате статистического анализа многолетних данных было установлено, что максимальное количество заморозков на территории Грузии имело место в тех синоптических ситуациях, когда вторгшийся холодный воздух имел минимальную температуру до 7 градусов и ниже, а минимальная температура воздуха на территории, где имела место адвекция холодной воздушной массы накануне колебалась в пределах $0, +2^{\circ}$. Чем ниже температура адвективной воздушной массы, естественно, тем больше вероятность образования заморозков как на поверхности почвы, так и в приземной слое воздуха.

Для территории Грузии также отмечено, что максимальное количество поздних весенних и ранних осенних заморозков наблюдается при ясном небе и незначительной облачности, при сухой поверхности почвы и при слабом ветре. Минимальное количество поздних весенних и ранних осенних заморозков имеет место при значительной (сплошной) облачности, при мокрой поверхности почвы и при сильном ветре. За 11 лет в Грузии общее количество дней с поздними весенними и ранними осенними заморозками составило 9% от общего количества дней.

При составлении прогноза заморозков для территории Грузии предлагается следующие этапы работы:

1. Для составления прогноза адвективных заморозков сначала устанавливается дата ожидаемого вторжения холодного воздуха.
2. Для установления интенсивности (температуры) адвективного воздуха при трех типах синоптических процессов вычисляют величины индекса северной составляющей меридиональной циркуляции. Вычисления надо начинать за четыре дня до ожидаемой даты вторжения.
3. До вторжения устанавливают величины минимальных температур воздуха в районе вторжения, а также величины минимальных температур в адвективной воздушной массе, если на месте вторжения они не меньше $+5^{\circ}$, а в адвективном воздухе не ниже -2° , то в этом случае появление заморозков можно не ожидать.

В том случае, когда минимальная температура в адвективном воздухе падает до -8° и ниже дается прогноз о наступлении заморозков, несмотря на величину минимальной температуры воздуха на месте вторжения.

4. Даты образования заморозков обычно совпадают с моментами зафронтального прояснения и ослабления ветра. Поэтому необходимо точное определение времени, наступления прояснения и ослабления ветра.

5. При составлении прогноза заморозков надо учитывать прогностические данные об облачности, скорости ветра и степени увлажнения поверхности почвы. Заметим, что методическими проработками, полученными в этой работе для территории Грузии, можно воспользоваться и при прогнозах адвективных заморозков для территории соседнего Северного Кавказа, которая находится под влиянием тех же синоптических процессов, что и территория Грузии.

Как было отмечено выше, обычно предупреждение о моментах наступления поздних весенних и ранних осенних заморозках дается на основе анализа карт синоптической ситуации. Естественно, что при этой не учитываются местные геоморфологические и микроклиматические особенности, которые играют немаловажную роль в классификации тех или иных

районов региона, как морозобойных: при одной и той же синоптической ситуации, предшествующей наступлению заморозков, даже в пределах одного хозяйства, расположенного в пересеченной местности, одни участки подвергаются воздействию заморозков, а другие нет. Это обстоятельство приводит к заключению о том, что при уточнении времени прогноза заморозков должны учитываться микроклиматические и геоморфологические особенности исследуемого района. Для определения основных характеристик микроклиматических особенностей сельскохозяйственных угодий, требуется организация комплексных теплобалансовых и общеметеорологических наблюдений в морозоопасный период (весна, осень). Организация такого рода наблюдений на метеорологических постах или станциях оснащенных стандартной метеорологической, актинометрической и специальной (термоэлектрические приборы для измерения температуры поверхности листа, пиргеометры для измерения ночного эффективного излучения и т.д.) аппаратурой по определению морозобойности различных земельных участков, является надежным средством успешного предсказания радиационных заморозков и борьбы с ними. Этой же цели служат микроклиматические (как походные, так и стационарные на опорном пункте) анемометрические и термометрические съемки исследуемых сельхозугодий во время заморозков перед восходом солнца охватывающие все контрастные в термическом и ветровом отношении участки. В настоящее время существует целый ряд методов предсказания опасных радиационных заморозков. Одним из них является эмпирический метод, с последующим их представлением в виде простейших эмпирических зависимостей, базирующихся на определении величины средней многолетней суточной амплитуды понижения температуры для данного морозобойного пункта. Интервалы для определения средних многолетних амплитуд температуры берутся от захода до восхода солнца или от полудня до восхода солнца (средние величины ночного или суточного понижения температуры) Полученные средние многолетние значения понижения температуры за сутки, или за ночь вычитаются из средних многолетних значений температур в сроки 13 ч или 19 ч. и определяется величина многолетнего среднего значения

минимальной температуры перед восходом солнца. Здесь же отметим, что существует ряд эмпирических формул в которых для определения величин и ночного понижения температуры используются и другие (помимо температуры воздуха) метео-элементы. Однако, эти формулы не могут претендовать на достаточную точность вследствие того что они не учитывают влияние комплекса факторов, предопределяющих наступление опасных радиационных заморозков различной интенсивности, как на уровне метеобудки так и на подстилающей поверхности (3). Как отмечалось выше в настоящее время наиболее точным методом прогноза радиационных заморозков (определение ночного понижения температуры) является метод М.Е. Берлянда (27), основанный на решении систем дифференциальных уравнений турбулентного теплообмена в воздухе и теплопроводности в активном слое почвы при известных значениях теплового баланса подстилающей поверхности и начального распределения температуры воздуха в приземном слое. Для оперативности прогноза заморозков – определения ожидаемого понижения температуры в приземном слое воздуха Δt и поверхности почвы $\Delta \theta$ за ночь, на основе использования ночного хода интенсивности эффективного излучения подстилающей поверхности, величин P и S являющихся функциями начальной стратификации приземного слоя воздуха, скорости ветра, температуры поверхности почвы, температуры и степени увлажнения почвы на глубинах 5, 10, 15 см были построены специальные графики, которые приведены на рис. 13, 14, $\theta_{\text{мин}}$. Минимумы температуры воздуха T мин и поверхности почвы определяются из уравнений:

$$T_{\text{мин.}} = T_0 - \Delta T, \quad \theta_{\text{мин.}} = \theta_0 - \Delta \theta \quad (22)$$

При прогнозе радиационных заморозков этим методом учитывается влияние всех факторов определяющих интенсивность ночного выхолаживания приземного слоя воздуха. Ценность этого метода заключается в детализации общей морозоопасной синоптической ситуации (общих карт морозобойности региона) для различных районов региона с учетом их микроклиматических и геоморфологических особенностей и в гарантии эффективности методов борьбы с этим опасным явлением такими известными на практике способами, как откры-

тый обогрев, дымление и окуривание сальскохозяйственной растительности и орошение сельхоз угодий.

Для некоторых морозобойных районов Ставропольского края (например, район Кавминвод) нами по методике М.Е.Берлянда были определены величины ночного понижения (от периода захода до восхода солнца) температуры воздуха и постилающей поверхности почвы при адвективно-радиационных заморозках. Использование этого метода в условиях Ставропольского края дает удовлетворительные результаты. Сопоставление рассчитанных по этому методу температур (период от захода до восхода солнца) с температурами, полученными непосредственно наблюдениями для этих станций показало, что отклонение расчетных величии прогнозируемого метеоэлемента от фактических значений в среднем составляет около 0,5. Приведем пример прогноза поздних весенних заморозков в воздухе и на поверхности почвы по методике М.Е. Берлянда. Пример: станция Золотушка (район Пятигорска). Плодовый сад (яблоня, вишня, груша, слива, абрикос) в период завязи $T_{кр} = -1^{\circ}$. Широта станции около 44 с.ш. Время прогноза – 28 апреля. В результате наблюдения на м/с Золотушка в 19 ч 28 апреля (и уточнения прогноза облачности на ночные часы до восхода солнца) были получены следующие значения метеоэлементов:

Температура воздуха в психрометрической будке $T_0 = 5.0$,
Температура поверхности почвы $Q_0 = 9^{\circ}$ Температура почвы на
глубине 5 см $Q_1 = 8.5^{\circ}$, на глубине 10 см – $Q_2 = 7.0^{\circ}$, на глубине
15 см – $Q_3 = 5.9^{\circ}$,

Скорость ветра $U = 2$ э/сек

Влажность воздуха на высоте 2 м $q_0 = 7.5$ мб.

Количество нижней облачности $n_H = 0.2$

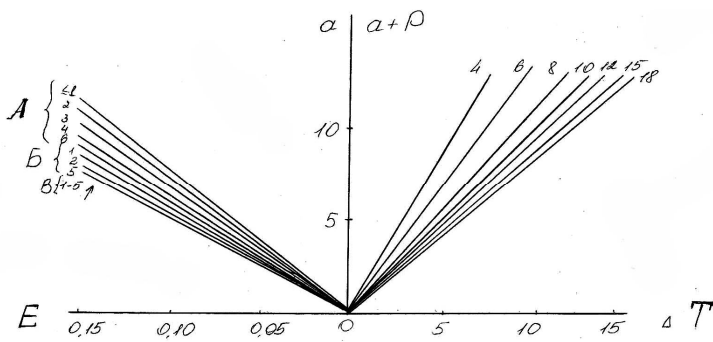


Рис. 13 График для прогноза температуры воздуха А- сухая почва; Б – увлажненная почва; В – сильно увлажненная почва

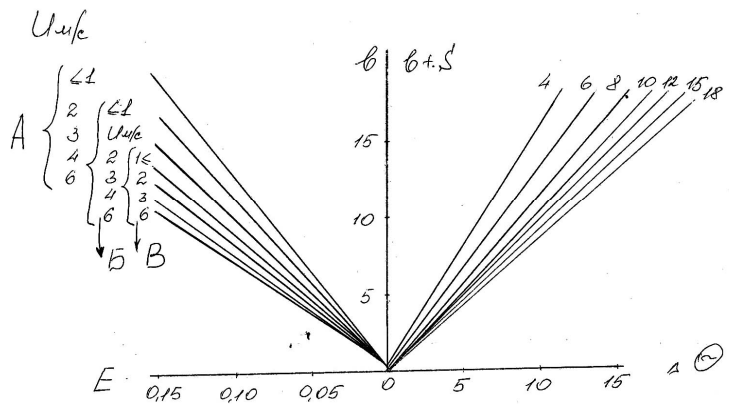


Рис. 14 График для прогноза температуры почвы А- сухая почва; Б – увлажненная почва; В – сильно увлажненная почва

Количество средней облачности $n_c = 0.6$

Количество верхней облачности $n_b = 0.2$

Состояние почвы – увлажненная

Расчет исходных данных для прогноза:

По величинам температуры ($T_0 = 5.0^\circ$) и влажности ($g_0 = 7.5$ мб) воздуха в психрометрической будке по таблице из (22) находим величину эффективного излучения

$E_0 = 0.12$ кал/см²мин, для ясного неба. Величина эффективного излучения E в случае облачности находится по известной формуле, имеющей следующий вид:

$$E = E_0 N \text{ где } N = 1 - (0.8n_H + 0.6n_c + 0.2n_b)n \quad (23)$$

n_H, n_c, n_b – показатель нижней, средней и верхней облачности в долях единицы, N показатель общей облачности. В нашем случае $n_H = 0.2; n_c = 0.6 n_b = 0.2$ по формуле (23) находим величину

$$N = 1 - (0.80 \cdot 0.2 + 0.6 \cdot 0.06 + 0.2 \cdot 0.2) \cdot 10 = 0.44$$

$$E = E_0 \cdot N = 0.12 \cdot 0.44 = 0.05 \text{ kal / cm}^2 \text{ min}$$

Величины P и S рассчитываются по формулам:

$$P = c_1(\theta_0 - \theta_1) + c_2(\theta_1 - \theta_2) + c_3(\theta_2 - \theta_3) \quad (24)$$

$$S = d_1(\theta_0 - \theta_1) + d_2(\theta_1 - \theta_2) + d_3(\theta_2 - \theta_3) \quad (25)$$

Величины C_1, C_2, C_3 а также d_1, d_2, d_3 для разных градаций скоростей ветра (0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 5-6 м/с) и трех градаций увлажнения (почвы сухая, увлажненная, сильно увлажнения) даны в специальных таблицы в (22). В нашем случае почва увлажнённая и скорость ветра $U=2$ м/с. За начальный момент мы взяли срок наблюдения 19 ч. Заход солнца для широты Золотушка $\varphi = 44^\circ$ с.ш. 28 апреля наблюдается в 19 ч 05 мин. Из (22) находим:

$$c_1=0,27 \quad c_2=0,22 \quad c_3=0,15$$

$$d_1=0.60, \quad d_2=0.46, \quad d_3=0.32$$

Таким образом

$$P = 0.27(9.0 - 8.5) + 0.22(8.5 - 7.0) + 0.15(7.0 - 5.9) = 0.64^\circ \approx 0.6^\circ$$

$$S = 0.60(9.0 - 8.05) + 0.46(8.5 - 7.0) + 0.32(7.0 - 5.9) = 1.01^\circ \approx 1.0^\circ$$

После определения E , P , S величины ночного понижения температуры воздуха на высоте 2 м и на поверхности почвы для станции Золотушка снимаются с графиков для прогноза этих метеоэлементов (рис.13 и 14) Продолжительность периода, на который дается прогноз составляет 9ч 50 мин. (от 19ч. восхода солнца 4ч 55 мин) По величинам эффективного излучения и скорости ветра U для увлажненной почвы находим $\alpha = 7.8$ (по графику II) и $P = 0.6^\circ$ и $S = 1.0^\circ$ $\alpha + P = 8.4^\circ$ $b + S = 13.0^\circ$. По значениям $\alpha + P$ и $b + S$ находим величины ΔT и $\Delta \theta$, $\Delta T = 8^\circ$ $\Delta \theta = 12^\circ$

$$T = T_0 - \Delta T = 5 - 8 = -3^\circ$$

$$\theta = \theta_0 - \Delta \theta = 9 - 12.5 = -3.5^\circ$$

Таким образом, минимум прогнозируемых температур на поверхности почвы к моменту восхода солнца 29 апреля на станции Золотушка составил $-3,5$, а в воздухе -3° .

Ввиду того, что в фазе завязи критическая температура для вышеприведенных сортов плодовых деревьев в фазе развития «завязь» составляет -1° , то при спрогнозированных значениях температура воздуха -3° , и поверхности почвы $-3,5^\circ$, становится необходимой срочная организация защитных мер по предотвращению возможных повреждений плодовых деревьев.

Таким образом, к моменту восхода солнца 29 апреля на станции Золотушка по прогнозу температуры, как в воздухе, так и на поверхности почвы должна быть гораздо ниже критической (-1°) для плодовых деревьев, а также таких сельскохозяйственных культур как малина, клубника, виноград, кукуруза, подсолнух, просо, картофель, арбуз, дыня, томаты, огурцы и т.д. Но для оперативной организации защитных мероприятий от заморозков, нужно точно установить время наступления критической температуры за время с 19 часов до восхода солнца. Для определения точного момента наступления критической

температуры определяем разность $T_0 - T_{op} = 5.0 - (-1^{\circ}) = 6^{\circ}$. Зная значения $\alpha + P$ и $b + S$ по ним с рис. 13 и 14 снимаем величины моментов наступления критической температуры в воздухе – 4 часа ночи, на поверхности почвы 2 часа ночи.

Как отмечали выше, методика предсказания поздних весенних и ранних осенних радиационных заморозков, разработанная М.Е. Берляндом в настоящее время находит широкое применение в оперативной работе. Она с достаточной степенью точности учитывает количественную зависимость ночного понижения температуры при естественнo-синоптических ситуациях вследствие радиационного выхолаживания от таких основных факторов, как продолжительность периода выхолаживания, первоначальная стратификация приземного слоя воздуха, турбулентный обмен в атмосфере и молекулярная теплопроводность в почве, радиационный баланс подстилающей поверхности и др.

ГЛАВА 4. ЗАМОРОЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Климатические условия влажных субтропиков Западного Предкавказья складываются под синхронным влиянием главного кавказского хребта и Черного моря. Эти факторы создают особый климат Черноморского побережья Северного Кавказа, который отличается от климатов других территорий, расположенных на соответствующих широтах. Наиболее подходящими для субтропических культур в этом регионе являются предгорные районы термические условия которых почти не отличаются от термических условий теплой береговой полосы Черного моря. Об обеспеченности теплом предгорных районов дают представление данные метеорологических наблюдений метеостанции Адлер, которая находится от берега моря на расстоянии 2 км. Здесь продолжительность периода с температурой воздуха свыше $+10^{\circ}$ составляет 263 дня (20.03-08.08) сумма положительных температур свыше $+10^{\circ}\text{C}$ -4630 часов. Абсолютный минимум температуры воздуха на территории Черноморских

предгорий (пункт Уч-Дере, гора Благодать, замкнутая долина Мацесты) за 12 лет изменялась в следующих пределах: в Уч-Дере $-3,6-10,1^{\circ}$, на горе Благодать $-4,5-12,1^{\circ}$, в Старой Мацесте – $-4,0-14,4^{\circ}$. В старой Мацесте зимой 1963-1964г.г. зафиксирован абсолютный минимум температуры воздуха – $18,0^{\circ}\text{C}$. Пункт Уч-Дере находится севернее Сочи на расстоянии 20 км, здесь средняя величина абсолютных минимумов температуры воздуха составила $-5,9^{\circ}$ на горе Благодатная $-7,3^{\circ}$, а в Сочи – $-6,7^{\circ}$.

Средняя годовая температура составляет в Геленджике $13,2^{\circ}$. Туапсе $13,6^{\circ}$, Лазаревской $13,8^{\circ}$, Сочи $14,1^{\circ}$, Среднемесячные температуры воздуха максимальны в августе (составляют соответственно $23,8$; $23,1$; $23,0$, $23,2^{\circ}$) минимальны в январе (составляют соответственно $4,1$; $4,4$; $5,6$; $5,8^{\circ}$).

Своеобразное расположение элементов холмистого рельефа на побережье Черного моря создает микроклимат этого района, благоприятствующий возделыванию ценны субтропических культур. Характерной чертой территории влажных субтропиков Северного Кавказа является холмистость рельефа. Почти все плантации субтропических культур расположены на склонах холмов, где микроклимат гораздо благоприятнее для них чем на равнине и в долинах. На северокавказском побережье Черного моря имеются такие приморские холмовые массивы как Туапсинский, Лазаревский, Сочинский, Адлерский и Мюсерский. Кроме них, здесь имеются также обособленные холмовые массивы и удаленные от моря холмы, которые начинаются в Геленджикском районе (на севере субтропиков и тянутся до предгорий Лихского хребта Грузии. Часть этих холмов расположена безсистемно, а другая часть имеет веерообразное расположение. В первых холмах в холодный период года воздушные потоки застываются, а во второй системе холмов наблюдается свободное движение воздуха (вентиляция) и здесь сравнительно теплее. На приморских холмах с хорошей вентиляцией среднее значение из абсолютных минимумов температуры воздуха составляет: в Сочи и Адлере – $6,0^{\circ}$ в Лазаревском районе – $6,5^{\circ}$. Все эти пункты расположены от берега моря на расстоянии $0,5\text{км}$. Величина абсолютного минимума температуры воздуха на приморских холмах с хорошей вентиляцией воздуха за 66 лет изменялась в пределах $-2,2-13,2^{\circ}$ (28).

В результате изучения термического режима территории Краснодарского края оказалось, что самими теплыми районами, где возможно успешное разведение субтропических (цитрусовых) культур является в Адлерском районе междуречье Куденста – Мзимта, Междуречье Мзимта – Псоу, холм над селом Веселое, в Хостинском районе – все холмы, в Лазаревском районе – Лоо, холмовой массив Якорная щель, и далее до Лазаревских холмов (28) Субтропики Черноморского побережья Северного Кавказа вместе с субтропическими районами Грузии самые теплые территории Кавказа. На части этой территории западного Предкавказья средняя величина из абсолютных минимумов температуры воздуха равна -6° и здесь можно заложить плантации мандаринов на открытом грунте. На другой части территории субтропиков, где средняя величина из абсолютных минимумов температуры составляет -8° , можно использовать для разведения плантаций таких культур как чай, лавр, фейхоа, и т.д. На третьей части этой территории, где средняя величина из абсолютных минимумов температуры воздуха равна -10° , возможно (и перспективно) развести такие культуры, как фундук, хурма, инжир, гранат, Малина, пробковый дуб (28).

ГЛАВА 6. ЗАМОРОЗКОСТОЙКОСТЬ СУБТРОПИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

В субтропической зоне Северного Кавказа на формирование микроклимата оказывают влияние такие факторы, как морфологические особенности рельефа: холмистость и изрезанность, взаимное расположение холмов и элементов холмистого рельефа, морфометрия склонов и долин, а также и расположение к направлению господствующего ветра. Под влиянием этих факторов на территории влажных субтропиков Западного Предкавказья формируется разнообразие микроклиматов среди них и наиболее благоприятные для выращивания ценных субтропических культур. В зависимости от величины инсоляции на склонах различных ориентаций и уклона наблюдаются различные величины радиационного и теплового

балансов, что определяет различные термические уровни подстилающей поверхности почвы и приземного слоя воздуха. В этом отношении в наиболее благоприятных условиях находятся склоны южной ориентации, в наименее благоприятных условиях – склоны северной экспозиции. Различие в облучении солнечной радиацией, в величинах радиационного и теплового балансов, склонов определяет специфику размещения на них субтропических культур. В формировании теплового режима подстилающей поверхности почвы и приземного слоя воздуха в отличие от склонов особое место занимают дно долин и котловин, где скапливается холодный воздух со склонов температура которого в результате радиационного выхолаживания достигает минимума в утренние часы перед восходом солнца. А на склонах наблюдается рост температуры воздуха с высотой инверсия температуры. Мощность (высота) инверсии в среднем составляет 50м, а разность температур между дном долины и вершиной склона может достигнуть 30° и более (29). Учитывая это, цитрусовые плантации закладывают по вертикали на склонах выше слоя инверсии, чтобы уберечь их от заморозков. Таким образом, микроклимат холмистого рельефа является фактором, влияющим на состояние теплолюбивых сельскохозяйственных культур и их урожайность.

Поэтому, для холмистой местности, где предполагается закладка плантаций теплолюбивых субтропических культур наряду с почвенными картами необходимо составлять микроклиматические карты с указанием участков по уровню термического режима: самые теплые участки со средней из абсолютных минимумов температуры воздуха равной -4°, теплые участки с температурой -6°, и холодные участки со средней минимальной температурой воздуха -8°. Такие карты дают возможность работникам сельского хозяйства оптимального размещения теплолюбивых культур с учетом их заморозкостойкости.

В табл. 13 приведены данные по морозостойкости чайных растений (29, 30).

таблица 13

Морозостойкость чайных растений (град)

Район возделывания	Температура отмерзания (°С)		
	Побеги и листья	Двухлетних веток	Всей кроны
Китай	-8, -12	-14, -16	-18
Северная Индия	-6, -8	-10, -12	-14
Грузия, Чакви	-8, -12	-14, -16	-18

Как видно из табл. 13, вся крона чайных растений погибает при температуре -18° (Китай, Грузия) и -14° (Северная Индия). А как показано в табл. 2, листья отмерзают у лимона, апельсина и мандарина соответственно: при $-6, -7$ и -8° , крона замерзает соответственно при $-8, -9$ и -10 , а деревья этих субтропических культур полностью замерзают (погибают) при $-9, -10^{\circ}$ (лимон), $-10, -11$ (апельсин) и -12° (мандарин). А у виноградной лозы распутившиеся почки замерзают при температура -1° , а цветы при 0° .

Что касается морозостойкости чайного растения, то для него известно, что на родине чая (в Китае) абсолютный минимум температуры воздуха колеблется в пределах от -7° до -12° . В работе (30) в несколько лет подряд в холодильных камерах велись наблюдения над морозостойкостью различных видов чая (китайский, индийский, грузинский).

Результаты этих экспериментов приведены выше в табл. 13. Как видно из данных табл. 13, низкие минимальные температуры (ниже $-13, -14^{\circ}$) определяют границы ареалов чайных плантаций. Под сезонным снежным покровом достаточной глубины (>30 см) в результате малой теплопроводности снега чайные растения свободно переносят более низкие температуры воздуха ($-20, -25^{\circ}$). При испытании в термокамере на морозостойкость однолетних чайных растений оказалось что из всех сортов чая (Краснодарский, Японский, Кимын, Китайский, Мацестинский) самими морозостойкими являются кимынь Китайский и Мацестинский сорта. Меньшей морозостойкостью обладают Краснодарский №2 и Японский сорта. Что касается местной чайной популяции (Сочи Гойтх) и Краснодарского №1

сорта. они по степени морозостойкости оказались на последнем месте. При снижении температуры промерзания до -8° замёрзло соответственно 25% листьев и 10% побегов у местных сортов чая, 50% листьев и 10 процентов побегов (Краснодарский №1чай). При снижении температуры до -14° гибли все растения, кроме Кимына Китайского и Мацестинского сортов. При -14 температуре у них замёрзло соответственно 50 и 60% листьев, а побеги остались целые. Даже при -18° у Кимына Китайского замёрзло только 85% листьев а у Мацестинского сорта 85% листьев и 50% побегов (28).

С целью установления морозостойкости взрослых чайных кустов (с которых собирают чай) в Сухуми лаборатории искусственного климата в холодильной камере проводились эксперименты по промораживанию веток (срезанных с кустов). Испытывались Грузинский чай №2, 7 и 8 а также чай Китайский кимынь. При температуре -11° ни у одного сорта чая не было отмечено повреждений. При -13° у грузинский популяции чая замёрзли листья на 100%, а у остальных сортов Грузинского чая (№2,7,8) замёрзли листья от 30-40% (№8) до 60-70% (№2). При температуре -15° у Грузинской популяции замёрзли все листья и у Грузинского чая № 2,7,8 замёрзли все листья а также верхушки веток (№2), а у №7 и 8 верхушки, а при $-12,2^{\circ}$ около маяка и на территории института у оливковых деревьев не было заметно никаких повреждений. Даже при температурах -13° - $13,1^{\circ}$ у оливковых деревьев не было обнаружено повреждений (28). Надо отметить, что во влажных субтропических районах минимальную температуру воздуха до -15° оливковое дерево переносит с очень слабыми повреждениями.

- Субтропической плодовой культурой является и Японская хурма. Существует три вида Японской хурмы. В субтропиках Черноморского побережья центром ареала распространения Японской хурмы является Западная Грузия (с Аджарией и Абхазией вместе). Посадки этой культуры имеются и на территории Северного Кавказа в районе Сочи. Три признака определяют ценность Японской хурмы: высокое содержание фруктозы в плодах (процент фруктозы варьирует от 84 до 91% по отношению всего сахара в плодах), большая урожайность и высокая морозостойкость. В оптимальных условиях высота

дерева хурмы достигает 22м, а продолжительность жизни в среднем составляет 100 лет и больше. Японская хурма теплолюбивая культура. Ее вегетация начинается при среднесуточной температуре воздуха равной $+10^{\circ}$ и выше. Бутонизация у хурмы начинается при температуре $+13-16^{\circ}$.

- Цитрусовые (апельсин, грейпфрут, лимон, мандарин) являются важными субтропическими культурами. Из них особое место занимает мандарин (мандарин Уишиц), плоды, которого созревают гораздо раньше плодов апельсина, кроме того, деревья, мандарина устойчивее к морозу, на $1,5-2,0^{\circ}$ по сравнению с деревьями апельсина. Вегетация мандарина (как и всех цитрусовых) начинается при устойчивых среднесуточных температурах воздуха $+10^{\circ}$. Многолетние наблюдения ряда исследователей над морозостойкостью этого вида мандарина, показали, что он самый устойчивый к морозом, по сравнению с другими видами цитрусовых. Наблюдения, проведенные над морозостойкостью мандарина в условиях, когда температура воздуха изменялась от $-6,3^{\circ}$ до $-11,8^{\circ}$ показали высокую морозостойкость мандарина Уишиу. Этот вид мандарина культивируется в субтропической зоне Черноморского побережья в том числе и в субтропическом районе Северного Кавказа. В работе (28) приведены результаты 40-летних наблюдений над морозостойкостью неукрытых и необогреваемых мандаринов в открытом грунте, в результате было установлено, что мандарин Уишиу без существенного повреждения переносит температуры -8 и $-8,5^{\circ}$. При температуре $-10,1^{\circ}$ у неукрытых мандаринов замерзли главные ветки кроны, при $t=-10.7^{\circ}$ уцелел только 1% деревьев а при $t=-12,2$ и $-13,1^{\circ}$ погибли все кусты манарина. Во влажных субтропиках Черноморского побережья мандарин Уишиу самая перспективная цитрусовая культура.

Оливковое дерево (маслина) субтропическая плодовая культура из Средиземноморских стран. Оливковое масло по качеству превосходит все растительные масла, что определило его широкое распространение на земле. Оливковое дерево с успехом можно возделывать как в сухих, так и во влажных субтропиках. Маслина теплолюбивая субтропическая культу-

ра. При бутонизации ей нужна температура воздуха не ниже +10°, при цветении не ниже +15° при завязывании плодов +20° до полной зрелости плодов +15°. Существует несколько разновидностей маслин и их заморозкостойкость отличается друг от друга. Оливковое дерево (маслина) переносит морозы до -10°-ов, а его морозостойкие сорта до -15° –ов.

По наблюдениям в Сочи (опытная станция около маяка, Институт горного садоводства из цветоводства) при минимальной температуре -10,7° у оливкового дерева замерзла часть листьев и верхушки побегов. У оливкового дерева средняя дата распускания почек 06.04, начало созревания плодов 01.09 массовое созревание 05.11. начало пожелтения листьев 27.10, листопад 13.11 (28). Японская хурма является морозостойкой субтропической культурой. По данным наблюдений за три зимние сезоны (1963-64, 1966-67 и 1970-71г.г.) при минимальных температурах -10,1; -12,1; -13,1° у растений в Сочи не было обнаружено никаких повреждений (28). Климатические условия в Сочи позволяют перспективность разведения этой субтропической культуры в данном районе.

Фейхоа является вечно зеленой субтропической плодовой культурой. Родина этой культуры Уругвай, Парагвай, Бразилия и Аргентина.

Вегетационный период фейхоа во влажной субтропической зоне Кавказа начинается в первой декаде апреля и кончается в начале ноября. Она влаголюбивая культура, плохо переносит засухи. В районе Сочи, где культивируется фейхоа среднегодовая температура воздуха составляет 14,1°. средняя минимальная температура равна -6,0°, а абсолютный минимум (среднее значение) -13,1.

В районе Сочи у плодоносящей фейхоа в среднем за год почки распускаются 06.04 развертывание первых листьев начинается 28.04 образование бутонов 12.05, начало цветения

08.06, конец цветения 06.07, созревание плодов в первой декаде ноября (4-8,11) (28).

Селянинов Г.Т. (29) изучал морозостойкость фейхоа и пришел к заключению, что слабые повреждения у фейхоа наблюдаются при температуре $-9-10^{\circ}$. Сильные повреждения, при -15° , гибель культуры наблюдается при температурах $-18-20^{\circ}$. Морозостойкость фейхоа в течение 40 лет изучали Гутиев Г.Т. и Мосяш А.С. (28), они в результате пришли к выводу, что когда растение угнетено (от засухи, почвенных условий) его заморозостойкость резко падает. Особенно надо отметить, что разные индивиды фейхоа явно отличаются по уровню морозостойкости друг от друга. Было установлено, что при температуре до -10° фейхоа не повреждается от $-10,3$ до -12° заморают частично (иногда полностью) листья и верхушки побегов, при $-14,5^{\circ}$ отмерзают двухлетние ветки, а при $-15-17^{\circ}$ кусты фейхоа заморают до земли, но через два года они вновь плодоносят. Фейхоа является более морозостойкой культурой по сравнению с мандарином. В Сочи при температуре воздуха $-10,5-12^{\circ}$ все мандарины погибли, а фейхоа потеряла только листья и часть однолетних веток (28).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение генезиса интенсивности повторяемости и продолжительности поздних весенних и ранних осенних заморозков этих опасных метеорологических явлений, которые частично или полностью повреждают сельскохозяйственные культуры и существенно снижают их урожайность, имеет, помимо научного, большое практическое значение.

Как показывают многолетние наблюдения на Северном Кавказе в период вегетации сельскохозяйственных культур минимальная температура воздуха приземного слоя атмосферы редко падает ниже -4° , и обычно составляет $-2, -3^{\circ}$. (Общая продолжительность опасных заморозков в этом регионе изменяется в пределах 1,5-2,5 часа), тогда как для полного замерзания citrusовых деревьев (лимон, апельсин, мандарин) критическая температура колеблется в пределах $-9, -12^{\circ}$, крона у citrusовых замерзает при $-6, -7^{\circ}$ (лимон), $-8, -9$ (апельсин) и -10 (мандарин), а листья у citrusовых полностью замерзают при температурах $-6, -8^{\circ}$. Что касается фруктовых деревьев (яблоня, груша, вишня, слива, абрикосы, персики) для закрытых бутонов критическая температура составляет $-3, -4^{\circ}$, для цветов $-2, -3^{\circ}$, для плодовых завязей -1° , а для ягодников (малина, клубника) цветы, бутоны и завязи замерзают при температуре -2° .

В результате анализа большого объема материала наблюдений (30 лет) с использованием статистических и аналитических методов установлен генезис, интенсивность, продолжительность и повторяемость поздних весенних и ранних осенних заморозков на территории Восточного Предкавказья. На территории выделены наиболее морозобойные районы. Для самых ранних осенних и поздних весенних заморозков установлены такие характеристики, как средние многолетние даты (а также даты по отдельным годам) наступления

на поверхности почвы и в приземном слое воздуха, средние и максимальные интенсивности, среднее число дней с заморозками весной и осенью, а также их среднемноголетние значения за апрель, май, сентябрь и октябрь, повторяемость заморозков различной интенсивности при различных грациях скорости ветра, влажности почвы относительной влажности воздуха и количества общей и нижней облачности.

На основе сопоставления критических температур с интенсивностью заморозков для различных сельскохозяйственных культур, проведено схематическое районирование территории Восточного Предкавказья с установлением оптимальных вариантов их размещения в зависимости и с учетом ее морозобойности. Формирование и интенсивность поздних весенних и ранних осенних заморозков обусловлено помимо с адвекцией арктических холодных воздушных масс, с локальным радиационным выхолаживанием с потерей тепла подстилающей поверхностью длиноволновым эффективным излучением, величина которого зависит от соотношения величин турбулентного потока тепла, теплового потока в почве и теплового потока от конденсации водяного пара с одной стороны и от эффективного излучения с другой.

Кривые суммарной вероятности наступления безморозного периода на станциях Восточного Предкавказья (станции Буденовск, Арзгир, Пятигорск, Дивное, Благодарный) аналитически представлены в виде парабол второго порядка, зависимости повторяемости поздних весенних и ранних осенних заморозков в воздухе и на поверхности почвы от их интенсивности аналитически представлены в виде линейных функций. А зависимости повторяемости (числа случаев) продолжительности поздних весенних и ранних осенних заморозков в воздухе и на почве от продолжительности заморозков аналитически представлены в виде показательных функций. Зависимости повторяемости поздних весенних и ранних осенних заморозков от относительной влажности воздуха аналитически представлены в виде линейных функций.

Зависимости повторяемости поздних весенних и ранних осенних заморозков от относительной влажности воздуха аналитически представлены в виде линейных функций. Зависимости количества заморозков от скорости ветра, аналитически представлены в виде показательных функций.

Предупреждение о наступлении поздних весенних и ранних осенних адвективных заморозков даются на основе анализа карт синоптических ситуаций с использованием индексов меридиональной циркуляции, определяющих интенсивность адвекции холодного воздуха. Нарастание интенсивности меридиональной циркуляции является необходимым условием в генезисе адвективных заморозков.

Другим способом предсказания ранних осенних и поздних весенних адвективных заморозков является определение степени понижения температуры в приземном слое воздуха и на поверхности почвы в зависимости от величин температуры воздуха на поверхности АТ-850мб АТ-500мб.

Статистически установлено что по значениям температуры ночью в 03 часа на этих поверхностях за 1-2 дня в исходном пункте, лежащем на пути следования вторгшихся холодных воздушных масс, можно предсказать момент наступления адвективных заморозков.

В настоящее время, как было отмечено, существует ряд методов предсказания радиационных заморозков. Однако, эти методы не могут с приемлемой точностью прогнозировать радиационные заморозки. вследствие того, что они не учитывают всех основных факторов, предопределяющих наступление радиационных заморозков.

Наиболее точным методом прогноза радиационных заморозков является метод М.Е. Берлянда. В прогнозе наступления радиационных заморозков этим методом учитывается влияние всех основных факторов, определяющих интенсивность ночного выхолаживания подстилающей поверхности почвы и приземного слоя воздуха. Этим методом для метеорологической станции Золотушка (район Пятигорска) был сделан успешный прогноз позднего весеннего радиационного заморозка в приземном слое воздуха и на поверхности почвы.

В результате анализа синоптических ситуаций, при наличии которых наблюдаются заморозки оказалось, что на территории Северного Кавказа заморозки имеют место при северо-западных и северных (более 70% случаев), западных (до 20%), северо-восточных и восточных (около 10%) вторжениях холодных воздушных масс. Как показал анализ результатов наблюдений над интенсивностью заморозков в Восточном Предкавказье, наиболее Морозоопасными пунктами являются. Зеленчукская станица, Золотушка, Красногвардейская, Ново-Александровская, Курсавка, Арзгир и Благодарное, где чаще, чем в других местах могут наблюдаться заморозки адвективно-радиационного характера.

Характеристика адвективно-радиационных заморозков и морозостойкость ценных субтропических культур здесь приведены по имеющимся в литературе данным.

В целях более детального изучения географии, частоты, продолжительность и интенсивности адвективно-радиационных заморозков и их успешного прогноза на территории Северного Кавказа в наиболее морозобойных пунктах целесообразно организовать специальные станции по комплексному изучению всех основных физических факторов, обуславливающих появление адвективно-радиационных заморозков, а в окраинных районах, лежащих на пути проникновения холодных воздушных масс всех вышеприведенных направлений, с целью изучения их трансформации – дополнительные пункты для производства наблюдений над изменением величин адвективной температуры на поверхностях АТ-650 и АТ500мб за 1-2 суток до их проникновения на территорию, занятую сельскохозяйственными культурами.

В приложении в табл.1 приведены данные о датах и интенсивностях поздних весенних заморозках в воздухе и на поверхности почвы по годам (1965-1986) в 18 пунктах Ставропольского края (табл.1).

В табл.2 приведены для этих же пунктов за тот же период (по годам) данные о датах и интенсивностях осенних заморозков в воздухе и на почве.

В табл. 3 приведены данные об интенсивности ранних осенних заморозков в воздухе и даты их наступления.

В табл. 4 приведены интенсивности ранних осенних заморозков на почве и даты их наступления.

В табл. 5 приведены интенсивности поздних весенних заморозков в воздухе и даты их наступления.

В табл. 6 приведены интенсивности поздних весенних заморозков на почве и даты их наступления

ПРИЛОЖЕНИЯ

таблица 1

**Поздние весенние заморозки в воздухе и на поверхности
почвы по станциям и годам с 1965г. по 1986г. в
Ставропольском крае. град.**

№/ №	Пункт	1965		1966	
		Дата	Воздух	Дата	Воздух
1.	Дивное	18.IV	-0.6	6.V	-0.0
2.	Арзгир	22.IV	-1.1	6.V	-3.0
3.	Рощино	17.IV	-4.6	6.V	-1
4.	Красногвардейское	17.IV	-0.6	6.V	0
5.	Светлоград	15.IV	-2.4	21.IV	0
6.	Благодарный	17.IV	-2.4	6.V	-1
7.	Буденновск	17.IV	-1.6	6.V	0
8.	Зеленокумск	17.IV	-1.0	20.IV	-2
9.	Новоалександровск	15.IV	-0.3	6.V	-1
10.	Изобильный	15.IV	-0.5	17.IV	-2
11.	Ставрополь	18.IV	-1.0	6.V	-2
12.	Александровск	17.IV	-1.2	6.V	-1
13.	Минводы	15.IV	-0.8	4.V	-1
14.	Георгиевск	17.IV	-2.2	6.V	-2
15.	Новопавловск	17.IV	-1.7	17.IV	-2
16.	Невинномысск	15.IV	-0.8	21.IV	-1
17.	Пятигорск	18.IV	-0.5	6.V	-1
18.	Черкесск	15.IV	-0.6	6.V	-2

№/ /№	1966				1967			
	дата	воздух	дата	почва	дата	воздух	дата	почва
1.	22.III	-3.6	8.IV	-0	2.IV	-0.2	14.IV	-1
2.	22.III	-2.8	12.IV	-0	8.IV	-0.1	17.IV	-1
3.	5.III	-4.0	2.IV	-0	14.IV	-1.1	14.IV	-3
4.	22.III	-4.5	30.III	-1	1.IV	-0.1	13.IV	-1
5.	22.III	-2.2	2.IV	-0	8.IV	-1.0	13.IV	-0
6.	22.III	-3.2	12.IV	-0	14.IV	-0.5	15.IV	-4
7.	25.III	-0.8	12.IV	-1	8.IV	-1.7	14.IV	-0
8.	22.III	-1.6	12.IV	-1	14.IV	-1.7	15.IV	-0

9.	22.III	-3.7	30.III	-1	7.IV	-2.3	15.IV	-2
10.	5.III	-2.2	30.III	-2	30.III	-0.5	12.IV	-2
11.	22.III	-4.0	26.III	-2	31.IV	-0.9	23.IV	-1
12.	22.III	-1.8	8.IV	-1	14.IV	-0.8	14.IV	-2
13	22.III	-0.6	12.IV	-0	11.IV	-2.4	14.IV	-2
14	22.III	-0.8	5.V	-0	14.IV	-2.4	17.IV	-1
15	15.III	-0.5	8.IV	-0	14.IV	-0.7	14.IV	-4
16	30.III	-1.2	30.III	-1	7.IV	-3.4	13.IV	-1
17	27.III	-1.3	2.IV	-0	17.IV	-0.6	17.IV	-1
18	30.III	-0.4	2.IV	-1	7.V	-1.5	23.IV	-0

№ /№	1968				1969			
	дата	воздух	дата	почва	дата	воздух	дата	почва
1.	20.IV	-2.5	27.IV	-0	11.IV	-1.2	19.IV	-3
2.	25.IV	2.2	27.IV	-1	29.III	-0.3	19.IV	-3
3.	25.IV	1.6	25.IV	-0	16.IV	-1.4	22.IV	-1
4.	20.IV	0.4	21.IV	-1	27.III	-0.3	21.IV	-2
5.	20.IV	0.4	25.IV	-3	27.III	-1.0	19.IV	-2
6.	25.IV	2.5	28.IV	-2	23.III	-0.9	17.V	-1
7.	25.IV	1.2	27.IV	-0	11.IV	-0.6	7.V	-1
8.	25.IV	1.4	25.IV	-4	19.IV	-0.7	7.V	-1
9.	16.IV	0.5	25.IV	-3	21.IV	-0.5	21.IV	-3
10.	25.III	0.5	25.IV	-1	2.IV	-0.1	21.IV	-1
11.	25.IV	0.3	25.IV	-1	11.IV	-0.3	21.IV	-3
12.	25.IV	1.7	25.IV	-3	16.IV	-0.5	21.IV	-3
13	9.IV	1.2	25.IV	-1	19.IV	-0.3	21.IV	-2
14	20.IV	0.2	25.IV	-1	16.IV	-0.3	7.III	-0
15	27.III	2.1	25.IV	-2	16.IV	-0.2	22.IV	-0
16	29.III	2.3	25.IV	-0	21.IV	-1.1	22.IV	-2
17	20.IV	0.4	25.IV	-1	21.IV	-2.5	22.IV	-0
18	29.III	2.5	25.IV	-1	21.IV	-0.5	22.IV	-2

№ /№	1970				1971			
	дата	воздух	дата	почва	дата	воздух	дата	почва
1.	24.III	-1.5	21.IV	-1	19.IV	-1	23.IV	-0
2.	25.IV	-2.6	21.IV	-1	21.IV	-0.5	23.IV	-3
3.	2.IV	-0.3	2.IV	-1	22.IV	-1.6	22.IV	-3
4.	26.III	-0.7	21.IV	-0	21.III	-0.4	22.IV	-0

5.	26.III	-0.8	21. IV	-1	21.III	-0.2	24.IV	-1
6.	26.III	-2.6	21.IV	-0	22.III	-1	23.IV	-1
7.	25.III	-3.5	22.IV	-1	21.IV	-2	23.IV	-3
8.	26.III	-1.9	21.IV	-2	28.IV	-0.4	23.IV	-2
9.	25.III	-1.5	21.IV	-0	21.IV	-0.5	20.IV	-0
10.	20.III	-1	21.IV	-0	20.IV	-1.2	24.IV	-4
11.	2.IV	-0.1	22.IV	-0	19.IV	-2.7	22.IV	-1
12.	26.IV	-0.6	22.IV	-1	22.IV	-0.6	24.IV	-3
13.	3.IV	-0.3	22.IV	-0	22.IV	-0.5	22.IV	-0
14.	3.IV	-0.4	22.IV	-0	22.IV	-2	22.IV	-2
15.	21.III	-1.4	3.IV	-0	22.IV	-0.6	23.IV	-3
16.	26.III	-1.7	21.IV	-0	21.IV	-0.7	24.IV	-0
17.	3.IV	-0	15.IV	-0	22.IV	-1.9	24.IV	-0
18.	25.III	-2	15.IV	-0	22.IV	-0.6	24.IV	-0

№ /№	1972				1973			
	дата	воздух	дата	почва	дата	воздух	дата	почва
1.	4.III	-0.6	15.IV	-0	НЕТ	ДАННЫХ		
2.	7.IV	-1	7.IV	-5	3.IV	-0.5	13.IV	0
3.	4.IV	-1.2	7.IV	-2	31.III	-4	2.IV	-1
4.	4.IV	-2	7.IV	-1	9.IV	-0.5	20.IV	-1
5.	3.IV	-0.5	7. IV	-1	5.IV	-0.2	9.IV	-2
6.	4.IV	-1.6	16.IV	-0	8.IV	-0.3	13.IV	-0
7.	4.IV	-1.2	7.IV	-1	31.III	2.2	13.IV	-0
8.	4.IV	-1.4	4.IV	-4	-	-	-	-
9.	4.IV	-1.6	9.IV	-0	1.IV	-0.5	20.IV	-1
10.	4.IV	-2.7	4.IV	-6	23.III	-2.6	2.IV	-1
11.	4.IV	-4.5	3.IV	-0	8.IV	-1.4	9.IV	-1
12.	7.IV	-0.5	16.IV	-2	2.IV	-1	13.IV	-4
13.	6.IV	-1	16.IV	-1	13.IV	-0.2	13.IV	-2
14.	16.IV	-0.1	9.IV	-1	2.IV	-0.6	15.IV	-2
15.	4.IV	-3.3	16.IV	-0	3.IV	-0.5	23.IV	-3
16.	16.IV	-2.8	4.IV	-4	3.IV	-1	24.IV	-0
17.	4.IV	-0.1	16.IV	-1	3.IV	-1.5	24.IV	-0
18.	4.IV	-5.4	24.IV	-1	1.IV	-1.6	24.IV	-0

№ /№	1974				1975			
	дата	воздух	дата	почва	дата	воздух	дата	почва
1.	4.IV	-2.4	1.V	-0	23.IV	-0.1	31.III	-1
2.	5.IV	-0.1	1.V	-1	31.III	-0.3	24.IV	-2
3.	13.IV	-0.3	13.IV	-2	16.IV	-1.0	16.IV	-0
4.	4.IV	-1.4	21.IV	-1	29.III	-0.3	16.IV	-1
5.	4.IV	-0.9	21.IV	-2	29.III	-0.5	16.IV	-2
6.	13.IV	-0.8	1.IV	-1	31.III	-2.1	24.IV	-0
7.	4.IV	-3.4	23.IV	-1	31.III	-0.5	16.IV	-0
8.	23.IV	-0.3	26.IV	-2	16.III	-0.7	16.IV	-1
9.	4.IV	-0.5	26.IV	-0	21.III	-0.1	16.IV	-3
10.	4.IV	-0.2	21.IV	-2	24.III	-0.2	16.IV	-0
11.	21.IV	-0.4	26.IV	-1	29.III	-0.2	16.IV	-2
12.	13.IV	-0.5	26.IV	-2	16.IV	-1.0	16.IV	-0
13.	13.IV	-1	25.IV	-2	16.IV	-0.3	16.IV	-1
14.	13.IV	-1.7	26.IV	-1	16.IV	-1.6	16.IV	-4
15.	13.IV	-2.0	23.IV	-0	30.IV	-1.2	16.IV	-4
16.	25.IV	-0.1	25.IV	-2	16.IV	-1.8	1.IV	-0
17.	25.IV	-1.5	26.IV	-0	31.IV	-2.6	26.IV	-4
18.	22.IV	-0.3	25.IV	-2	14.IV	-2.4	6.IV	-0

№ /№	1976				1977			
	дата	воздух	дата	почва	дата	воздух	дата	почва
1.	-	-	-	-	11.IV	-1.3	14.IV	-0
2.	3.IV	-1.3	9.IV	-0	10.III	-2.5	22.IV	-0
3.	5.IV	-0.7	7.IV	-2	10.III	-2.7	22.IV	-3
4.	5.IV	-0.3	5.IV	-3	10.IV	-3.6	21.IV	-2
5.	3.IV	-1.4	6.IV	-2	10.IV	-3.1	10.III	-5
6.	6.IV	-0.3	9.IV	-0	10.IV	-3.7	21.IV	-2
7.	3.IV	-0.5	8.IV	-0	10.III	-2.8	28.III	-0
8.	-	-	-	-	14.III	-3.9	22.IV	-3
9.	3.IV	-0.6	7.IV	-2	10.IV	-0.1	21.IV	-2
10.	25.III	-0.9	7.IV	-0	19.III	-1.8	19.IV	0
11.	2.IV	-2.6	7.IV	-2	19.IV	-1.3	21.IV	-1
12.	4.IV	-1.6	9.IV	-0	22.IV	-0.5	26.IV	0
13.	6.IV	-0.7	9.IV	-0	10.IV	-1.0	20.IV	-1
14.	4.IV	-1.6	9.IV	-0	19.IV	-5.1	26.IV	0
15.	4.IV	-2.5	9.IV	-2	19.IV	-0.6	17.IV	-2
16.	6.IV	-0.3	8.IV	-1	20.IV	-1.2	21.IV	-1
17.	5.IV	-0.6	15.IV	-1	20.IV	-0.8	21.IV	-0
18.	5.III	-0.1	9.IV	-0	20.IV	-0.3	21.IV	-0

№ /№	1978				1979			
	дата	воздух	дата	почва	дата	воздух	дата	почва
1.	11.IV	-1	22.IV	-2	21.IV	-1.5	27.IV	-1
2.	11.IV	-2.3	2.V	-1	22.IV	-0.0	2.V	0
3.	16.IV	-0.2	16.IV	-1	28.IV	-0.3	22.IV	-1
4.	22.IV	-1.2	1.V	-1	21.IV	-2.4	23.IV	-1
5.	11.IV	-0.3	1.V	-1	20.IV	-0.2	26.IV	-1
6.	23.IV	-0.2	1.V	0	22.IV	-0.3	27.IV	0
7.	23.IV	-0.3	1.V	0	10.III	2.2	27.IV	0
8.	11.IV	-0.2	8.IV	0	20.IV	-0.3	28.IV	-1
9.	12.IV	-0.2	1.IV	-1	21.IV	-1.9	23.IV	-1
10.	11.IV	-1.3	1.IV	0	20.III	-1.8	22.IV	-1
11.	22.IV	-1.1	7.IV	-1	22.IV	-1.3	22.V	-3
12.	15.IV	-0.2	8.IV	0	22.IV	-0.3	1.V	0
13.	8.IV	-5.1	15.IV	0	21.IV	-1.0	2.V	-1
14.	13.IV	-0.7	3.IV	0	20.IV	-1.1	2.V	0
15.	8.IV	-2.0	15.IV	-2	20.IV	-1.1	22.IV	-2
16.	11.IV	-1.2	1.V	0	22.IV	-0.2	26.IV	-1
17.	8.IV	-5.8	15.IV	-3	21.IV	-2.2	26.IV	-3
18.	12.IV	-0.7	1.V	-1	22.IV	-0.7	24.IV	-0

№ /№	1980				1981			
	дата	воздух	дата	почва	дата	воздух	дата	почва
1.	17.IV	-0.4	18.IV	-1	8.IV	-0.6	20.V	0
2.	17.IV	-0.7	20.IV	0	28.IV	-0.6	21.V	0
3.	20.IV	-0.2	20.IV	0	17.IV	-0.4	23.IV	0
4.	17.IV	-0.7	17.IV	-2	10.IV	-0.6	2.V	0
5.	17.IV	-0.5	18.IV	0	11.IV	-0.8	23.IV	0
6.	17.IV	-0.1	18.IV	-2	21.IV	-0.1	22.V	-1
7.	26.III	-1.1	18.IV	-1	3.IV	-1.6	16.V	-0
8.	26.III	-0.6	18.IV	-1	11.IV	-2.0	21.V	-2
9.	17.IV	-0.5	13.IV	-1	2.IV	-2.3	2.V	0
10.	17.IV	-0.7	18.IV	-2	2.IV	-2.1	2.V	0
11.	26.III	-2.7	18.IV	-3	8.IV	-0.8	17.IV	-1
12.	18.IV	-0.9	20.IV	-1	11.IV	-1.1	2.V	-1
13.	18.IV	-3.6	20.IV	0	23.IV	-1.2	16.V	-1
14.	26.IV	-1.3	20.IV	0	23.IV	-0.2	16.V	-2
15.	18.IV	-2.5	20.IV	0	3.IV	-2.5	2.V	-2
16.	18.IV	-1.0	18.IV	-3	2.V	-0.7	15.IV	-0
17.	19.IV	-0.1	20.IV	-2	23.IV	-2.2	16.V	-1
18.	18.IV	-1.4	18.IV	-1	23.IV	-2.0	16.V	-2

№ /№	1982				1983			
	дата	воздух	дата	почва	дата	воздух	дата	почва
1.	27.III	-1.6	6.V	0	30.III	-0.4	4.IV	0
2.	10.IV	-1.0	10.IV	-5	3.IV	-0.5	4.IV	-4
3.	27.IV	-4.0	10.IV	-3	3.IV	-1.7	3.IV	-2
4.	7.IV	-1.0	9.IV	-2	25.III	-2.7	4.IV	0
5.	7.IV	-0.6	7.IV	-2	25.III	-1.5	4.IV	-4
6.	7.IV	-1.9	10.IV	-3	31.III	-2.3	4.IV	-2
7.	27.III	-4.3	10.IV	-2	22.IV	-0.9	3.IV	-2
8.	10.IV	-1.0	21.IV	0	3.III	-1.6	4.IV	-0
9.	27.III	-0.5	9.IV	-1	25.III	-0.8	4.IV	-2
10.	27.III	-1.5	9.IV	0	19.III	-0.6	25.IV	-2
11.	2.IV	-0.3	7.IV	-2	30.IV	-0.5	3.IV	-1
12.	27.III	-4.1	10.IV	0	3.IV	-1.8	4.IV	-2
13.	2.IV	-0.6	10.IV	-2	3.IV	-0.6	3.IV	-2
14.	27.III	-7.6	2.IV	-4	3.IV	-1.8	4.IV	-6
15.	27.III	-5.5	10.IV	-2	3.IV	-0.3	4.IV	-1
16.	9.IV	-0.2	9.IV	-2	25.III	-0.2	1.IV	-1
17.	10.IV	-0.6	6.V	0	1.IV	-0.1	25.IV	-1
18.	9.IV	-0.8	9.IV	-2	28.III	-0.5	23.IV	-1

№ /№	1984				1985				1986	
	воздух		почва		воздух		почва		воздух	почва
1.	22.III	-3.9	5.IV	-1.0	16.IV	-1.3	17.IV	-1.0	7.V-0.5	8.V-4.0
2.	22.III	-2.4	4.IV	-1.0	17.IV	-0.4	17.IV	-2.0	7.V-0.3	8.V-1.5
3.	28.III	-1.8	28.III	-2.2	13.IV	-0.7	16.IV	-1.0	8.IV-0.6	8.IV-1.0
4.	26.III	-2.3	26.III	-5.5	16.IV	-0.4	13.IV	-1.5	8.V-0.0	8.V-2.0
5.	29.III	-0.6	26.III	-1.0	17.IV	-1.1	17.IV	-2.0	8.V-0.2	8.V-1.0
6.	30.III	-0.6	26.III	-0.0	16.IV	-1.3	16.IV	-4.0	1.IV-1.3	7.V-0.0
7.	28.III	-1.5	5.V	-2.0	17.IV	-0.7	17.IV	-2.0	28.III-1.2	18.IV-1.0
8.	23.III	-1.6	28.IV	-0.8					8.V-0.9	8.V-2.0
9.	22.III	-5.0	28.IV	-0.0	28.III	-0.4	13.IV	-2.0	25.III-0.6	7.V-0.5
10.					16.IV	-0.4	13.IV	-3.0	7V-0.2	8.V-0.0
11.	28.III	-0.2	4.IV	-1.0	17.IV	-0.9	17.IV	-3.0	27.III-2.0	7.V-1.0
12.	28.III	-2.3	31.IV	-2.0	17.IV	-0.8	18.IV	-0.0	11.IV-0.5	13.IV-1.0
13.	28.V	-0.7	31.V	-0.0					28.II-2.1	5.IV-5.0
14.	31.III	-1.2	4.IV	-1.0	18.IV	-1.5	17.IV	-0.0	27.II-3.2	6.V-1.0
15.	31.III	-1.4	3.V	-0.0						
16.					18.IV	-0.4	17.IV	-2.0	29.III-0.9	5.V-1.0
17.	22.III	-0.6	26.IV	-0.0	17.IV	-1.8	18.IV	-2.0	5.IV-1.9	10.IV-1.0
18.	28.III	-0.6	31.V	-0.0	17.IV	-0.5	18.IV	-1.0	28.III-1.9	15.IV-1.0

таблица 2

Даты и интенсивность осенних заморозков в воздухе и на поверхности почвы в Ставропольском крае, град.

№/№	Пункт	1950		1951	
		воздух	почва	воздух	почва
1.	Дивное		10.X-0.9		26.IX-1.0
2.	Арзгир				
3.	Красногвардейское		15.X-0.2	6.X-1.1	25.IX-1.0
4.	Светлоград				6.X-0.2
5.	Благодарный				6.X-1.9
6.	Буденновск				
7.	Зеленокумск				
8.	Новоалександровск			26.IX-0.5	26.IX-0.4
9.	Изобильный				
10.	Ставрополь				26.IX-0.2
11.	Александровск			7.X-0.6	6.X-3.5
12.	Минводы				
13.	Новопавловск				
14.	Невинномысск				
15.	Пятигорск				27.IX-0.6
16.	Черкесск				27.IX-2.1
17.	Рощино				
18.	Георгиевск				
19.	Ольгино		6.X-0.2		6.X-0.2
20.	Курсавка				27.IX-1.3

№/№	1952		1953		1954	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.			11.X-1.0	1.X-1.7		11.X-0.3
2.		18.IX-1.4		30.IX-1.2	11.X-1.1	11.X-2.9
3.		18.IX-0.1	17.IX-1.0	17.IX-3.6		11.X-0.1
4.	18.IX-0.6	18.IX-1.4		4.X-1.0		
5.	18.IX-1.9	18.IX-3.5		11.X-0.2		
6.				4.X-0.5		
7.						
8.			17.IX-0.6	17.IX-0.6		
9.						
10.		18.IX-1.0				
11.	18.IX-1.3	18.IX-3.7				

12.						
13.	18.IX-0.5	18.IX-1.8				
14.	18.IX-0.6					
15.	18.IX-1.4	18.IX-2.0	2.X-0.3	2.X-0.3		6.X-0.3
16.						6.X-1.1
17.						
18.						
19.				18.IX-0.1		
20.	18.IX-1.6	18.IX-1.9		13.X-0.4		

№/№	1955		1956		1957	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.			26.IX-0.9	24.IX-0.7	11.X-1.0	10.X-0.8
2.		12.X-2.4	25.IX-0.4	20.IX-1.0	11.X-0.6	11.X-4.0
3.			24.IX-1.6	24.IX-2.2	11.X-3.9	11.X-4.1
4.			26.IX-2.7	26.IX-1.8	11.X-3.7	11.X-3.2
5.		12.X-1.0	26.IX-4.2	25.IX-0.7	11.X-3.0	9.X-0.2
6.			26.IX-4.2	26.IX-5.0	11.X-2.4	11.X-5.7
7.			24.IX-0.2			
8.				26.IX-1.2	11.X-4.2	1.X-5.5
9.						
10.			26.IX-3.7	20.IX-0.5	10.X-0.2	10.X-0.3
11.				26.IX-3.7	11.X-6.0	11.X-7.0
12.			26.IX-1.7			
13.		12.X-2.3	26.IX-4.9	26.IX-2.8	11.X-4.1	9.X-0.1
14.			25.IX-0.5		11.X-5.4	
15.	14.X-0.4	14.X-0.6	26.IX-2.7	26.IX-5.5	11.X-4.5	10.X-0.6
16.				26.IX-4.9	11.X-4.8	10.X-0.8
17.						
18.						
19.		12.X-0.8	26.IX-3.2	26.IX-4.2	11.X-4.8	10.X-0.8
20.			26.IX-3.7	14.X-0.6	11.X-5.1	9.X-0.5

№/№	1955		1956		1957	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.	9.X-1.3	19.IX-2.0	6.X-0.2	6.X-0.6		
2.	19.IX-2.1	19.X-3.0	11.X-1.2	29.IX-2.6		19.IX-1.0
3.	2.IX-1.0	19.IX-0.3	10.IX-0.6	28.IX-0.2	19.IX-0.1	19.IX-1.0
4.	20.IX-0.8	20.IX-0.7		10.X-0.5		
5.	19.IX—0.1	19.IX-0.5	11.X-0.3	28.IX-2.7		20. IX-2.0

6.			11.X-0.2	28.IX-2.0		
7.						
8.	20.IX-0.5	19.IX-0.1	10.X-1.5	10.IX-2.4		
9.						
10.		9.X-0.1	5.X-0.3	5.X-0.1		
11.	19.IX-1.3	19.IX-0.9	11.X-0.2	28.IX-0.4		
12.						
13.		19.IX-1.1	7.X-0.6	7.X-2.3		20.IX-2.0
14.			14.X-0.3	28.IX-2.2		
15.	14.X-1.2		7.X-1.2	21.IX-0.7		
16.		19.IX	7.X-0.8	7.X-0.5		
17.						
18.						
19.		12.X-1.3	7.X-0.4	7.X-2.4		
20.	19.X-1.7	19.X-1.7	11.X-0.1	18.X-0.8		

№/№	1961		1962		1963	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.						
2.		23.IX-2.0		12.X-1.0		15.IX-1.0
3.	23.IX-0.9		10.X-0.9	10.X-0.1	23.IX-0.1	23.X-2.0
4.						
5.		23.IX-1.0		11.X-1.0		
6.				11.X-1.0	23.IX-1.2	22.IX-1.0
7.						
8.				11.X-1.0		23.IX-1.0
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.			11.X-0.3	11.X-1.0		
15.			11.X-0.7	11.X-4.0		23.IX-1.0
16.						
17.						
18.						
19.				11.X-2.0		
20.			12.X-0.2	11.X-3.0	23.IX-0.3	23.IX-1.0

№/ №	1964		1965		1966	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.		6.X-1.0	2.X-4.5	4.X-4.0	16.X-0.5	9.X-2.0
2.		6.X-2.0	4.X-1.2	4.X-6.0	17.X-5.5	9.X-2.0
3.	6.X-0.5	6.X-2.0	4.X-2.2	4.X-2.0	17.X-2.6	17.X-4.0
4.	6.X-0.5	6.X-2.0	4.X-2.3	4.X-3.0	17.X-2.8	17.X-2.0
5.	6.X-0.2	6.X-2.0	4.X-1.4	4.X-4.0	17.X-5.5	13.X-9.0
6.	7.X-0.2	6.X-2.0	4.X-0.9	4.X-6.0	17.X-4.8	17.X-6.0
7.			4.X-0.9	4.X-4.0	17.X-7.7	17.X-6.0
8.	6.X-2.3	6.X-3.0	5.X-2.0	56.X-4.0	17.X-3.2	17.X-4.0
9.			14.X-0.6	4.X-1.0	17.X-0.5	17.X-2.0
10.	5.X-0.6	3.X-1.0		4.X-3.0	16.X-1.0	17.X-4.0
11.	6.X-1.7	6.X-4.0	4.X-1.4	4.X-2.0	17.X-5.8	17.X-6.0
12.			19.IX-0.1	19.X-1.0	18.X-1.7	18.X-5.0
13.	6.X-1.1	6.X-4.0	24.IX-2.0	5.X-0.0	18.X-1.7	18.X-5.0
14.	7.X-2.6	6.X-2.0	15.X-3.0	15.X-3.0	17.X-0.1	17.X-2.0
15.	5.X-0.5	3.X-1.0	5.X-0.5	5.IX-2.0	18.X-3.0	21.IX-3.0
16.	6.X-2.8	6.X-3.0	14.X-0.5	14.X-0	17.X-0.1	17.X-1.0
17.			23.X-2.0	16.X-2.0	17.X-6.5	17.X-6.5
18.			22.IX-0.1	19.IX-1.0	18.X-3.2	21.IX-1.0
19.	5.X-0.2	6.X-2.0		16.IX-2.0	17.X-6.0	17.X-6.0
20.	6.X-2.7	6.X-4.0				

№/ №	1967		1968		1969	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.	16.IX-1.6	20.IX-0	27.X-3.4	11.IX	25.X-1.4	1.X-3.0
2.	22.X-1.7	20.IX-1.0	27.X-2.5	27.X-4.0	9.X-0.2	1.X-2.0
3.	13.X-0.4	13.X-3.0	23.X-0.5	23.X-2.0	14.X-1.8	30.IX-2.0
4.	22.X-1.9	22.X-2.0	27.X-2.7	27.X-3.0	9.X-2.0	1.X-1.0
5.	22.X-2.8	28.IX-0	27.X-2.7	11.IX-1.0	9.X-3.0	30.IX-1.0
6.	22.X-3.0	16.X-1.0	27.X-1.2	27.X-1.0		
7.	16.X-0.2	15.X-0.2	27.X-1.2	27.X-2.0	9.X-3.8	1.X-7.0
8.	13.X-1.4	13.X-2.0	13.X-0.3	13.X-2.0	1.X-1.1	30.IX-2.0
9.	16.X-0.3	22.X-3.0	27.X-2.3	27.X-2.0	9.X-2.7	1.X-1.0
10.	15.X-0.0	22.X-1.0	27.X-3.4	27.X-5.0	9.X-3.0	30.IX-1.0
11.	22.X-1.4	15.X-0	27.X-1.7	27.X-2.0	9.X-3.6	1.X-1.0
12.	14.X-0.4	8.X-0	27.X-1.0	27.X-2.0	9.X-7.0	9.X-8.0
13.	15.X-0.1	15.X-1.0	27.X-1.2	27.X-2.0	9.X-2.7	9.X-5.0
14.	14.X-0.9	14.X-1.0	27.X-2.5	27.X-3.0	9.X-5.5	9.X-5.0
15.	15.X-0.5	14.X-2.0	27.X-1.0	27.X-2.0	9.X-7.5	9.X-8.0
16.	22.XI-1.7	22.X-2.0	27.X-2.8	27.X-2.0	9.X-3.4	8.X-1.0
17.	22.X-1.1	22.X-1.0	27.X-2.0	27.X-2.0	9.X-1.5	9.X-4.0
18.	22.X-2.2	15.X-2.0	27.X-1.2	27.X-1.0	-9.X-5.2	1.X-1.0
19.	22.X-1.5	15.X-2.0	27.X-1.0		9.X-2.5	

№/№	1970		1971		1972	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.	16.X-0.8	14.X-1.0	8.X-1.9	8.X-3.0	4.XI-4.0	8.X-4.0
2.	16.X-0.5	10.X-2.0	7.X-0.4	7.X-0.0	8.X-1.5	8.X-5.0
3.	11.X-0.7	1.X-1.0	28.X-1.3	25.X-1.0	8.X-0.7	8.X-0.8
4.	18.X-1.0	16.X-2.0	28.X-0.9	28.X-0.0	8.X-0.6	8.X-1.0
5.	16.X-1.4	12.X-1.0	28.X-1.9	21.X-1.0	8.X-1.5	8.X-2.0
6.	18.X-0.4	15.X-0.1	24.X-1.5	24.X-1.0	6.IX-0.8	26.IX-3.0
7.	17.X-1.7	10.X-1.0	30.X-4.9	25.X-1.0	8.X-1.0	8.X-2.0
8.	1.X-2.2	1.X-4.0	8.X-0.1	8.X-2.0	8.X-0.1	8.X-1.0
9.	15.X-0.4	15.X-0	8.X-0.4	8.X-0.0	4.XI-4.2	30.X-1.0
10.	15.X-1.4	10.X-2.0	8.X-2.5	22.X-2.0	7.XI-0.6	8.X-2.0
11.	16.X-0.4	10.X-1.0	28.X-0.9	22.X-1.0	8.X-0.4	8.X-1.0
12.	10.X-0.5	10.X-0	30.X-2.9	30.X-4.0	4.XI-0.8	9.X-1.0
13.	18.X-2.2	10.X-1.0	26.X-0.5	22.X-2.0	4.XI-0.7	5.XI-1.0
14.	11.X-1.0	11.X-1.0	8.X-0.9	8.X-2.0	4.XI-0.3	4.XI-1.0
15.	10.X-1.0	2.X-1.0	8.X-0.2	11.X-1.0	4.XI-1.6	4.XI-0
16.	18.X-3.4	10.X-2.0	7.X-0.1	25.X-1.0	4.XI-2.4	4.XI-1.0
17.	18.X-2.1	17.X-1.0	30.X-4.0	30.X-4.0	4.XI-1.4	4.XI-1.0
18.	10.X-0.1	10.X-1.0	30.X-3.9	30.X-7.0	4.XI-0.3	5.XI-4.0
19.	18.X-2.8					

№/№	1973		1974		1975	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.			7.XI-1.4	6.XI-1.0	15.X-0.5	14.X-1.0
2.	26.IX-1.8	20.IX-3.0	7.XI-0.7	5.XI-2.0	15.X-2.1	14.X-3.0
3.	26.IX-1.0	20.IX-1.0	11.XI-4.5	11.XI-5.0	14.X-1.7	14.X-3.0
4.	20.IX-0.1	20.IX-2.0	11.XI-1.3	11.XI-1.0	14.X-1.1	14.X-1.0
5.	20.IX-0.5	26.IX-0.0	8.XI-1.6	18.XI-2.0	13.X-0.1	13.X-1.0
6.	26.IX-2.0	12.IX-4.0	1.XI-0.8	01.XI-2.0	13.X-0.4	13.X-0.4
7.	12.IX-0.7	20.XI-2.0			14.X-0.7	14.X-3.0
8.	26.IX-0.9	26.XI-1.0	11.XI-3.7	9.XI-1.0	14.X-2.4	14.X-2.0
9.	26.IX-0.7	26.IX-2.0	11.XI-1.1	11.XI-0.0	14.X-1.0	14.X-3.0
10.	26.IX-2.8	26.IX-1.0	10.XI-0.3	8.XI-2.0	14.X-0.5	14.X-3.7
11.	26.IX-3.3	26.IX-5.0	11.XI-2.0	5.XI-1.0	14.X-1.7	14.X-3.0
12.	21.IX-0.5	27.IX-1.0	5.XI-1.5	5.XI-1.0	14.X-2.7	14.X-3.0
13.	27.X-1.4	27.IX-2.0	11.XI-0.6	5.XI-1.0	14.X-2.0	14.X-3.0
14.	27.IX-0.8	26.IX-2.0	8.XI-0.4	7.XI-0.3	13.X-0.4	13.X-0.0
15.	26.IX-0.3	22.X-1.0	5.XI-1.9	5.XI-2.0	12.X-0.6	12.X-0.0
16.	20.X-1.3	20.X-2.0	7.XI-0.9	7.XI-1.0	14.X-2.3	14.X-2.0
17.	26.X-1.2	26.IX-3.1	26.XI-3.1	23.XI-2.0	30.X-4.1	14.X-1.0
18.	21.X-0.7	21.IX-2.0	5.XI-0.4	5.XI-2.0	14.X-2.2	14.X-3.0

№/ №	1976		1977		1978	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.			7.XI-1.4	6.XI-1.0	15.X-0.5	14.X-1.0
2.	26.IX-1.8	20.IX-3.0	7.XI-0.7	5.XI-2.0	15.X-2.1	14.X-3.0
3.	26.IX-1.0	20.IX-1.0	11.XI-4.5	11.XI-5.0	14.X-1.7	14.X-3.0
4.	20.IX-0.1	20.IX-2.0	11.XI-1.3	11.XI-1.0	14.X-1.1	14.X-1.0
5.	20.IX-0.5	20.IX-0.0	8.XI-1.6	18.XI-2.0	13.X-0.1	13.X-1.0
6.	26.IX-2.0	26.IX-4.0	1.XI-0.8	01.XI-2.0	13.X-0.4	13.X-0.4
7.	12.XI-0.7	12.XI-2.0			14.X-0.7	14.X-3.0
8.	26.IX-0.9	20.IX-1.0	11.XI-3.7	9.XI-1.0	14.X-2.4	14.X-2.0
9.	26.IX-0.7	20.IX-2.0	11.XI-1.1	11.XI-0.0	14.X-1.0	14.X-3.0
10.	26.IX-2.8	26.IX-1.0	10.XI-0.3	8.XI-2.0	14.X-0.5	14.X-3.7
11.	26.IX-3.3	26.IX-5.0	11.XI-2.0	5.XI-1.0	14.X-1.7	14.X-3.0
12.	21.X-0.5	27.IX-1.0	5.XI-1.5	5.XI-1.0	14.X-2.7	14.X-3.0
13.	27.IX-1.4	27.IX-2.0	11.XI-0.6	5.XI-1.0	14.X-2.0	14.X-3.0
14.	26.IX-0.8	26.IX-2.0	8.XI-0.4	7.XI-0.3	13.X-0.4	13.X-0.0
15.	21.X-0.3	22.X-1.0	5.XI-1.9	5.XI-1.0	12.X-0.6	12.X-0.0
16.	20.X-1.3	20.X-2.0	7.XI-0.9	7.XI-1.0	14.X-2.3	14.X-2.0
17.	26.IX-1.2	26.IX-3.1	26.XI-3.1	23.XI-2.0	30.XI-4.1	14.X-1.0
18.	21.IX-0.7	21.IX-2.0	5.XI-0.4	5.XI-2.0	14.X-2.2	14.X-3.0

№/ №	1979		1980		1981	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.	9.X-1.9	9.X-4.0	29.X-0.9	26.IX-1.0	5.XI-0.1	19.X-2.0
2.	9.X-1.8	9.X-4.0	14.X-1.3	26.IX-2.0	6.XI-0.7	6.XI-1.0
3.	8.X-0.5	8.X-2.0	29.X-3.0	23.IX-2.0	6.XI-0.4	19.X-1.0
4.	27.X-0.3	9.X-2.0	7.XI-0.2	26.IX-1.0	19.X-2.3	19.X-2.0
5.	9.X-3.7	9.X-3.0	26.X-0.3	26.X-0.0	6.XI-0.6	19.X-2.0
6.	9.X-1.0	9.X-4.0	3.XI-1.5	14.X-1.0	19.XI-2.0	18.X-1.0
7.	9.X-1.9	9.X-3.0	15.X-2.2	14.X-1.0	19.X-0.2	19.X-1.0
8.	8.X-1.2	4.X-1.0	29.X-2.0	26.IX-0.0	6.XI-0.4	19.X-1.0
9.	27.X-0.2	9.X-1.0	7.XI-0.6	23.X-1.0	5.XI-0.6	19.X-2.0
10.	27.X-2.1	8.X-2.0	28.X-0.1	26.IX-0.0	19.X-1.4	19.X-1.0
11.	9.X-3.1	8.X-1.0	26.IX-0.1	26.IX-2.0	6.XI-2.0	19.X-1.0
12.	9.X-0.5	8.X-2.0	30.X-0.5	14.X-0.0	6.XI-1.2	19.X-2.0
13.	8.X-0.9	8.X-3.0	14.X-0.3	14.X-2.0	19.X-0.4	19.X-0.0
14.	9.X-1.1	6.X-1.0	22.X-1.8	15.X-0.0	19.X-2.1	19.X-2.1
15.	6.X-2.0	6.X-1.0	22.X-1.5	14.X-1.0	6.XI-2.6	19.X-1.0
16.	6.X-1.8	6.X-2.0	29.X-2.6	14.X-1.0	6.XI-0.5	19.X-3.0
17.	9.X-1.1	9.X-2.0	14.X-1.7	14.X-3.0	6.XI-2.7	19.X-2.0
18.	9.X-2.0	9.X-3.0	15.X-2.4	14.X-1.0	6.XI-2.6	19.X-2.0

№/ №	1982		1983		1984	
	воздух	почва	воздух	почва	воздух	почва
1.	7.X-2.5	6.X1-1.0	5.X-1.5	15.X-2.0	26.X-2.8	26.X-4.0
2.	7.X-3.1	7.X-4.0	16.X-0.9	15.X-1.0	18.X-1.1	18.X-2.0
3.	7.X-0.7	7.X-3.0	4.X-1.4	4.X-1.0	18.X-0.7	19.X-4.0
4.	7.X-1.2	7.X-2.0	25.X-0.8	15.X-1.0	18.X-1.5	18.X-1.2
5.	7.X-2.8	7.X-4.0	16.X-1.7	12.X-1.0		
6.	7.X-1.8	7.X-1.0	25.X-2.3	12.X-1.0	19.X-2.9	19.X-3.0
7.	7.X-0.3	7.X-3.0	16.X-0.5	12.X-0.0	19.X-2.1	16.X-0.0
8.	7.X-0.8	5.X-1.0	3.X-0.4	3.X-1.0	18.X-1.0	18.X-0.8
9.	6.X-1.4	6.X-4.0	26.X-0.1	15.X-1.0	18.X-1.0	18.X-2.0
10.	5.X-0.9	5.X-1.0	5.XI-2.1	15.X-1.0		
11.	7.X-2.4	7.X-3.0	16.X-1.4	12.X-1.0	18.X-0.4	15.X-0.0
12.	7.X-0.5	7.X-2.0	18.X-0.7	17.X-1.0	18.X-0.1	18.X-2.0
13.	24.X-1.1	10.X-2.0	25.X-1.7	3.X-1.0	13.XI-0.7	14.XI-4.0
14.	7.X-1.0	7.X-4.0	17.X-0.4	17.X-1.0	19.X-2.4	8.X-0.0
15.	5.X-0.3	9.X-2.9	12.X-1.4	12.X-3.0	18.X-1.8	19.X-1.0
16.	8.X-0.1	6.X-1.0		12.X-0.0		
17.	6.X-0.7	6.X-0.0	25.X-0.5	16.X-0.0	1.XI-0.5	8.X-0.0
18.	24.X-1.0	10.X-2.0	17.X-0.6	12.X-2.0	19.X-2.2	19.X-3.0

№/ №	1985		1986	
	воздух	почва	воздух	почва
1.	19.X-3.7	19.X-6.0	30.ix-1.0	27..IX-0.0
2.	19.X-2.3	19.X-3.5	11.X-0.4	21.IX-0.0
3.	19.X-2.1	2.X-0	30.IX-1.0	27.IX-1.0
4.	19.X-1.8	19.X-2.5	29.IX-1.4	29.IX-6.0
5.	19.X-3.5	2.X-1.0	11.X-0.5	21.IX-1.4
6.	25.X-0.2	2.X-1.0	11.X-0.1	29.IX-1.0
7.			30.IX-1.0	30.IX-2.0
8.			21.IX-0.2	21.IX-1.2
9.	24.X-1.1	24.X-1.0	29.IX-1.6	29.IX-4.5
10.	24.X-0.5	22.X-1.0	29.IX-2.0	30.IX-3.0
11.	26.X-2.9	2.X-0.0	30.IX-3.2	30.IX-4.0
12.	26.X-5.3	26.X-5.0	12.X-1.1	1.X-0.5
13.			30.IX-1.0	30.IX-3.0
14.	26.X-3.9	26.X-1.0	30.IX-1.5	30.IX-3.0
15.			30.IX-0.5	30.IX-1.0
16.	26.X-3.1	2.X-1.0		
17.	25.X-0.5	25.X-2.0	15.X-0.2	19.X-1.0
18.	26.X-2.3	26.X-4.0	30.IX-0.9	30.IX-5.0

таблица 3

Интенсивность ранних осенних заморозков в воздухе в Ставропольском крае и даты их наступления град.

№№	Пункты	годы				
		1950	1951	1952	1953	1954
	Ольгино					
	Черкеск					
	Золотушка			18.X-1.4		
	Н-Павловская			18.X-0.5		
	Зеленчукская		27.IX-0.9	18.IX-2.9	18.IX-0.8	4.X-1.7
	Ставрополь					
	Прикумск					
	Александровская		7.X-0.6	18.IX-1.3		
	Невинномысск			18.IX-0.6		
	Курсавка			18.IX-1.6		
	Дивное				11.X-1.0	
	Красногвардейское		6.X-1.1		17.IX-1.0	
	Арзгир					11.X-1.1
	Светлоград			18.IX-0.6		
	Благодарное			18.IX-1.9		
	Александровское		26.IX-0.5		17.IX-0.6	

№№						
	1955	1956	1957	1958	1959	1960
		26.IX-3.2	11.X-4.8		7.IX-0.4	
		26.IX-2.7	11.X-4.0		7.IX-0.8	
	14.X-0.4	25.IX-0.5	11.X-4.5	14.X-1.2	7.X-1.9	
		26.IX-1.7	11.X-4.1		7.X-0.6	
	12.X-1.5	25.X-1.6	9.X-1.5	10.X-0.3	21.IX-0.8	

		10.X-0.2		5.X-0.3	
	26.IX-4.2	11.X-2.4		11.X-0.2	
	26.IX-3.7	11.X-6.0	19.IX-1.3	11.X-0.2	
	26.IX-4.4	11.X-5.4		14.X-0.3	
	26.IX-1.7	11.X-5.1	19.IX-1.2	11.X-0.1	
	26.IX-0.9	11.X-1.0	19.IX-1.3	6.X-0.2	
	24.IX-1.6	11.X-3.9	20.IX-1.0	10.X-0.6	19.IX-0.1
	25.IX-0.4	11.X-0.6	19.IX-2.1	11.X-1.2	
	26.IX-2.7	11.X-3.7	2.IX-0.8		
	26.IX-4.2	11.X-3.0	19.IX-0.1	11.X-0.3	
	24.IX-0.2	11.X-4.2	20.IX-0.5	10.X-1.5	

№№	годы			
	1961	1962	1963	1964
				5.X-0.2
				6.IX-2.8
		11.X-0.7		5.X-0.5
				6.X-1.1
	5.X-0.2	11.X-5.2	23.IX-1.0	3.X-0.8
				5.X-0.6
			23.IX-1.2	7.X-0.8
				6.X-1.7
		11.X-0.3		7.X-2.6
		12.X-0.2	23.IX-0.3	6.X-2.7
	23.IX-0.9	10.X-0.9	23.IX-1.0	6.X-1.5
				6.X-0.5
				6.X-0.2
				6.X-2.2

№№	годы			
	1961	1962	1963	1964
				5.X-0.2
				6.IX-2.8
		11.X-0.7		5.X-0.5
				6.X-1.1
	5.X-0.2	11.X-5.2	23.IX-1.0	3.X-0.8
				5.X-0.6
			23.IX-1.2	7.X-0.8
				6.X-1.7

		11.X-0.3		7.X-2.6
		12.X-0.2	23.IX-0.3	6.X-2.7
	23.IX-0.9	10.X-0.9	23.IX-1.0	6.X-1.5
				6.X-0.5
				6.X-0.2
				6.X-2.2

таблица 4
Интенсивность ранних осенних заморозков на почве в
Ставропольском крае и даты их наступления, град.

№№	годы				
	1950	1951	1952	1953	1954
1.		6.X-0.2			
2.		27.IX-2.11			
3.		27.IX-0.6	18.IX-2.0		6.X-1.1
4.			18.IX-1.8		
5.					4.X-2.5
6.		26.IX-0.3	18.IX-1.0		
7.	29.VII-1.5	26.IX-0.2			
8.			18.IX-3.7		
9.					
10.		6.X-3.5	18.IX-1.9		
11.	10.X-0.9				11.X-0.3
12.	15.X-0.2		18.IX-0.1		11.X-0.1
13.		27.IX-1.3	18.IX-1.4		11.X-2.9
14.		26.IX-1.0	18.X-1.4		
15.		25.IX-1.0	18.IX-3.5		
16.		26.IX-0.4			

№№	годы				
	1955	1956	1957	1958	1959
	12.X-0.8	26.IX-4.2	10.X-0.8	12X-1.3	7.X-2.4
		26.IX-4.9	10.X-0.4		7.X-0.5
	14.X-0.6	26.IX-5.5	10.X-0.6	19.IX-0.1	21.IX-0.7
	12.X-2.3	26.IX-2.8	9.X-0.1	19.IX-1.1	7.X-2.3
	11.X-1.6	18.IX-1.6	8.X-0.1	2.X-0.6	20.X-0.2

		20.IX-0.5	10.X-0.3	9.X-1.0	5.X-0.1
		26.X-5.0	11.X-5.7		28.IX-2.0
		26.IX-3.7	11.X-7.0	19.X-1.9	28.IX-0.4
					28.IX-2.2
		14.X-0.6	9.X-0.5	19.IX-1.7	18.IX-0.8
		24.IX-0.7	10.X-0.8	19.IX-2.0	6.X-0.6
		24.IX-2.2	11.X-4.1	19.IX-0.3	28.IX-0.2
	12.X-2.4	20.IX-1.0	11.X-4.0	19.X-3.0	28.IX-2.6
		26.IX-1.8	11.X-3.2	20.IX-0.7	10.X-0.5
	12.X-1.0	25.IX-0.7	9.X-0.2	19.IX-2.5	28.IX-2.7
		26.IX-1.2	11.X-5.5	19.IX-0.1	10.X-2.4

№№	годы				
	1960	1961	1962	1963	1964
			11.X-2.0		6.X-2.0
			11.X-1.0		6.X-3.0
			11.IX-4.0	23.IX-1.0	3.X-1.0
	20.X-2.0				6.X-4.0
	21.IX-1.0	7.IX-1.0	17.IX-1.0	23.IX-2.0	3.X-2.0
					5.X-1.0
			11.X-1.0	22.IX-1.0	6.X-2.0
			11.X-1.0	23.IX-1.0	6.X-4.0
			11.X-1.0		6.X-2.0
			11.X-3.0	23.IX-1.0	6.X-4.0
					6.X-1.0
	19.IX-1.0		10.X-1.0	23.IX-2.0	6.X-2.0
	19.IX-1.0	23.IX-2.0	12.X-1.0	1.X-1.0	6.X-2.0
					6.X-2.0
	20.X-2.0	23.IX-1.0	11.X-1.0		6.X-2.0
			10.X-2.0		

таблица 5
Интенсивность поздних весенних заморозков в воздухе в
Ставропольском крае и даты их поступления, град.

№№	годы				
	1950	1951	1952	1953	1954
	18.IV-1.7		10.V-2.4		
	17.IV-1.0		16.IV-1.0		
	18.IV-2.6		12.V-0.2		
	28.IV-2.5		10.V-1.6		

		23.IV-0.3	12.V-0.9	9.V-1.5	23.IV-1.8
	17.IV-0.5		10.V-1.0		
	17.IV-1.2		11.V-0.2		
	18.IV-2.9		11.V-0.5	16.IV-0.5	17.IV-0.4
	16.IV-0.4		11.V-2.2		
	18.IV-1.2		11.V-2.3		
	17.IV-0.6		10.V-0.4		
			10.V-1.6		
	16.IV-0.5		10.V-1.7	16.IV-1.0	
			10.V-1.6		
	19.IV-0.3		10.V-0.3		17.IV-0.2
			10.IV-2.0		

№№	годы				
	1956	1957	1958	1959	1960
			16.IV-0.3		16.IV-0.3
		25.IV-0.7			16.IV-0.7
	10.V-0.1		16.IV-0.3		16.IV-0.7
			16.IV-1.0		16.IV-0.3
		25.IV-0.5			
					16.IV-1.2
					16.IV-1.1
			16.IV-0.2		15.IV-1.0
			16.IV-1.0		
					15.IV-0.4
			16.IV-0.4		

№№	годы				
	1961	1962	1963	1964	1965
	17.IV-0.4	19.IV-0.7			
	16.IV-0.3				
	17.IV-1.3	25.IV-1.2		5.IV-0.7	
	23.IV-0.2				
	17.IV-1.5				
	17.IV-0.1				
	17.IV-0.3			2.V-0.4	
	23.IV-0.2			20.IV-0.7	

	16.IV-0.5			
	16.IV-3.6	28.IV-0.2		
	2.V-0.4	25.IV-0.7		18.IV-0.4
	16.IV-3.2			
	16.IV-3.4	25.IV-0.2		
	16.IV-1.6			

таблица 6
Интенсивность поздних весенних заморозков на почве в
Ставропольском крае и даты их наступления, град.

№№	годы				
	1950	1951	1952	1953	1954
1.	22.IV-0.8		12.V-1.6		25.IV-0.1
2.	17.IV-2.0		11.V-1.5	16.IV-2.8	
3.	18.IV-5.1	22.IV-2.9	12.V-1.9	9.V-0.1	22.IV-2.0
4.			11.V-1.1		16.IV-1.7
5.	15.IV-1.5	24.IV-1.8		9.V-2.8	27.IV-0.6
6.	12.V-2.0	22.IV-2.8	10.V-3.5	16.IV-1.0	17.IV-1.2
7.	23.IV-2.4		11.V-0.87	16.IV-0.5	15.IV-2.0
8.	26.IV-0.8	21.IV-0.2	12.V-0.4	16.IV-2.1	27.IV-0.6
9.					
10.	26.IV-0.2	22.IV-1.6	11.V-2.2	4.V-1.0	16.IV-0.9
11.	12.V-2.4	21.IV-1.5	10.V-2.7	16.IV-0.7	30.IV-0.4
12.	12.V-0.7	21.IV-0.9	11.V-1.6	4.V-1.1	30.IV-1.1
13.	20.IV-0.9		11.V-0.1	28.IV-0.2	27.IV-0.4
14.	12.V-1.0		11.V-0.5		27.IV-0.6
15.	12.V-1.0	21.IV-1.2	12.V-0.7	4.V-1.8	27.IV-1.4
16.	17.IV-0.5		11.V-0.5	4.V-0.5	27.IV-0.5

№№	годы				
	1955	1956	1957	1958	1959
1.	23.IV-2.0	15.IV-1.2	25.IV-1.9	16.IV-2.1	
2.	23.IV-2.6				
3.	23.IV-4.3	10.V-0.6	25.IV-2.0	22.IV-0.9	
4.	23.IV-1.4	15.IV-2.5	24.IV-0.6	16.IV-1.4	
5.	2.V-0.3	28.IV-0.4	1.V-0.3	5.V-1.0	19.IV-2.8
6.	25.IV-1.4	29.IV-0.4	24.IV-0.8	27.IV-0.1	
7.	23.IV-1.4	17.IV-0.9		16.IV-0.5	
8.	17.IV-1.7		27.IV-0.3	16.IV-0.2	
9.					
10.	23.IV-1.3	17.IV-1.3	25.IV-2.0		

11.	25.IV-0.2			17.IV-0.1	
12.	20.IV-0.7			16.IV-0.6	
13.	23.IV-0.5			16.IV-4.0	26.IV-0.9
14.			24.IV-0.2	16.IV-0.1	
15.	23.IV-0.3	17.IV-0.6	27.IV-1.0	27.IV-0.5	

№№	годы				
	1960	1961	1962	1963	1964
1.	1.V-0.1	17.IV-3.0	26.IV-1.0	22.IV-1.0	18.IV-1.0
2.	16.IV-1.0	17.IV-2.0			
3.	17.IV-1.0	17.IV-2.0	29.IV-2.0	17.IV-1.0	5.V-2.0
4.	17.IV-1.0		24.IV-1.0		18.IV-2.0
5.	17.IV-1.0	18.IV-2.0	1.V-2.0	26.IV-2.0	2.V-3.0
6.		23.IV-1.0			19.IV-1.0
7.	30.IV-1.0	17.IV-4.0	26.IV-1.0		20.IV-2.0
8.	17.IV-2.0	17.IV-3.0	25.IV-1.0		19.IV-1.0
9.	16.IV-2.0	17.IV-1.0	25.IV-2.0		2.V-2.0
10.	30.IV-1.0	17.IV-3.0	23.IV-1.0		2.V-2.0
11.	16.IV-3.0	1.V-1.0	23.IV-2.0		18.IV-1.0
12.	16.IV-1.0	17.IV-1.0	23.IV-2.0		15.IV-2.0
13.	9.V-2.0	1.V-3.0	24.IV-1.0		19.IV-1.0
14.	16.IV-3.0	17.IV-2.0			18.IV-2.0
15.		17.IV-1.2			2.V-1.0

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянд М.Е. Предсказание и регулирование теплового режима приземного слоя атмосферы гидрометеорологическое издательство, Ленинград, 1956.
2. Максимов Н.А. Избранные работы по засухоустойчивости и зимоустойчивости растений том 2, Замостойкость растений Известия АН СССР М. 1952.
3. Туманов И.И. Физические основы вымерзания растений и закаливания растений Сб. работ Ин-та физиологии растений им. Тимирязева, М., 1941.
4. Селянинов Г.Т. Приемы борьбы с заморозками ж.ю Соцрастениеводство, №2, м, 1932.
5. Надарая Г.Б. Защита цитрусовых культур от морозов Бюллетень Ин-та чая и субтропических культур, №3, М., 1948.
6. Степанов В.И. Характеристика сельскохозяйственных культур по устойчивости к заморозкам. ж. Советский агроном, №4, М., 1948.
7. Лютерштейн И.Г. О предсказании ночного минимума температуры по величине радиационного баланса. Декадный бюллетень Узю. УГМС. №30-31, 1935.
8. Гольцберг И.А. Географическое распространение опасных заморозков. Труды ГГО, вып. 12(74), 1948.
9. Лютерштейн И.Г. О предсказании ночного минимума температуры по величине радиационного баланса. Декадный бюллетень Узб.УГМС, №30-31, 1935.
10. Чудновский Д.А. Заморозки. Гидрометеоздат. Л., 1949.
11. Лайхтман Д.А. Предвычисление суточных колебаний температуры в приземном слое атмосферы. Труды ГГО, вып.22(84), 1950.
12. Шехтер Ф.Н., Цейтин Г.Х. К вопросу предвычисления температуры в ясные ночи. Труды ГГО, вып. 27 (89), 1951.
13. Коровин А.Н. Об отношении растений к низким положительным температурам и заморозкам и пути повышения их холодо- и заморозкоустойчивости. В кн. «Устойчивость растений к низким положительным температурам и заморозкам и пути ее повышения. Изд. «Наука», М., 1969.
14. Устойчивость растений к низким положительным температурам и заморозкам и пути ее повышения. Изд. «Наука», Москва, 1969.

15. Гвоздецкий Н.А. Кавказ Госиздат географической литературы, Москва, 1963.
16. Самукашвили Р.Д. Радиационный режим северного склона Большого Кавказа. Изд. «Универсал», Тбилиси, 2016.
17. Занина А.А. Кавказ. Гидрометеиздат, Ленинград, 1961.
18. Темникова Н.С. Климат Северного Кавказа и прилежащих степей. Гидрометеиздат, Ленинград, 1959.
19. Дроздов О.А. Баланс влаги в атмосфере. В кн.: «А.И. Воейков и современные проблемы климатологии» Гидрометеиздат, Ленинград, 1956.
20. Кольчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агрометеорологии Гидрометеиздат Ленинград 1971.
21. Гольцберг И.А. Климатическая характеристика заморозков и борьба с ними в СССР. Труды ГГО, вып. 17(79) 1949.
22. Берлянд М.Е. Кроасиков П.И. Предсказание заморозков и борьба с ними. Гидрометеиздат. Ленинград, 1960.
23. Берлянд М.Е. Берлянд Т.Г. Определение эффективного излучения земли с учетом влияния облачности Изд. АН СССР, серия геофиз. №1, 1957.
24. Кобышева Н.В. Методы определения росы и ее географическое распределение. Труды ГГО, вып.61, 1966.
25. Бельницкая В.Г. Педь Д.А.Циркуляционный метод прогноза заморозков на Северном Кавказе. Жур. Метеорология и гидрология, №6, 1956.
26. Ковригина А.М. Пикерсгиль Г.Р. Синоптические условия и прогноз заморозков на Северном Кавказе. Информ. письмо №11/62, Ростов-на-Дону, 1962.
27. Берлянд М.Е. Изменение температуры в приземном слое атмосферы и предсказание заморозков Изв. АН СССР, серия геофиз. №2, 1963.
28. Гутиев Г.Т. Мосияш А.С. Климат и морозостойкость субтропических растений Гидрометеиздат Ленинград, 1977.
29. Селянинорв Г.Т. Агроклиматические основы районирования влажных советских субтропиков. Жур. Советские субтропики, №1, 1934.
30. Гоголашвили М.М, и др. Морозоустойчивость субтропических древесных пород. Журнал «Субтропические культуры», №1, 1959.



Издательство “УНИВЕРСАЛ”

Тбилиси, 0179, пр. И.Чавчавадзе №19, ☎: 2 22 36 09, 5(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge; universal505@ymail.com