

ПРОВЕРЕНО
1951 г.

ВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ПРОВЕРЕНО
1960 г.

Т Р У Д Ы
ГЛАВНОЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ
ОБСЕРВАТОРИИ
имени А. И. Воейкова

ВЫПУСК 30(92)

МАТЕРИАЛЫ К ПРОБЛЕМЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДЫ
ЗАСУШЛИВЫХ РАЙОНОВ СССР

Под редакцией
д-ра географ. наук
С. А. САПОЖНИКОВОЙ

БИБЛИОТЕКА
ЛЕНИНГРАДСКОГО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА



ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

ЛЕНИНГРАД • 1951

THE [illegible] OF [illegible] [illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

ПРЕДИСЛОВИЕ

В выпуске помещены работы, характеризующие как климатические условия, в которых осуществляются мероприятия по преобразованию природы засушливых районов, так и особенности метеорологического режима, создаваемого в результате осуществления этих мероприятий.

В статье М. В. Завариной обобщаются современные представления о структуре суховеев.

С. А. Сапожникова в статье о климате оазисов дает предварительную оценку влияния орошения на температуру и влажность воздуха в условиях средней Азии, используя для этой цели общеклиматические данные.

Статьи Е. П. Архиповой, М. Я. Глебовой и С. А. Сапожниковой о метеорологическом режиме внутри самого лесонасаждения являются первыми результатами полевых исследований ГГО на базе лесных гидрометстанций. В этих работах основное внимание обращается на решающее влияние характера лесонасаждений, на необходимость их типизации как климатообразующего фактора.

Метеорологические условия внутри лесной полосы рассматриваются также в статье старшего инженера лесной гидрометстанции «Гигант» С. И. Смирновой.

Методическим вопросам посвящены статья Е. П. Архиповой о косвенном определении температуры поверхности почвы и статья начальника лесной гидрометстанции «Гигант» Г. М. Кудряшова о защите для термометров, установленных среди травостоя.

К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ СУХОВЕЕВ

(Критический обзор литературы)

§ 1. Общие замечания

В настоящее время нет единой точки зрения на природу суховеев, нет даже общепринятого определения суховеев. Поэтому нам казалось целесообразным разобраться в богатых, но нередко противоречивых сведениях о суховеях, имеющихся в метеорологической литературе, и на основании их выяснить те вопросы, решение которых необходимо и в настоящее время может быть облегчено с помощью аэрологических данных. Обзор имеющейся о суховеях литературы поможет наметить направление, в котором следует вести дальнейшие исследования.

В данной статье мы считали необходимым уделить особое внимание исследованиям известных русских метеорологов А. И. Воейкова, А. А. Каминского и Б. П. Мультиановского, прежде всего выяснить их взгляды на природу суховеев, и сопоставить с данными современных исследований.

Хотя в метеорологической литературе до сих пор еще нет строго научного определения суховеев, однако мы все же достаточно ясно себе представляем сущность этого явления и весь вред, приносимый им нашему сельскому хозяйству. И не случайно, что первые упоминания о суховеях встречаются в сельскохозяйственной литературе.

Под термином «суховей» работники сельского хозяйства в конце XIX в. понимали горячий, сухой ветер, оказывающий пагубное влияние на растительность.

Само по себе это определение уже достаточно хорошо характеризует данное явление и соответствует восприятию его человеком. Оно и должно сохраниться как основа при любых количественных уточнениях, но при постановке конкретных исследований возникает вопрос о том, насколько горячий ветер и какой сухости следует считать суховеем, т. е. необходимо добавление количественного критерия суховея. Потребность в таком критерии проявилась особенно остро, когда стали ставиться специальные метеорологические исследования суховеев.

Метеорологи начали уделять внимание суховеям в конце XIX в. Однако до Великой Октябрьской социалистической революции не ставились специальные исследования для изучения суховеев так широко, как это стало возможно при советской власти, когда вопрос борьбы с засухами и суховеями был поставлен на практическую основу. Еще в 1924 г. товарищ Сталин говорил: «Мы решили использовать обостряющуюся готовность крестьянства сделать все возможное для того, чтобы застраховать себя в будущем от случайной засухи, и мы постараемся всемерно использовать эту готовность в целях проведения (совместно

«крестьянством) решительных мер по мелиорации, улучшению культуры земледелия и пр.»¹

И в первое же десятилетие советской власти ряд крупных метеорологов (Мультановский, Каминский, Аскинази, Вангенгейм, Леонтьева и др.) работают над изучением особых проявлений климата — засух и суховеев.

К работникам науки было предъявлено серьезное требование не только изучить эти явления, но и наметить конкретные пути борьбы с ними.

В наши дни, когда осуществляется сталинский план преобразования природы, в котором немалое внимание уделено борьбе с суховеями, особенно необходимо внести ясность в понимание природы этого явления.

§ 2. О природе суховеев

Остановимся на тех кратких определениях суховеев, высказываниях и отдельных заметках, которые встречаются в дореволюционной метеорологической литературе, и выясним существующие точки зрения на природу суховеев, сохранившиеся до настоящего времени.

Повидимому, одно из первых определений суховеев, возникшее в конце XIX в., сформулировано в книге А. И. Воейкова «Метеорология» [8]. В этой книге суховеи определяются как жаркие сухие ветры разных стран (кроме фена): самум — в Аравии, хамсин — в Египте, лесте — в Испании, сирокко — в Алжире, Тунисе и Сицилии. Сухость и высокая температура этих ветров объясняются тем, что они дуют из пустынь и сухих степей.

Здесь А. И. Воейков суховеи противопоставляет фенам, но позднее он нашел между этими ветрами некоторое сходство [9], заключающееся, по его словам, «в меньшем ночном падении температуры и увеличении относительной влажности, чем при других условиях — при фенах чаще, чем при суховеях». В этой же работе [9] А. И. Воейков делает первую попытку дать синоптическое объяснение природы степных суховеев. Не имея в распоряжении материалов наблюдений, он высказывал свои соображения о происхождении суховеев в виде гипотезы, требующей еще тщательного изучения этого вопроса для ее подтверждения. Так, он полагал, что в России горячие суховеи наблюдаются в передней части циклона, когда он приходит с запада или севера.

А. И. Воейков сделал также предположение, что при степном суховея, как и при фене, существует нисходящее движение воздуха, но именно в передней части циклона. Это предположение А. И. Воейкова не основывалось на фактических данных, а было высказано потому, что предполагалось наличие инверсии температуры на высоте 300—400 м впереди циклонов и объяснялась эта инверсия как результат нисходящего движения воздуха вследствие растекания его на окраине циклона.

Обратим внимание на то, что А. И. Воейков не приписывал нисходящим потокам в антициклоне значительной роли в образовании суховеев. По этому поводу он писал: «Почему при нисходящих ветрах во время антициклона не бывает тепло и сухо в нижнем слое воздуха в долинах и на равнине? Дело, вероятно, в том, что движение само по себе тихое еще ослабляется при приближении к массе земной поверхности, а лучеиспускание понижает температуру и приближает воздух

¹ Письмо к Д. Бедному 15 июля 1924. Соч., т. VI, стр. 273; М. 1947.

к точке насыщения. При циклоне движение сильнее и легче достигает поверхности земли. Такое движение вниз, если и бывает на равнине, во всяком случае, усиливается влиянием горной цепи и бывает на ее подветренной стороне».

Значительно ранее (в 1893 г.) в статье «Задачи сельскохозяйственной метеорологии» [10] А. И. Воейков с исключительной прозорливостью намечает программу работ по исследованию суховея. Здесь он отмечает роль подстилающей поверхности в развитии суховея, роль различного рода защит (в том числе и лесных полос), ограждающих растительность от влияния суховея. Указывает на связь между испарением и силой ветра и на необходимость вести одновременные наблюдения как над ветром, так и над испарением у лесных опушек и лесных изгородей. Объясняет повышение температуры воздуха во время суховея наличием пыли и высказывает мысль, что днем при суховея, при наличии пыли в воздухе, температура с высотой в нижнем слое убывает не так быстро, как в другие дни, особенно со слабым ветром. Позднее, сделав предположение, что в России суховея наблюдаются в результате нисходящих потоков в передней части циклона, А. И. Воейков высказал мысль о малой эффективности лесных насаждений: «Если так, то против этих суховея препятствия в виде лесов и опушек менее помогут, чем против горизонтальных сухих ветров, каковы, кажется, были суховея апреля и мая 1892 года» [9].

Высказывая свою гипотезу о природе суховея, И. А. Воейков лишь намечал пути дальнейших исследований и подчеркивал необходимость этих исследований. Он допускал, что суховея бывают не только циклонические (в которых как раз предполагал наличие нисходящих токов), но и не циклонические.

Спустя три года после высказываний А. И. Воейкова [9], Б. П. Мультиановский в работе «Влияние центров действия атмосферы на погоду Европы в теплое время года» [38] указывает на связь засух и суховея с антициклонами.

Выводы Б. П. Мультиановского и позднее А. А. Каминского, касающиеся синоптической интерпретации суховея и указывающие на связь их с антициклональным барическим полем, нашли свое подтверждение и развитие в многочисленных последующих работах.

Работы о засухах и суховеях, выполненные после Великой Октябрьской социалистической революции, основываются на большом количестве метеорологических данных. Первые из этих наиболее известных работ принадлежат А. А. Каминскому и Е. А. Леонтьевой. А. А. Каминский в своей работе «Климат Воронежской губернии» [25] уделяет значительное внимание суховеям. Для этого исследования им был использован материал метеорологических наблюдений ст. Сагуны. Позднее Е. А. Леонтьева обработала материалы метеорологических станций юго-востока Европейской части СССР [31].

В упомянутой и более поздней работах [25, 26] А. А. Каминский вносит некоторое уточнение и большую ясность в определение суховея благодаря тому, что впервые вводит необходимую для климатических исследований количественную характеристику дней с суховеями: ни в один из сроков наблюдения (7, 13, 21 час) относительная влажность не превышает 50%. Суховеем он считает ветер, хотя бы и небольшой силы, но сухой, с характерными особенностями: небольшие суточные колебания температуры воздуха, небольшое повышение относительной влажности к ночи при большой сухости воздуха днем и малой для данного сезона абсолютной влажности.

В результате исследований А. А. Каминского и Е. А. Леонтьевой

суховеев, определяемых указанным выше критерием, получились выводы, не вполне согласующиеся с выводами А. И. Воейкова. В основном они сводятся к следующему:

1) суховеи, как и засухи, в подавляющем числе случаев связаны с областями высокого давления. Циклонические суховеи (Воейкова) кратковременны и редки (в Сагунах наблюдались три случая за 10 лет);

2) суховеи наиболее резко проявляются на южной и юго-западной окраинах антициклона;

3) они являются следствием движения адиабатически нагреваемых масс воздуха, опускающихся сверху вниз.

В несколько более поздних работах можно найти указание на нисходящее движение на южной периферии антициклона, как на процесс, приводящий к образованию суховея.

Б. С. Гуревич [14] даже говорит об обвалах воздушных масс в антициклонах. Эти обвалы, по ее мнению, приводят к суховеям, названным ею стационарными.

Однако сохранилась и вторая точка зрения на природу суховеев, которая была высказана еще в 1904 г. А. И. Воейковым в книге «Метеорология». Пользуясь современной терминологией и относя определение А. И. Воейкова главным образом к юго-востоку ЕТС, второй процесс, приводящий к суховею, можно определить как адвекцию сухой и горячей воздушной массы из пустынь и полупустынь юго-востока. Сторонники этой точки зрения, Е. С. Сафонов [46], Н. А. Степанова [52], Е. А. Леонтьева [31] и другие, считают, что суховеи на юго-востоке Европейской части СССР возникает в результате переноса сухого и прогретого воздуха из Средней Азии.

Чаще всего в работах о суховеях допускается, что оба процесса, о которых было сказано выше, приводят к образованию суховеев, т. е. признаются суховеи как динамического, так и адвективного происхождения. Некоторые авторы считают возможным образование суховея в результате одновременного действия обоих процессов. Так определяются суховеи и в современных учебных пособиях по синоптической метеорологии.

Достаточно указать на наиболее четкое определение, данное суховеям С. П. Хромовым: «Известное явление суховеев, т. е. горячих и сухих юго-восточных ветров летом на юго-востоке Европейской территории СССР, по видимому, объясняется не только среднеазиатским происхождением воздуха, но и динамическим его нагреванием при опускании на периферии антициклона» ([58], стр. 308).

Большинство исследователей, занимавшихся изучением суховеев, подчеркивали необходимость более детального изучения этого явления с помощью аэрологических зондирований атмосферы. Высказывалась уверенность, что они могут внести значительную ясность в понимание природы суховеев и засух. Заметим, что исследования аэрологического характера, производившиеся в последние годы, не подтвердили существования мощного нисходящего потока на периферии антициклона и важность динамического нагревания воздуха в образовании суховеев. Они ставят также под сомнение и адвективную точку зрения на природу суховеев.

Первые аэрологические исследования засух в СССР были начаты в 30-х годах Е. С. Селезневой [47, 48] и, по видимому, одновременно, или несколько позже аналогичные аэрологические исследования были поставлены в Америке Ридом. В первой работе Е. С. Селезнева использовала косвенные методы расчета средних воздушных течений на высотах по наземным изобарам и изотермам. Однако следует отметить, что уже на

основании весьма ограниченных аэрологических данных Е. С. Селезнева устанавливает два типа засух: адвективный и инсоляционный. Если в первом типе засухи решающее значение имеет адвективный перенос воздушных масс из пустынь и полупустынь, то во втором — главную роль играет увеличенная инсоляция и прогревание воздуха в областях стационарных антициклонов. Ею же было высказано предположение, что нисходящие течения при засухах и суховеях не имеют решающего значения, так как в условиях сверхадиабатических градиентов они не могут привести к повышению температуры у поверхности земли.

В результате аэрологических исследований, а также синоптических работ, посвященных изучению не только засух и суховеев, но также и трансформации воздушных масс [16, 23, 24, 47, 48, 66], появилось убеждение, что в засухообразующем процессе играет значительную роль трансформация холодного воздуха в антициклоне.

В работах Э. С. Лир [32—34], М. С. Андрианова [3], Б. С. Гуревич [14], Е. Е. Федорова и Буцкого [57] рассматриваются засухи и возникающие при них суховеи как местные проявления аномалий общей циркуляции атмосферы.

Так, засухи 1934 и 1936 гг., богатые суховеями, объясняются как результат нарушения западно-восточного переноса, замены его меридиональным, преимущественно северным. Засуха проявляется в результате трансформации задерживающегося на территории ЕТС полярного или арктического воздуха в континентально-тропический.

Таким образом, в метеорологической литературе до сих пор остаются почти равноправными следующие точки зрения на природу суховеев:

1. Опускание воздуха из высоких слоев атмосферы в устойчивых антициклонах приводит к динамическому нагреванию и иссушению. При достижении поверхности земли нисходящий поток воздуха создает суховеи.

2. Суховеи могут создаваться в результате адвекции сухого и горячего воздуха из прилежащих пустынь и полупустынь.

3. Суховеи могут возникать в результате процессов летней трансформации воздушных масс над континентом. При этом в общей циркуляции атмосферы отмечается нарушение западно-восточного переноса, замена его меридиональным, приводящим к притоку арктических холодных масс воздуха.

Остановимся несколько подробнее на первых двух точках зрения, имеющих уже значительную историю, более широко распространенных и особенно требующих критического рассмотрения.

§ 3. Суховеи и нисходящие движения в антициклоне

На основании изложенного можно прийти к выводу, что одним из вопросов, заслуживающих серьезного внимания при изучении суховеев и требующих ответа от аэрологии, является вопрос о роли нисходящих движений в антициклоне.

Существование нисходящих движений в антициклоне не вызывает сомнений у метеорологов, что ими объясняется наличие инверсий в антициклоне — тоже очевидно, но достигают ли опускающиеся воздушные потоки поверхности земли, как в фене, могут ли они считаться причиной возникновения суховея — этот вопрос остается пока спорным, поскольку он еще не получил подтверждения фактическими данными. Ответ на этот вопрос может дать изучение летних антициклонов, на окраине которых возникают суховеи. Но прежде чем приступить к аэрологическим исследованиям, которые в той или иной мере могут

разрешить этот вопрос (однако, тоже пока косвенно, так как нет достаточно надежного способа для измерения вертикальных движений в атмосфере), целесообразно рассмотреть сначала более детально те доводы, которые приводились сторонниками этой теории. Эти доводы, главным образом, принадлежат А. А. Каминскому и А. И. Воейкову, но напомним, что А. И. Воейков говорил о нисходящих течениях не в антициклоне, а в передней части циклона.

Основные доводы в пользу нисходящих течений на периферии антициклона, приводимые А. А. Каминским, а вслед за ним и другими авторами, можно сформулировать следующим образом:

а) А. А. Каминский отмечает, что когда на юго-востоке ЕТС располагается область повышенного давления, то на картах распределения абсолютной влажности появляются пятна с сильно пониженными значениями влажности. Эти пятна соответствуют местам, где наблюдались суховеи и, по Каминскому, могут быть объяснены наличием нисходящих струй воздуха.

б) А. А. Каминский утверждает, что на периферии антициклона нисходящее движение до поверхности земли облегчается увеличенной скоростью ветра (по сравнению с центром антициклона), которая способствует лучшему перемещиванию воздуха.

в) При наличии нисходящего потока должен уменьшаться суточный ход температуры воздуха. По Каминскому, суточная амплитуда температуры воздуха при суховеях уменьшена.

г) А. А. Каминский приводит убедительные примеры, когда на большой территории (значительная часть ЕТС), захваченной суховеями, температура в 13 час. колебалась в узких пределах; этот факт, по мнению Каминского, указывает на одинаковое происхождение воздушных масс, т. е. приводит к отрицанию адвекции сухого горячего воздуха и говорит в пользу нисходящих течений при суховеях.

д) Существенным доводом в пользу нисходящих течений была бы увеличенная прозрачность воздуха на периферии антициклона. А. А. Каминский утверждал, что степные суховеи не сопровождаются пыльными туманами.

Остановимся на этих доводах.

а) Действительно, наличие суховеев в виде пятен в ЕТС отмечается также и по новейшим данным (например, Е. А. Цубербиллер, которая в качестве критерия суховеев брала дефицит влажности). Однако, нам кажется, что эти пятна могут быть объяснены и состоянием подстилающей поверхности. Как при нисходящем, так и при горизонтально направленном потоке интенсивность суховея будет уменьшена там, где почва больше насыщена влагой. На это указывал А. И. Воейков [10], а П. А. Воронцов [13], в своей работе по исследованию суховеев западной Грузии, на фактическом материале наблюдений показал смягчающее действие на суховея влажной подстилающей поверхности. Следовательно, смягчение суховея под действием подстилающей поверхности возможно даже тогда, когда основной причиной проявления суховея является динамический нагрев опускающегося воздуха, так как горные суховеи, изучавшиеся П. А. Воронцовым, по существу являются фенами.

Нам кажется естественным обратить внимание на этот факт и при изучении степных суховеев. В местах ЕТС, где имеются водоемы и леса, возможно смягчение суховея. Кроме того, весьма часто даже при продолжительных засухах, когда наиболее вероятны и суховеи, местами проходят дожди ливневого характера. Замечено, что большинство описанных в литературе засух сопровождались грозовой деятель-

ностью и ливнями [14, 41], а последние не могли не оказать влияния на состояние верхнего слоя почвы.

Только при наличии одинаково увлажненной подстилающей поверхности можно утверждать, что пятнистость суховеев вызвана нисходящими потоками воздуха.

б) Увеличенная скорость ветра на периферии антициклона, возможно, и способствует опусканию воздушных масс до поверхности земли в результате усиления турбулентного перемешивания. Мы допускаем бурное перемешивание атмосферы при пыльных бурях. При суховеях же средней скорости, хотя она на окраине значительно больше, чем в центре антициклона, вряд ли создаются условия, более благоприятные для нисходящих потоков, чем в центре антициклона.

Во всяком случае, единичные расчеты вертикальных скоростей в различных частях антициклона, при наличии суховеев на его периферии, произведенные как нами, так и другими авторами, привели к выводу, что на периферии антициклона вертикальные движения ослаблены по сравнению с его центром.

Таким образом, этот довод, приводимый А. А. Каминским [26] и В. О. Аскинази [4] в пользу нисходящих движений, не является убедительным.

в) Уменьшенный суточный ход температуры воздуха при суховеях может быть объяснен наличием не только нисходящих потоков, но также и ветра. А. И. Воейков [9] справедливо указывал, что ночной минимум при суховеях будет выше вследствие уменьшения охлаждения путем излучения.

Следует отметить также, что А. А. Каминский уменьшенную суточную амплитуду температуры воздуха вводил в критерий суховея.

Если же сравнить суточный ход температуры воздуха при суховеях, отобранных по критерию А. А. Каминского, то оказывается, что среднее значение ее при суховеях больше климатологической нормы. Такие результаты были получены Д. В. Сухановым [54] и Е. В. Ишерской [24].

Очевидно, пониженная амплитуда в суточном ходе температуры воздуха, если даже ее наблюдал А. А. Каминский, должна быть объяснена наличием ветра в ночное время и ни в коей мере не доказывает наличия нисходящих течений.

г) Малые колебания температуры в пределах большой территории, охваченной суховеями, могут доказывать одинаковое происхождение воздушной массы, в которой наблюдаются суховеи, и отрицают ведущую роль адвекции сухого воздуха.

Они говорят также о значительной роли процесса трансформации воздушной массы в образовании суховеев, об увеличенном поступлении тепла к поверхности земли путем инсоляции. При этом значительную роль может играть оседание воздушных масс в высоких слоях атмосферы, приводящее к образованию слоев инверсии, тормозящих развитие конвективных токов, мешающих образованию облаков, следовательно, создающих условия для усиленного поступления солнечного тепла к земной поверхности.

Однако в этом факте трудно усмотреть доказательство того, что суховеи являются нисходящими потоками в антициклоне.

д) Последний возможный довод в пользу нисходящих течений на периферии антициклона основан на утверждении А. А. Каминского, что совпадение суховеев с пыльными туманами наблюдалось в единичных случаях и лишь на окраинах областей, захваченных суховеями, «куда пыль могла быть занесена из соседнего района при случайной перемене ветра». Неоднократно А. А. Каминский высказывался,

что суховеи не способствуют образованию сплошных пыльных туманов. В одном из своих докладов он говорил: «...В нашем понимании суховеи представляют собою нисходящий ветер, а такой ветер должен пригнетать пыль к поверхности земли». Следовательно, пыльные туманы и бури возможны лишь при циклоническом ветре: при хамсине — в Египте, при аналогичных ветрах — на юго-востоке ЕТС.

Согласное утверждение ряда авторов об увеличении прозрачности атмосферы при суховеях, отсутствие мглы или сухого тумана могло бы служить хорошим доказательством, что суховея является нисходящим потоком на периферии антициклона. Поэтому, нам кажется, этот вопрос о совместимости или несовместимости мглы и суховеев заслуживает внимательного рассмотрения.

Сомнение в правильности утверждения А. А. Каминского, что суховеи лишь в единичных случаях сопровождаются мглой, возникает уже потому, что в более ранней его работе [25] указывается, что из 98 дней с суховеями за десятилетний период наблюдений (1895—1904) на ст. Сагуны Воронежской губернии сухой туман или мгла был отмечен в 39 случаях (около 40% всех суховеев). Следует еще иметь в виду, что мгла не всегда отмечается наблюдателями метеорологических станций, так что фактическое число суховеев с пыльными туманами могло быть и больше. В. О. Аскинази же в своей работе [4] утверждал, что «условия, при которых наступает мгла и суховея — тождественны». Г. Я. Вангенгейм также утверждал, что «как правило, при суховеях образуются сухие туманы».

Попытаемся разобраться в этом вопросе, воспользовавшись данными, имеющимися в метеорологической литературе.

Мгла и суховея. Явление помутнения атмосферы, часто наблюдающееся в теплое время года на юго-востоке Европейской части нашей Родины и именуемое «мгла», или «сухой туман», или «помоха», было объектом изучения многих ученых. Мгла заслуживала внимания не только как интересное и своеобразное метеорологическое явление, но рассматривалась, как явление, приносящее вред сельскому хозяйству. Среди народных названий мглы встречаются еще такие: мга, имга, помоха, юга, луна, вьюга.

Термин «мгла» можно встретить в старинных русских записях. Так, в Никоновой летописи мы находим запись о мгле 1224 года: «... В лето 6731 бысть ведро велие и мнози лесы и боры и болота загораху и дымове сильный тогда бяху, яко не видети человеком; бе бо яко мгла на земли прилегла и птицы по воздуху не видяще летати, падаху на землю и умираху и звери всякие дивны во грады и в селе с человеком вхожаху не видяще и бысть страх и ужас на всех» [42].

Таким образом, слово «мгла» давно уже вошло в русский язык и, согласно толковому словарю Даля, оно означает «сухой туман, дым и чад, нагоняемые в засухи от лесных пожаров». Очевидно, и при суховеях под мглой следует понимать помутнение атмосферы, вызванное наличием в ней пыли, или, иначе говоря, сухой туман.

Нередко в современных работах «мгла» отождествляется с «помохой». Этот термин пришел в литературу с Поволжья, где помохой называется мгла, сухой туман, и помоху (или помху), повидимому, можно трактовать равнозначно слову «помеха», подразумевая помеху урожаю как результат действия вредных явлений, отражающихся на урожае и присущих суховеянным периодам. Такое именно толкование дается слову «помоха» в обстоятельном литературном обзоре Е. В. Дьяконовой [15], и оно нам кажется правильным, так как в начале активного изучения мглы или помохи последняя часто отождествлялась даже

с «захватом» или «запалом» растений, которые безусловно являются серьезной помехой урожаю.

Активное изучение мглы началось в 90-х годах прошлого столетия, отличавшихся частым появлением ее. А так как эти годы отличались также особенной неурожайностью, то, естественно, мглу стали считать не симптомом засухи, но первопричиной гибели сельскохозяйственных растений.

В эти же годы появились работы, в которых мгла отождествлялась с вредными явлениями «захватом» и «запалом», как теперь хорошо известно, порождаемыми суховеями.

О том, что мгле приписывалось вредное влияние на сельскохозяйственные растения, свидетельствуют обзоры погоды, составлявшиеся Б. И. Срезневским [53] в 90-х годах прошлого столетия. Там можно встретить сообщения, в которых мгла отождествлялась с вредными сельскохозяйственными явлениями или указывалась как причина их. Такие помохи изучались Н. Могилевским [37] и Б. П. Мультиановским [39].

Об интенсивности мглы в 90-х годах прошлого столетия на юго-востоке России можно судить по описанию мглы 1895 г. А. А. Шульцем [65]: «Атмосфера в эти дни имела молочный цвет, на солнце можно было смотреть совершенно свободно и на расстоянии сажен 30-ти с трудом различались предметы. . . Столь интенсивной мглы местные жители не помнят».

В настоящее время на юго-востоке ЕТС мгла не редкое явление. Она наблюдается в засушливые периоды и содержит в себе пыль, поднимающуюся с поверхности земли. Юго-восток ЕТС отличается и частыми суховеями.

Но бывает ли мгла во время суховеев? Совместимы ли эти два явления?

А. А. Каминский свое утверждение, что «суховеи не способствуют образованию пыльных туманов», обосновал, главным образом, на фактических данных о пыльных бурях 1892 г., собранных С. Г. Попруженко [45], и на описании А. В. Вознесенского пыльной бури 1928 г. [11]. Обратимся к этим работам.

В приведенной на стр. 6 цитате А. И. Воейкова пыльные бури 1892 г. именовались суховеями. С. Г. Попруженко по поводу распределения температуры и влажности во время этих бурь на юго-западе России писал следующее:

«Температура в течение месяца во всех районах была выше нормальной в большей или меньшей степени; это обнаруживается по кривым отклонения температуры от нормальной . . . на всех кривых сразу бросаются в глаза две больших впадины; первая, большая, падает на время появления первого пыльного тумана, вторая, меньшая, на время второго пыльного тумана. . . температура во время вьюги шла в течение дня без больших колебаний с малой дневной амплитудой». На кривых абсолютной и относительной влажности также обнаруживаются две впадины, соответствующие падению температуры.

Вывод его сводится к следующему: «С появлением вьюги являлся приток менее нагретого воздуха . . . Притекавший воздух, мало нагретый, был при этом сух. . . относительная влажность падала во второй раз особенно низко; она достигала 15% (Умань), 13% (Елисаветград и Екатеринбург) и даже 12% (Златополь)».

Из этих цитат очевидно, что восточный поток, принесший пыльную бурю, был сухой, но он приводил все же к некоторому понижению температуры; так что сухой вызвал пыльные туманы, им переносилось большое количество пыли.

Но почему же с приходом суховея температура воздуха понижалась? Судя по данным С. Г. Попруженко, перед пыльной бурей температуры были очень высокими, повидимому, большой приток солнечной радиации приводил к сильному нагреву земной поверхности (почва была иссушена) и нижнего слоя атмосферы. Некоторое понижение температуры при наступлении бури, нам кажется, можно объяснить следующим образом: сильный прогрев нижних слоев атмосферы привел ее в неустойчивое состояние (вертикальные градиенты температуры, повидимому, были близки к адиабатическим и превосходили их). При увеличении горизонтального барического градиента, вызвавшего сильный ветер, нарушилось удерживающееся неустойчивое состояние атмосферы, что привело к бурному перемешиванию воздуха. Вихри, естественно, могли захватить воздух вышележащих слоев атмосферы. Частицы воздуха, опущенные сверху вниз, адиабатически нагреваясь, должны приходиться к поверхности земли с более низкой относительной влажностью, но и с более низкой температурой, чем прогретый воздух, находящийся у поверхности земли. Воздух, поднимавшийся вверх, вместе с собой поднимал пыль с поверхности земли. Таким образом, и понижение температуры воздуха и понижение как абсолютной, так и относительной влажности, а также наличие пыли в воздухе объясняются просто учетом бурного перемешивания атмосферы, захватившего слой в несколько километров. О наличии же вихрей можно судить по описаниям этой бури очевидцами.

В одном из них (приведенном в работе С. Г. Попруженко) говорится: «...Осматривая степь, я пришел к заключению, что буря эта состояла из множества вихрей, пронесившихся группами параллельно и на некотором расстоянии группа от группы; кроме этого, вихри эти были по размеру небольшие. На эту мысль наталкивает меня то обстоятельство, что есть полосы, где посевы сдуты и снесены как в лощинах, так и на возвышенных местах, и, наоборот, есть посевы, занесенные пылью как в лощинах, так и на возвышенных местах в поперечном направлении, а также есть посевы, уцелевшие или мало поврежденные при тех или других условиях» (Ясницкий, Федоровка).

По этим данным можно заключить, что именно во время таких сильных пыльных бурь, какие наблюдались в 1892 г., возможны вместе с восходящими потоками и нисходящие, причем большой скорости, но это уже будет буря, вьюга, а не суховея обычного типа (по определению А. А. Каминского). Хотя ветер имеет все признаки, присущие суховею, но они проявляются только в самом начале, а в конце действия вьюги сухой туман порою превращается во влажный, так как конденсация водяных паров, вызванная усиленной конвекцией, иногда даже приводила к выпадению дождя. Этому способствовало продвижение циклона с запада на восток, центр которого находился на Черном море, и буря продолжалась уже в циклоническом потоке.

В начале суховея процесса, развивающегося на окраине антициклона, наблюдались восходящие потоки, поднимавшие пыль в высокие слои атмосферы. Таким образом, утверждение А. А. Каминского, что мгла и сухие туманы наблюдаются лишь в области циклона, нельзя считать достаточно обоснованным.

Вторая работа, на которую ссылается А. А. Каминский, относится к более позднему времени, она принадлежит А. В. Вознесенскому [11]. В этой работе действительно отмечается, что усилению восточной тяги способствовало наличие минимума, но перенос пыли производится антициклоническими течениями, причем автор добавляет, что «усиленному

поднятию пыли благоприятствовала устойчивость антициклона и длительное действие ветров одного и того же направления».

Вывод А. В. Вознесенского сводится к следующему: «Сухие и теплые ветры в виде шквалов, проявляющихся в разных местах, встречая известное сопротивление со стороны соседних воздушных масс, еще не вовлеченных в общую систему течений, должны были подниматься вверх и со скоростью выше 20 м/сек. устремляться на ЗСЗ. Они-то и поднимали пыль».

Таким образом, здесь идет речь о восходящем потоке на периферии антициклона.

Но, очевидно, также на основании этих работ можно утверждать, что при пыльных бурях подобного рода могут и должны быть не только восходящие, но местами и нисходящие токи. Нам представляется процесс перемешивания во времени пыльной бури, главным образом, в виде вихрей, а не обусловленные нисходящим потоком в антициклоне.

В отношении наличия мглы на окраине антициклона, а следовательно, и наличия восходящих течений, можно найти подтверждения и в ряде других работ, которые не приняты во внимание А. А. Каминским. Так, даже в старейшей работе К. Ф. Агринского [1], одной из первых метеорологических работ о мгле, снабженной многочисленными таблицами, можно усмотреть, что мгла наблюдалась при повышенном давлении. А данные К. Ф. Агринского объединяют не один год, а 20-летний период наблюдений (1879—1898).

В более поздней работе Б. П. Мультиановского [39] рассматривается 8-летний период наблюдений (1895—1903) в Самборе, причем, как уже указывалось, метеорологическому анализу подвергались те случаи мглы, при которых происходил «захват» на растениях, а следовательно, должны были наблюдаться и суховеи. Здесь же приводятся данные, говорящие о большой сухости рассматриваемых периодов и о том, что средняя месячная температура их была выше нормы. Господствующими при этом являлись ветры восточного и юго-восточного направления.

В результате синоптического анализа Б. П. Мультиановский заключает, что помоха в рассматриваемые годы наблюдалась при хорошо развитом барометрическом максимуме. «Типичная для него ясная погода всегда хорошо выражена — даже в тех случаях, когда барометр не очень высок. Преобладающие В и ВЮВ, повышенная температура, общая сухость воздуха, отсутствие облаков и осадков — все это указывает на непосредственную зависимость помохи от областей прилегающих максимумов».

Представляет для нас интерес и следующее замечание Б. П. Мультиановского: «Относительная частота Си — облаков восходящих токов — указывает, что вполне возможен подъем высохшей пыли и спор в высокие слои».

Говоря о большой мгле 1895 г., Б. П. Мультиановский отмечает, что она, как и во всех других случаях, также наблюдалась на окраине антициклона и добавляет: «... указывает ли это на более мощный восходящий ток именно на окраине, сказать трудно, но обилие Си говорит за восходящий ток».

Таким образом Б. П. Мультиановский на фактическом материале (собранном Н. Могилевским [37]), показал, что мгла, как и суховеи, наблюдалась на окраине антициклона, и даже высказал мысль о возможности здесь восходящих токов.

Мы перечислили несколько работ, выполненных до того, как идея о возникновении суховеев в результате нисходящих потоков в анти-

циклоне получила признание в метеорологии. Эти работы доказывают, что мгла и суховеи совместимы.

Уже одного факта смешивания мглы и суховея, того, что вредное действие суховея приписывали мгле, казалось бы, достаточно для заключения, что суховеи часто сопровождаются мглой. Теперь уже рядом экспериментальных работ, принадлежащих работникам сельского хозяйства и агрометеорологам и произведенных как в естественных, так и в лабораторных условиях В. Р. Заленским, Е. А. Цубербиллер и другими [17, 58, 61], установлено, что явления захватов и запалов растений происходят не от мглы, а от комплекса метеорологических элементов (температуры и влажности), характеризующего суховея. Мгла лишь сопутствует суховею. Мгла в атмосфере во время суховея может усилить его вредное действие, ибо она способствует повышению температуры и понижению относительной влажности. Но все же бывают суховеи и без мглы. Может быть они создаются нисходящим потоком воздуха?

В ряде работ и, в частности, в обстоятельной работе о суховеях В. О. Аскинази [4] можно найти указание на то, что беспыльные суховеи наблюдаются в те месяцы, когда почва покрыта растительностью. Пыльные же суховеи часты в апреле—мае, особенно, если предшествующая осень была суха и зима малоснежна. Бывают они также в июле и августе. Таким образом, наиболее правдоподобно считать причиной отсутствия или наличия мглы при суховее состояние подстилающей поверхности. Поскольку при одной и той же синоптической ситуации возможен как пыльный, так и беспыльный суховеи, это позволяет думать, что отсутствие мглы при суховее определяется не наличием нисходящих потоков, а состоянием верхнего слоя почвы и силой ветра. В. О. Аскинази [4] даже предлагал «объединить явления суховея, пыльной бури и мглы под общим названием суховея, различая пыльный и беспыльный. В основе их один и тот же атмосферный процесс... Если продолжительная засуха иссушила верхний слой почвы, то при всяком направлении ветра возможен пыльный суховеи».

Действительно, суховеи и пыльная буря могут возникать при одном и том же синоптическом процессе, при наличии устойчивого антициклона, но пыльные бури возможны и при циклонической циркуляции. Кроме того, благодаря бурному перемешиванию воздуха, при пыльной буре физический процесс несколько сложнее, чем при суховее, скорость которого не достигает скорости бури.

Итак, пыль, создающая мглу, безусловно может переноситься не только антициклоническими, но и циклоническими течениями. Существенное различие между этими двумя переносами заключается в том, что при антициклонической циркуляции пыль не может подняться в высокие слои атмосферы благодаря наличию там нисходящих потоков, которые тормозят движение пыли вверх. Вследствие этого в антициклоническом потоке пыль не может переноситься на большие расстояния.

При циклоническом же вихре восходящий поток воздуха поднимает пыль на значительную высоту, где она захватывается ветром большей скорости и переносится на значительные расстояния. Так, в результате пыльного бурана, наблюдавшегося в северной Африке с 8 до 10/III 1901 г. Гельман и Майнарду [68] установили, что пыль была перенесена до Датских островов, т. е. на расстояние 2800 км. Частично пыль отмечалась вечером 12/III в южной Шотландии и в Пермской губернии. Это—уже на расстоянии 4000 км. Пыльные бури, возникающие в циклоне, обычно несут в себе достаточное количество водяных паров,

которые при подъеме вверх конденсируются и приводят к выпадению осадков. С осадками выпадает и содержащаяся в атмосфере пыль, делая дождь и снег грязными, цветными. С древних времен известны случаи выпадения красных или «кровавых» дождей в Европе. Эти дожди обязаны своей окраской атмосферной пыли [12].

Но как высоко может подниматься пыль в антициклоническом потоке? Ответ на этот вопрос помог бы выяснить высоту (вернее, нижнюю границу) нисходящих течений. В работе Л. Н. Карпова и К. Ф. Дементьевой [27] можно найти некоторые указания на высоту распространения пыли в районе Ершова и Саратова во время засухи и суховеев 1934 г. Авторы отмечают, что майская засуха этого года сопровождалась теплыми, сухими ветрами, температура воздуха поднималась до 34°, относительная влажность падала до 11%. Таким образом, не может быть сомнения в наличии суховеев. А работа Л. М. Лемберского [30] позволяет заключить, что суховейные ветры дули на периферии антициклона. Карпов отмечает, что во время майской засухи «солнце у горизонта перед закатом настолько сильно теряет свою яркость, особенно в коротких волнах в запыленном воздухе, что кажется красным диском и на него можно без темных стекол смотреть совершенно свободно». Им же наблюдались вихри до высоты 0,5 км, поднимающие с расклеванной почвы мелкую глинистую пыль. Три дня наблюдалась пыль до высоты нескольких километров, но границу ее при подъеме самолета установить не удалось. Подъемы приборов для улавливания пыли на воздушном змее указывали на большое содержание пыли на уровне 1 км.

К сожалению, нет данных по температурному зондированию атмосферы за эти дни, но подъемы метеорографов в июльскую засуху того же года показали наличие инверсионных слоев в атмосфере на высоте 1700 и 2700 м. Повидимому, выше этих уровней пыль не могла свободно распространяться, так как нисходящий поток воздуха в антициклоне должен был задержать подъем ее вверх.

В работе А. М. Обухова [40], относящейся также к засухе 1934 г., отмечается увеличение фактора мутности атмосферы при сухих юго-восточных ветрах, и порою наблюдаемое им уменьшение сухой мути при неизменных метеорологических условиях у поверхности земли, повидимому, может быть объяснено лишь понижением уровня нисходящих течений в свободной атмосфере, не достигающих поверхности земли.

Е. В. Ишерская [22], изучавшая мутность атмосферы в суховейные дни по шаропилотным наблюдениям, пришла к выводу, что нет оснований утверждать наличие фенового потока в свободной атмосфере в суховейные дни.

Представляют интерес наблюдения за видимостью, произведенные аспирантом ГГО Сивцовым в Пятигорске во время майского суховея 1949 г.

В качестве ориентира для определения дальности видимости служили Кавказский хребет и гора Эльбрус, находящиеся на расстоянии 100 км и более от Пятигорска. Суховей наблюдался с 7 по 11/V. В течение всего суховейного периода с каждым днем запыленность атмосферы увеличивалась, видимость ухудшалась, доходя к вечеру до 10—15 км.

В первые дни суховея отлично был виден весь Кавказский хребет, а 11/V даже утром лишь слабо был виден Эльбрус, а Кавказский хребет совсем не был виден. Обычно запыленность атмосферы несколько уменьшалась в течение ночи вследствие ослабления силы ветра, что способствовало улучшению видимости по утрам.

По данным высокогорной станции Бермамыт (2590 м над уровнем моря), в течение всего периода видимость была отличная, что легко объясняется, если учесть, что антициклональная инверсия в эти дни располагалась ниже уровня станции Бермамыт. Пыль не могла распространяться выше этой инверсии.

По данным ряда авторов, нисходящие движения в антициклоне могут достигать 1000—1200 м над уровнем моря. Благодаря феновым потокам в свободной атмосфере на высокогорных курортах Альп (расположенных выше 1200 м) преобладает зимой теплая и сухая погода, в то время как ниже этого уровня в долинах пасмурно и холодно.

Возвращаясь к вопросу о роли нисходящих движений в образовании суховеев, следует сказать, что оседание воздуха в высоких слоях атмосферы нисходящие потоки в антициклоне, если даже они захватывают небольшой слой атмосферы и не достигают поверхности земли, в летний период играют значительную роль в образовании засух и суховеев на ЕТС, так как создают слои инверсии температуры, тормозящие развитие конвекции, а следовательно мешающие образованию облачности. Они создают условия, обеспечивающие усиленное поступление солнечной радиации, приводящее к засухе, а с увеличением горизонтальных градиентов давления (обычно на окраине антициклона) — к суховею. Однако нельзя суховею считать нисходящим потоком. Не только наличие мглы при суховеях, но и аэрологические данные, пока, правда скудные, также не говорят за то, что нисходящие воздушные течения переходят в суховеи у поверхности земли.

Мы уже упоминали об аэрологическом исследовании засух, проведенном Е. С. Селезневой [47, 48], которая пришла к выводу, что нисходящие течения в атмосфере не играют решающей роли в образовании как засух, так и суховеев.

Е. В. Ишерская в своей работе [22], основанной на более значительном материале аэрологических наблюдений, но ограниченных одним пунктом, также приходит к заключению, что материал аэрологических наблюдений не дает повода говорить о господстве нисходящих течений во время суховеев.

Аэролого-синоптические исследования П. К. Евсеева [16] привели к аналогичным выводам.

Наблюдения и расчеты показывают, что скорость нисходящих течений в антициклоне так мала, что не может привести к значительному адиабатическому нагреванию, на которое ссылались многие авторы и считали, что нагревшийся адиабатический воздух создает суховею у поверхности земли.

У Шоу [71] имеются указания, что воздух в антициклоне опускается лишь на 86 м за сутки. Фридман и Гессельберг [69] дали порядок скорости вертикальных движений в атмосфере от 1 до 10 см/сек. Н. А. Таборовский [55] произвел более точный теоретический расчет вертикальных скоростей в антициклоне. Он учел влияние сил трения, что не делалось в применявшихся ранее формулах. Рассматривая модель стационарного антициклона с круговыми концентрическими изобарами, он подсчитал скорость нисходящего потока, обусловленную кривизной изобар и внутренним трением воздуха. Для центра антициклона она оказалась равной около 3 мм/сек.

Такие скорости нисходящих движений едва ли могут привести к значительному адиабатическому нагреванию и трудно ожидать, чтобы они привели к феновому явлению у поверхности земли. Адиабатическое нагревание будет значительно уменьшено отдачей тепла в пространство и другими факторами.

Позднее многие советские ученые (Кибель, Швец, Дюбюк, Морской, Гутман, Орлова, Зверев, Успенский и другие) занимались теоретическим расчетом вертикальных движений в атмосфере.

Мы воспользовались одной из формул для расчета вертикальной скорости в нижнем километровом слое антициклона, сопровождавшегося интенсивным суховеем в июне 1949 г., и получили максимальную скорость нисходящего потока на 900 мб поверхности, вблизи наземного центра антициклона на северо-запад от него равной 6—8 мм/сек., а на периферии антициклона, где наблюдался суховей наибольшей силы, скорость нисходящего потока оказалась еще меньшей, близкой к 1 мм/сек. и местами даже противоположного знака, что свидетельствовало о наличии не нисходящих, а восходящих токов.

В применяемых нами формулах учитывалась «конвергенция трения» и «изаллобарическая конвергенция», а вертикальные движения термической и динамической конвекции не учтены.

Конечно, единичные расчеты, произведенные нами для одного лишь антициклона, не позволяют сделать заключение о величине скоростей вертикальных движений и распределении их в антициклоне. Однако и эти расчеты не противоречат уже упомянутому данным и говорят в пользу вывода, что вертикальные движения в нижнем слое атмосферы несущественны и никак не могут создавать суховейного потока.

В дальнейшем мы надеемся уточнить величину скорости вертикальных движений в районе действия суховея.

На основании имеющихся материалов мы склонны думать, что при суховеях на периферии антициклона в нижнем слое атмосферы восходящие потоки, вызванные термической и динамической конвекцией, должны преобладать над нисходящими антициклоническими потоками. Если при этом наблюдается ясное небо, то оно обусловлено низкой относительной влажностью у поверхности земли, задержкой конвекции в высоких слоях благодаря инверсии, вследствие чего конвекция не достигает уровня конденсации.

Мы считали необходимым особенно тщательно разобрать вопрос о роли нисходящих антициклонических потоков в образовании суховея потому, что он имеет непосредственное отношение к тем великим преобразованиям природы, которые намечены по Сталинскому плану. В самом деле, если суховей — нисходящий поток воздуха, то лесные полосы для него не могут стать серьезным препятствием. Поэтому ясно, что показать ошибочность этого взгляда на природу суховея было особенно важно.

§. 4. Суховей и адвекция

Под адвективным суховеем мы понимаем такой суховей, когда высокая температура и низкая относительная влажность приобретены воздушным потоком далеко за пределами того района, в котором суховей наблюдается.

Таким образом, при прохождении суховея над рассматриваемым районом должна происходить смена одной воздушной массы другой, резко отличающейся качествами, свойственными суховею. При этом высокая температура в месте возникновения суховея должна достигаться скачком.

Адвективная точка зрения на природу суховея возникла благодаря тому, что в ЕТС суховея часто имеют восточное и юго-восточное направление. Естественно предположить, что они являются результатом выноса воздушных масс, прогретых и иссушенных в ближайших пустынях и полупустынях.

Однако синоптическими исследованиями последних лет [67] установлено, что в летний период на территорию ЕТС воздух с юго-востока поступает очень редко.

Эти данные и некоторые другие позволяют думать, что прогрев и иссушение воздуха до состояния, характеризующего суховея, возможны не только над полупустынями, но и под действием подстилающей поверхности в месте проявления суховея за счет увеличения притока тепла от солнца при наличии безоблачной антициклональной погоды.

Необходимым условием такой трансформации воздуха является наличие стационарного антициклона, причем трансформирующийся воздух должен содержать в себе малое количество влаги. Восточное и юго-восточное направление ветров в нижнем слое атмосферы может быть отражением внутримассовой антициклонической циркуляции, а решающая роль должна принадлежать адвекции бедного влагой воздуха с северных морей. Чтобы решить вопрос о действительном преобладающем переносе воздуха при суховеях, необходимы данные о распределении воздушных течений в свободной атмосфере.

Впервые применительно к суховеям юго-востока ЕТС этот вопрос, на основании аэрологических данных одного пункта, обстоятельно рассмотрел Е. В. Ишерской [22]. Она считает, что если в образовании засухи и суховеев играет значительную роль перенос сухого и нагретого воздуха со стороны, то вертикальные температурные градиенты в этом воздухе должны быть небольшими, т. е. в нижних слоях атмосферы должна быть устойчивая стратификация и градиенты ниже средних, полученных по многолетним данным. На самом же деле, по подсчетам Е. В. Ишерской, вертикальные температурные градиенты в засушливые годы оказались больше, чем в незасушливые.

Если бы засуха и сопровождающие ее суховеи являлись результатом вторжения масс южного происхождения, то это должно было бы сказаться на увеличении высоты тропопаузы. Данные аэрологических наблюдений над Ершовом этого не подтвердили.

Обработка шаропилотных данных, произведенная Е. В. Ишерской, также привела к выводу, что во время большей части суховеев не наблюдается значительной адвекции теплого воздуха с юга. Только незначительное число суховеев оказывается связанным с возможной адвекцией сухого и горячего воздуха с юга и востока. Однако, по мнению Е. В. Ишерской, этот воздух может быть «возвращающимся» воздухом умеренных широт, совершившим почти круговое движение по периферии антициклона.

Анализ карт барической топографии, произведенный Е. В. Ишерской и Е. М. Алешечкиной для периода засухи 1934 г. и П. К. Евсеевым для суховейных дней нескольких лет [16], также не свидетельствует об адвекции воздуха с юга и юго-востока.

Данные последних лет приводят к выводу, что суховеи на юго-востоке ЕТС возникают при ослаблении зональной циркуляции и усилении меридионального переноса воздушных масс, при этом решающим фактором для возникновения суховейного процесса является адвекция холодного воздуха с севера и трансформация его на континенте. Прогрев и иссушение этого воздуха в области антициклона усиливаются по мере его продвижения к пустыням и полупустыням Средней Азии. Арктический воздух, попавший в эти районы, под действием подстилающей поверхности особенно сильно прогревается и возвращается на территорию ЕТС в виде суховейного потока. Можно допустить при этом процессе некоторые втягивания в антициклоническую циркуляцию воздуха более южных широт, но адвекция этого воздуха является лишь

следствием другого процесса, играющего решающую роль в образовании суховея.

Более подробно вопрос об адвекции воздуха при суховеях нами будет рассмотрен в специальной статье.

§ 5. О метеорологическом критерии суховея

Что же такое суховей? Или это сухой и горячий ветер, как его называли работники сельского хозяйства и метеорологи, впервые занимавшиеся изучением этого явления, или суховеем можно назвать только лишь резкое падение относительной влажности при высокой температуре, как это делается в некоторых современных работах?

А. А. Каминский, хотя и определял суховей как сухой горячий ветер, но в его критерии отсутствует скорость ветра. Благодаря этому некоторые авторы, занимавшиеся исследованием суховея и отбиравшие их по критерию А. А. Каминского, включали в число суховея и штиль при наличии низкой относительной влажности и высокой температуры. При этом иногда забывалось существенное дополнение в определении суховея А. А. Каминского, а именно — небольшие суточные колебания не только относительной влажности, но и температуры воздуха, а последние не могли быть при штиле и очень слабом ветре. Естественно, что при суховеях, отобранных по значениям температуры и относительной влажности, получалась увеличенная по сравнению с нормальной суточная амплитуда температуры воздуха. Если бы при отборе суховея она была введена в критерий, то, повидимому, тем самым из числа суховея должны были бы исключиться штили и слабые ветры.

Лучшим критерием суховея будет тот, в основу которого положен учет приносимого этим явлением вреда сельскому хозяйству. Безусловно, и при отсутствии ветра, если температура воздуха будет высокая и относительная влажность падает до очень низких значений, возможно иссушение сельскохозяйственных растений, но в этом случае относительная влажность не может упасть так быстро до низких значений, как при суховея, и чтобы вызвать вредные последствия, процесс должен быть более продолжительным. Это будет не суховей, а сухой зной.

Такое положение возможно в центре антициклона и может оказаться губительным, особенно если оно оканчивается суховеем.

В работе Е. А. Цубербиллер [62] суховей определяется как сухой ветер, сопровождающийся обычно высокой температурой. Интенсивность же суховея, по мнению Е. А. Цубербиллер, «определяется величиной недостатка насыщения воздуха парами воды и скоростью ветра». Основные же группы суховея выделяются ею лишь по дефициту влажности, причем распределяются они по скорости ветра меньше и больше 10 м/сек. В класс суховея со скоростью ветра меньше 10 м/сек., повидимому, вошли слабые ветры и штили, если при этом наблюдался соответствующий дефицит влажности. Поэтому остается неясным, какой силы ветер следует считать суховеем.

П. К. Евсеев [16] довольно подробно останавливается на этом вопросе и доказывает, что силой ветра при суховеях пренебрегать нельзя. Но вопрос о том, какой же силы ветер следует считать суховеем, какую скорость ветра следует ввести в критерий суховея, остается открытым.

Агрометеорологи, занимавшиеся исследованием суховея, утверждают, что главное вредное действие суховея на сельскохозяйственные растения, проявляющееся в их иссушении, заключается в том, что ветер усиливает испарение, повышает транспирацию растений, которая начинает превышать поступление влаги из почвы в растения, приводя к их

повреждению, а иногда и гибели. При этом условии возможна гибель растений даже при достаточном количестве влаги в почве. Очевидно, при изучении суховея и их вредного действия на сельскохозяйственные культуры особенно важно проводить наблюдения над испарением.

Казалось бы, работы, устанавливающие зависимость испарения от скорости ветра, должны помочь уточнить определение суховея. Однако эти работы приводят к противоречивым результатам. В некоторых из них дается четкая зависимость испарения от скорости ветра. Эмпирические формулы, выражающие эту зависимость, приведенные в работе В. А. Бодрова [5], полученные им совместно с Тихомировым, Давыдовым, Позднышевым, Бодровым, Роуэром и др. Но существуют работы, как например А. А. Скворцова [50], В. П. Попова [44], Б. В. Полякова [43], в которых, или целиком, или в ограниченных пределах скорости ветра, отрицается связь между испарением и ветром, между ветром и транспирацией.

Повидимому, такие разногласия получаются в результате несовершенства методов измерения испарения, в силу того, что очень трудно измерить испарение в естественных условиях и определить его связь с отдельными метеорологическими факторами. Процесс же испарения в лабораторных условиях происходит отлично от испарения в условиях природы.

Влияние ветра на процесс испарения заключается в том, что воздух, обогащенный парами воды, относится от испаряющей поверхности и заменяется небогащенным. Препятствуя накоплению пара возле испаряющей поверхности, ветер усиливает процесс испарения. Поэтому вполне понятно, что в лабораторных условиях, где испаряющая поверхность мала и над нею проносится небогащенный водяным паром воздух, устанавливается четкая зависимость испарения от скорости ветра. Эта зависимость должна выявляться и при изучении испарения с небольших водоемов.

А. А. Скворцов [51] обращает внимание на то, что в естественных условиях испарение и транспирация происходят с очень больших площадей, покрытых растительным покровом. В этом случае горизонтальные перемещения воздушных масс не должны оказывать существенного влияния на испарение, так как на большой территории будут циркулировать одинаково увлажненные воздушные массы. В самом деле, если мы будем рассматривать суховеи между Каспием и Азовским морем, то ветер, по преимуществу имеющий здесь восточное или юго-восточное направление, должен приносить воздух даже более обогащенный влагой после прохождения над Каспием, чем воздух Сальских степей, поэтому он не может усиливать процесс испарения. Однако влияние ветра на процесс испарения все же должно сказываться и в этом случае, так как ветер влияет на вертикальный обмен воздушных масс, а вследствие этого может вызвать сверху приток воздуха, не обогащенного водяным паром, и способствовать оттоку водяного пара от испаряющей поверхности в верхние слои атмосферы. Благодаря этому ускоряется испарение влаги с земной поверхности, почва быстро иссушается, увеличивается и испарение с поверхности растений, что нарушает баланс поступления и отдачи влаги растениями.

М. И. Будыко [7] также считает, что влияние ветра на процесс испарения в естественных условиях сказывается через турбулентное перемешивание в самом нижнем слое воздуха. Поскольку при данной шероховатости подстилающей поверхности коэффициент обмена определяется не только вертикальным градиентом температуры, но и скоростью ветра, то и испарение при заданном значении дефицита влажности будет зави-

сеть от скорости ветра. Делая приближенную оценку зависимости скорости испарения от скорости ветра при равных температурах испаряющей водной поверхности и прилегающего слоя воздуха, М. И. Будыко теоретическим путем получил, что испарение с водной поверхности прямо пропорционально скорости ветра. Однако при малых скоростях ветра, повидимому, более существенное влияние на скорость испарения оказывает неустойчивое состояние нижнего слоя атмосферы; на графиках, представленных М. И. Будыко, видно, что если температура испаряющей поверхности выше, чем температура воздуха, то испарение при малых скоростях ветра значительно возрастает.

В. А. Бодров на основании экспериментальных данных получил почти параллельный ход кривых, выражающих изменение скорости ветра и испарения с удалением от лесной полосы, и дает прямую, выражающую зависимость испарения от скорости ветра.

А. А. Скворцов же, основываясь на материале своих наблюдений, пришел к выводу, что при скоростях ветра меньше 5 м/сек. испарение не зависит от скорости ветра.

Как же оценить эти результаты?

Что касается вывода В. А. Бодрова в отношении влияния лесных полос на скорость ветра и испарение, то, повидимому, здесь не может быть двух точек зрения и с ним полностью можно согласиться. Безусловно, с удалением от лесной полосы возрастает как скорость ветра, так и испарение. Но на испарение между лесными полосами может оказывать влияние не только ветер, но и другие факторы, связанные с наличием лесных полос. Возможно также, что свойства испаряющей поверхности будут различными в зависимости от близости к лесной полосе, т. е. различной будет ее способность доставлять влагу к поверхности почвы, так как запасы влаги в почве вблизи лесной полосы будут больше, чем на значительном удалении от нее.

Наблюдения А. А. Скворцова производились ближе к тем условиям, которые имеют место при действии суховея на растения, и, следовательно, они пригодны для изучения действия суховея на растения в зависимости от его силы. Поэтому мы считаем возможным принять выводы А. А. Скворцова, что ветер при скорости до 5 м/сек. не оказывает существенного влияния на процесс испарения.

Но вполне возможно, что скорость ветра 5 м/сек. является тем критическим пределом, начиная с которого ветер приобретает более существенное значение в увеличении коэффициента обмена. По утверждениям некоторых авторов [36], именно при этих значениях скорости ветра следует ожидать усиления динамической турбулентности.

При больших скоростях ветра увеличение турбулентности должно повести к уменьшению вертикального градиента температуры. Следовательно, преобладающее влияние на величину коэффициента турбулентного обмена и на испарение будет оказывать динамическая турбулентность, обусловленная скоростью ветра. Запыленность же воздуха, возможная при достаточно сильном суховейном потоке, способствует увеличению прогрева нижнего слоя атмосферы и большему его иссушению.

Нужно еще принять во внимание и то обстоятельство, что при изучении суховея учитывается ветер по флюгеру, следовательно, ветер у поверхности земли будет иметь меньшую скорость, чем скорость по флюгеру. В силу этого необходимость введения в критерий суховея пределов для скорости ветра кажется еще более очевидной.

Мы считаем необходимым определять суховея как сухой и горячий ветер со скоростью не менее 5 м/сек., или более 3 баллов, обычно наблюдающийся на периферии антициклона. Экспериментальные данные

работников сельского хозяйства подтверждают, что именно, начиная со скорости 5 м/сек. ветер, при соответствующих значениях температуры и влажности, становится опасным для растений. Этот факт прежде всего и следует учитывать при определении суховея. Суховеи, по силе своей достигающие бури и переходящие в черную бурю, должны при изучении рассматриваться особо.

Какими же пределами температуры и относительной влажности должна определяться нагретость и сухость суховеяного потока?

Если считать суховеем только такой сухой и горячий ветер, который наносит вред сельскохозяйственным растениям, то в отношении сухости воздуха, определяемой относительной влажностью, должны существовать различные критерии в зависимости от географического положения района, так как даже растения одного и того же сорта в засушливых районах оказываются более стойкими к повышению сухости воздуха, чем во влажных. Предельное значение относительной влажности, опасное для растений одного района, может оказаться близким к норме в другом районе.

Для юго-востока ЕТС предел для минимальных значений влажности не должен превышать 25%, так как в ряде пунктов здесь это значение близко к норме, но в других районах СССР могут оказаться опасными значения относительной влажности, несколько превышающие 25%. Поэтому при выборе критерия нужно учитывать средние значения относительной влажности в данном районе.

Нельзя также установить единый, постоянный предел и для температуры воздуха при суховеях. Он будет различаться еще и в зависимости от времени года. Если, по данным Е. А. Цубербиллер, в апреле опасен сухой ветер при температуре даже ниже 20°, то в летний период при подобной температуре и при такой же относительной влажности, что и весной, не может произойти повреждения сельскохозяйственных растений.

Поэтому правильнее при отборе суховеев по максимальным температурам взять в качестве критерия средний максимум или среднюю многолетнюю температуру (норму) за 13-часовой срок наблюдений данного месяца и считать суховеем ветер при температуре выше этой нормы.

Установление же единого предела температуры и распространение его на все месяцы теплого полугодия приведут к некоторому излишнему смягчению критерия для суховеев летних месяцев.

К Р А Т К И Е В Ы В О Д Ы

1. В результате обзора литературы выявилось, что чаще всего суховеи возникают на периферии антициклона, но относительно природы суховея существует три точки зрения:

а) суховой — нисходящий поток на окраине антициклона;

б) суховой — результат адвекции сухого, горячего воздуха из пустынь и полупустынь;

в) суховой возникает в результате трансформации над континентом воздушных масс, поступающих с севера.

2. Внимательный просмотр метеорологической литературы о суховеях, особенно освещающей новейшие исследования, позволяет заключить, что две первые точки зрения на природу суховеев не находят себе обоснования. Как нельзя считать равнинный суховой нисходящим потоком воздуха, так нельзя допустить, что он возникает лишь в результате выноса воздуха из пустынь и полупустынь.

3. Нисходящие движения в антициклоне играют существенную роль в образовании суховея благодаря тому, что они препятствуют развитию конвекции и образованию облаков, следовательно создают условия для быстрого прогресса и иссушения воздушных масс. Однако в нижнем слое атмосферы на периферии антициклона наиболее вероятно преобладание восходящих токов над нисходящими.

Наиболее значительно опускание воздушных масс в центре антициклона, но и здесь, даже при допущении адиабатического нагрева, опускающиеся массы воздуха не могут оказаться теплее воздуха, находящегося у поверхности земли, в силу того, что в нижнем слое атмосферы вертикальные температурные градиенты выше адиабатических. Следовательно, нисходящий поток воздуха не может служить причиной резкого повышения температуры у поверхности земли.

4. Чаще всего суховея на ЕТС возникают в результате нарушения зональной циркуляции, при усилении меридионального переноса воздушных масс, когда на территорию СССР обеспечивается наступление холодного и сухого воздуха северных широт. Повидимому, отток воздуха с севера и северо-запада компенсируется притоком с юго-запада по западной части Европейского континента. Воздух северных широт, проходя по континенту, трансформируется в области повышенного давления и приобретает значения температуры и относительной влажности, характерные для суховейного потока.

5. Трансформация воздуха до состояния, приводящего к суховею, возможна в степных районах, но суховея становятся интенсивнее, если арктический воздух достигает пустынь Средней Азии. В этом случае суховей, идущий по периферии антициклона и достигающий центральной части ЕТС, приобретает здесь характер адвективного суховея.

6. Можно допустить в отдельных случаях втягивание в антициклоническую циркуляцию воздуха более южных широт, которых не достиг воздух, поступающий с севера, но все же это допущение еще нуждается в проверке, которая может быть произведена с помощью построения траекторий движения воздушных частиц и изучения свойств перемещающегося в суховейном потоке воздуха.

7. Не исключена возможность возникновения суховея при адвекции воздуха на ЕТС с запада и юго-запада, когда этот воздух достигает юго-запада ЕТС достаточно иссушенным, а здесь дополнительно нагревается от подстилающей поверхности. Возникающие здесь фронты не дают осадков и даже не сопровождаются значительной облачностью.

8. Суховей — это ветер. Ветер усиливает процесс испарения и иссушение растений (нарушая баланс притока и расхода влаги растением). Неправильно было бы падение относительной влажности при штиле считать суховеем. Следует согласиться с определением суховея, которое дают местные УГМС и работники сельского хозяйства, положив в основу этого определения влияние ветра на сельскохозяйственные культуры, достигающего опасных размеров при скорости 5 м/сек.

При метеорологических исследованиях за суховей также следует принимать ветер не менее 5 м/сек. при температуре выше средней температуры за 13-часовой срок наблюдений и относительной влажности ниже нормы за этот же срок.

9. Для улучшения качества прогноза суховея необходимо главное внимание сосредоточить на изучении трансформации холодных воздушных масс над континентом в теплое время года, изучить те условия, при которых трансформация неизбежно ведет к возникновению суховея.

10. Поскольку большую роль в образовании засух и суховея играют нисходящие движения в антициклоне, то изучение их, уточнение расчета

скорости нисходящего потока — задача, заслуживающая внимания метеорологов.

11. По мере осуществления Сталинского плана преобразования природы будет меняться подстилающаяся поверхность и, следовательно, изменится и процесс трансформации движущихся по ней воздушных масс. Это неизбежно должно повести к смягчению суховеев, а со временем — и к полному их уничтожению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агринский К. Ф. Метеорологические условия появления мглы в Саратовском крае за последние 20 лет в 1879—1898 гг. Саратовская земская неделя, № 49, 1898.
2. Алисов Б. П. Особенности метеорологического режима лета 1936 г. в Центральной части ЕТС. Метеорол. и гидрол., № 12, 1946.
3. Андрианов М. С. Циркуляционные процессы атмосферы в период весенне-летней вегетации неурожайных годов за минувшие 45 лет над ЕТС. Метеорол. и гидрол., № 4, 1938.
4. Аскинази В. О. Равнинные суховеи юго-востока Европы. Изв. Н/мелиор. ин-та, вып. 2, 1928.
5. Бодров В. А. Оценка факторов, определяющих засуху с точки зрения лесомелиоратора. Метеорол. и гидрол., № 1, 1949.
6. Бугаев В. А., Джорджио В. А. Классификация воздушных масс СССР. Метеорол. и гидрол., № 12, 1940.
7. Будыко М. И. Испарение в естественных условиях. Гидрометеониздат, Л., 1948.
8. Воейков А. И. Метеорология. СПб, 1904.
9. Воейков А. И. Горные и степные суховеи. Метеорол. вестник, № 8—9, 1912.
10. Воейков А. И. Задачи с.-х. метеорологии. Метеорол. вестник, № 9, 1893.
11. Вознесенский А. В. По поводу пыльной бури 26—27 апреля 1928 г. Труды по с.-х. метеорол., вып. 21, № 8, 1930.
12. Воробьев С. О. Черные бури на Украине. Труды с.-х. метеорол., вып. 21, № 7, 1930.
13. Воронцов П. А. Приземные инверсии температуры при суховеях западной Грузии. Метеорол. и гидрол., № 11, 1940.
14. Гуревич Б. С. Засухообразующий макропроцесс. Труды ГГО, вып. 19 (8), 1950.
15. Дьяконова Е. В. Явление мглы и захвата. Труды по с.-х. метеорол., вып. 22, № 6, 1930.
16. Евсеев П. К. Аэролого-синоптические условия суховеев на юге и юго-востоке ЕТС. Труды ЦИП, вып. 7 (34), 1948.
17. Заленский В. Р. О физиологическом действии мглы на расстоянии. Изв. Саратов. обл. с.-х. опытн. станции, т. 3, вып. 1—2, 1921.
18. Заломанов В. Н. Пыльные бури. Климат и погода, № 2, 1928.
19. Иванов В. К. Некоторые особенности годового хода осадков засушливых лет. Журнал геофиз. и метеорол., т. 4, вып. 3, 1929.
20. Иванов В. К. Типы засух в Западной Сибири. Труды Сибирск. краев. съезда, т. 3. Томск, 1927.
21. Иванов В. К. Причины засух и суховеев в Западной Сибири. Соцземледелие, № 3, 1932.
22. Ишерская Е. В. Условия видимости при суховеях. Метеорол. и гидрол. № 2, 1949.
23. Ишерская Е. В. и Алешечкина Е. М. Воздушные течения над Саратовским Поволжьем во время засухи 1936 г. Изв. Всесоюзн. географ. об-ва, т. 79, вып. 5, 1947.
24. Ишерская Е. В. К вопросу о метеорологических условиях засух и суховеев в Саратовском Поволжье. Уч. зап. Саратов. гос. ун-та, вып. геофиз., т. 22, 1949.
25. Каминский А. А. Климат равнинной местности, т. 1. Климат Воронежской губернии. „Новая Деревня“, Л., 1925.
26. Каминский А. А. Типы засух и равнинных суховеев в СССР. Труды ГГО, т. 1, № 3, Л., 1934.
27. Карпов Л. Н. и Деметьева К. Ф. Атмосферная пыль как репрезентативный характер мутности воздушных масс. Сб. „Компл. изучение засухи 1934 г. в условиях Саратовского Заволжья“. Саратов, 1936.
28. Колтановский А. Д. Пыль или сухой туман? Метеорол. вестник, 1892.
29. Кастров В. Г. О прогревании воздуха во время засухи в Заволжье. Социалистич. зернов. хоз-во, № 2, 1938.
30. Лемберский Л. М. Синоптико-климатические условия засушливого периода весны 1934 г. Саратов, 1936.

31. Леонтьева Е. А. Суховеи восточной части СССР. Журнал геофиз. и метеорол., т. 4, № 3-4, 1927.
32. Лир Э. С. Основные черты атмосферной циркуляции в теплое полугодие. Журнал геофиз., т. 3, вып. 4, 1933.
33. Лир Э. С. Основные черты сезонной циркуляции воздуха на юго-востоке ЕТС. Метеорол. и гидрол. № 5-6, 1940.
34. Лир Э. С. Типы сезонной циркуляции над Европой и Атлантикой. Метеорол. и гидрол. №№ 1, 3, 4, 5, 1936.
35. Максимов Н. А. Физиологические основы засухоустойчивости растений. Труды по прикл. ботан. и селекции, прилож. 26, 1926.
36. Михель В. М. Особенности структуры нижних слоев атмосферы. Метеорол. и гидрол. № 4, 1938.
37. Могилевский Н. Помохи и их вред для сельского хозяйства по записям метеорологической станции с. Мал. Самбор, Конотопского уезда. (Цит. по Мультановскому.) Метеорол. вестник, 1907.
38. Мультановский Б. П. Влияние центров действия атмосферы на погоду Европы в теплое время года. 1. Засухи. Геофиз. сборн., т. II, 1915.
39. Мультановский Б. П. Синоптические условия мглы или помохи. Метеорол. вестник, 1907.
40. Обухов А. М. Мутность атмосферы в период майской засухи 1934 г. Сб. Компл. изучение засухи 1934 г., Саратов, 1936.
41. Опыт предварительного синоптического анализа основных катастрофических засух за последнее сорокалетие. Гидрометеоздат, М., 1933.
42. Подъяпольский К. К понятию мглы. Изв. агроном. уч. Саратов. Гос. ун-та, т. I, 1921.
43. Поляков Б. В. Изменение влажности почв и прогноз их просыхания. Цит. по Бодрову [5].
44. Попов В. П. Баланс влаги в почве и показатели сухости климата УССР. (Цит. по [5], 1949).
45. Попруженко С. Г. Материалы к изучению пыльного тумана и песчаных бурь, господствовавших на юго-западе России в апреле — мае 1892 г. Метеорол. обозрение, Одесса, 1893.
46. Сафонов Е. С. Опыт агроклиматического исследования засух и суховеев по Сталинградской области. Метеорол. и гидрол., № 8, 1940.
47. Селезнева Е. С. К вопросу аэрологического исследования засух. Вестн. ЕГМС, № 3 и 4, 1934.
48. Селезнева Е. С. Аэрологические условия засухи 1934 г. Компл. изучение засухи 1934. Саратов, 1936.
49. Селянинов Г. Т. и Леонтьевский Н. П. Климатические условия с.-х. культур на Каменностепной опытной станции. Л., 1930.
50. Скворцов А. А. Свойства и влагообеспеченность естественно-испаряющих поверхностей. Метеорол. и гидрол., № 4, 1949.
51. Скворцов А. А. Об испарении и обмене в приземном слое атмосферы. Труды Ин-та энергетики АН УзССР, вып. 1, Ташкент, 1947.
52. Степанова Н. А. Летние процессы ЕТС, определяющие жаркий режим. Метеорол. и гидрол., № 12, 1940.
53. Срезневский Б. И. Обзор погоды за июль 1892 г., за май 1894 г., за июль 1894 г., за август 1898 г. Метеорол. вестник, 1892, 1894, 1898.
54. Суханов Д. В. Об особенностях термического режима низин и лесных полян. Труды ГГО, вып. 15 (77), 1948.
55. Таборовский Н. А. О нисходящих течениях воздуха в антициклонах. Журнал геофиз., т. 3, вып. 4, 1933.
56. Федоров Е. Е. Распределение типов погоды суховеев по равнине ЕЧС. Изв. Геофиз. обсерв. 1934, № 2-3 (1935).
57. Федоров Е. Е. и Буцкий. Типы погоды суховеев. Журнал геофиз., т. 5, № 3, 1935.
58. Хромов С. П. Основы синоптической метеорологии. Гидрометеоздат, Л., 1949.
59. Цубербиллер Е. А. Опыт воспроизведения суховеев в камере лабораторного климата. Вестник ЕГМС, 1934.
60. Цубербиллер Е. А. Изучение типов суховеев методом лабораторного климата. Метеорол. и гидрол., № 3-4, 1935.
61. Цубербиллер Е. А. Лабораторное изучение действия суховея на яровую пшеницу. Труды Моск. гидрометеор. ин-та, 1939.
62. Цубербиллер Е. А. Типы суховеев и их характеристика. Метеорол. и гидрол., № 5, 1948.
63. Чубуков А. А. Погода лета 1938 г. на ЕТС. Метеорол. и гидрол., № 7, 1940.
64. Чуркина В. Н. Некоторые особенности режима температуры воздуха во время засух на востоке и юго-востоке ЕТС. Журнал геофиз. и метеорол., т. 4, № 2, 1927.

65. Шульц А. А. О необходимости изучения мглы. Доклад учен. комитета Мин. землед. и гос. имущ., СПб, 1897.
66. Ярославцев И. М. Трансформация воздушных масс над Ташкентом. Метеорол. и гидрол., № 5—6, 1940.
67. Дубенцов В. Р. Летняя трансформация воздушных масс над континентом. Труды ЦИП, вып. 17 (44), 1949.
68. Hellmann u. Meinardus. Die grosse Staubfall 9—10 März 1901. in Nordafrika, Süd- und Mitteleuropa — Abh. der Kgl.-press Met. Inst. Bd. II. 1908.
69. Hesselberg u. Friedmann. Die grossenordnungen meteorol. Elemente usw. Veroff. Geoph. Inst. H. 6. Leipzig. 1914.
70. Reed R. Further observations on the North american high-level anticyclone. 1937.
71. Shaw W. The birth and death of Cyclones, 1922 (цит. по [55]).

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА ОАЗИСОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Рассмотрение особенностей климата оазисов целесообразно начать краткой характеристикой особенностей тепло- и влагооборота орошаемых участков в пустынных условиях.

Орошение сельскохозяйственных полей и древонасаждение меняют прихода-расход не только влаги, но и тепла, включая прихода-расход радиационного тепла.

Сухие песчаные и лесовые светлокаштановые почвы отражают до 35% солнечной радиации, в то время как отражение солнечной радиации полем, занятым хлопком, порядка 20%. В результате на орошаемых полях количество поглощенной прямой и рассеянной солнечной радиации увеличивается на 10—15%. Еще существеннее уменьшается эффективное излучение благодаря значительному снижению температуры излучающей поверхности. В результате радиационный баланс орошаемых участков может возрасти почти на 100% по сравнению с неорошаемыми.

Но одновременно резко возрастают расходы тепла на испарение. В пустыне в летние месяцы испарение ничтожно, так как эти месяцы бездождны, а крайне скудные зимне-весенние осадки успевают испариться в начале лета. На орошаемых же полях испарение (включая транспирацию) в сумме за месяц может достигать 200 мм. На испарение такого количества воды требуется 12 ккал/см². Такое интенсивное испарение может осуществляться лишь при условии дотации тепла за счет окружающих пустынных участков, которые, получая меньше радиационного тепла, почти полностью используют его на нагревание почвы и воздуха. Этот приток тепла из пустыни в оазис не может полностью компенсировать расходы тепла на испарение; в результате температура воздуха и почвы в оазисе ниже, чем в пустыне. Приток (адвекция) тепла из пустыни определяет своеобразное распределение температуры воздуха по вертикали, инверсию температуры, которая наблюдается на интенсивно орошаемых участках в течение круглых суток.

Интенсивное испарение увеличивает на орошаемых участках абсолютную и относительную влажность и уменьшает дефицит влаги, а вместе с тем и испарение мелких водоемов, каналов, арыков, а также вредное действие суховеев. Высокая влажность воздуха может дополнительно уменьшить эффективное излучение.

Древесная растительность уменьшает скорость ветра, которая составляет на высоте 10 м 70—80% от скорости ветра в открытой пустыне. Одновременно с уменьшением скорости ветра уменьшается и турбулентный обмен, чему способствует и инверсия температуры, т. е. устойчивая стратификация приземных слоев воздуха. Ослабление скорости ветра и

турбулентного обмена дополнительно способствует уменьшению испарения с водоемов и повышает эффективность транспирации, уменьшая транспирационный коэффициент.

Увлажнение почвы в оазисах увеличивает ее теплоемкость, что уменьшает суточные и годовые амплитуды температуры почвы. Наличие растительного покрова приводит к тому, что «деятельная поверхность» с поверхности почвы перемещается на поверхность растений. Это же обстоятельство ослабляет теплообмен между почвой и воздухом, играющий решающую роль в процессе охлаждения воздуха ночью.

Уменьшение теплообмена почвы — воздуха, так же как и теплообмена с более высокими слоями атмосферы, а также незначительная аккумуляция тепла в почве за дневные часы, благодаря большим расходам тепла на испарение, способствуют снижению ночных температур воздуха в оазисах. Разность температур между оазисом и пустыней должна вызывать своеобразную местную циркуляцию, которая в отличие от бризовой и горнодолинной циркуляции должна сохранять свое направление в течение круглых суток, так как оазисы холоднее пустыни не только днем, но и ночью.

Для количественной характеристики климатических особенностей оазисов была отобрана группа метстанций, расположенных как в оазисах, так и в пустынных условиях, а также на побережье Аральского моря. Последняя группа станций использована для сравнительной оценки особенностей оазисов.

При выборе станций руководствовались близостью к трассе Главного туркменского канала и наличием достаточно подробных описаний местоположения станций. Так как станции были расположены на разных широтах ($\pm 4^\circ$ широты) и на разных высотах (от 50 до 230 м), то для обеспечения сравнения все данные были приведены к широте 42° и высоте 100 м. Широтные градиенты были определены по данным шести пустынных станций.

Поправка на высоту придавалась только для температуры воздуха: $-0,5^\circ$ на 100 м во всех случаях.

В процессе анализа станции были разбиты на 5 групп, характеризующих следующие условия:

- 1) пустыня,
- 2) небольшие оазисы (ширина до 3 км),
- 3) обильно орошаемые крупные оазисы,
- 4) заболоченные участки и
- 5) побережье и острова Аральского моря.

В табл. 1 приводится число станций по каждой из групп и их средняя высота и широта. Из этой таблицы видно, что основные типы место-

Таблица 1

Сведения о метстанциях, материалы которых использованы

№ п/п	Тип местоположения	Число станций	Средняя широта, град.	Средняя высота, м
1	Пустыня	4	41,2	155
2	Небольшие оазисы	2	40,0	173
3	Большие обильно орошаемые оазисы	4	41,4	111
4	Заболоченные участки	1	43,0	63
5	Остров и побережье	2	44,4	56

положения представлены достаточным числом станций, что они близки по широте и высоте и что, следовательно, поправки на широту и высоту невелики и даже при недостаточной точности их не могут существенно исказить результата.

В табл. 2 приводятся средние месячные температуры по указанным типам местоположений, а также разности температур пустыни и прочих типов. Зимние месяцы из этой таблицы и из всех последующих исключены как не представляющие непосредственного интереса.

Таблица 2

Средние месячные температуры воздуха

Тип местоположения	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Пустыня	5,5	13,8	21,8	27,0	30,0	27,7	20,8	19,6	4,4
Небольшие оазисы	5,4	13,8	21,3	25,4	27,6	25,2	19,1	11,2	4,0
Разность	-0,1	0,0	-0,5	-1,6	-2,4	-2,5	-1,7	-1,4	-0,4
Большие обильно орошаемые оазисы	4,3	13,2	20,7	24,8	26,9	24,9	18,5	10,9	3,6
Разность	-1,2	-0,6	-1,1	-2,2	-3,1	-2,8	-2,3	-1,7	-0,8
Заболоченные участки	3,9	12,5	19,6	23,6	26,3	24,5	18,3	10,3	3,4
Разность	-1,6	-1,3	-2,2	-3,4	-3,7	-3,2	-2,5	-2,3	-1,0
Остров и побережье	2,6	10,2	18,4	24,2	27,5	26,5	21,3	13,2	6,6
Разность	-2,9	-3,6	-3,4	-2,8	-2,5	-1,2	+0,5	+0,6	+2,2

В течение всего рассматриваемого периода температура воздуха в оазисах ниже, причем наибольшее различие наблюдается в июле и августе, т. е. в месяцы наиболее интенсивного испарения. В больших оазисах это различие достигает 3°, в небольших 2,5°. На заболоченных участках температура еще ниже, но общий характер годового хода сохраняется тот же, что и на орошаемых участках. Это свидетельствует о том, что и в данном случае решающее влияние оказывают расходы тепла на испарение.

Другой характер носит годовой ход температуры на побережье. Здесь более низкие температуры наблюдаются весной и в начале лета, осенью же, наоборот, на побережьях теплее, чем в пустыне. Это указывает на то, что в данном случае большую роль играет более медленное прогревание и охлаждение моря.

Таблицы 3 и 4, в которых даны температура в 13 час. и средний максимум, характеризуют особенности суточного хода температуры в рассматриваемых нами типах местоположения.

Таблица 3

Средняя температура в 13 час.

Типы местоположения	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Пустыня	9,4	19,8	27,2	32,7	35,2	33,7	26,7	18,0	9,1
Небольшие оазисы	10,1	19,3	27,1	32,2	33,7	32,0	26,1	18,3	9,8
Разность	+0,7	-0,5	-0,1	-0,5	-1,5	-1,7	-0,6	+0,3	+0,7
Большие обильно орошаемые оазисы	9,1	18,6	26,5	31,2	33,2	31,6	25,3	17,7	8,8
Разность	-0,3	-1,2	-0,7	-1,5	-2,0	-2,1	-1,4	-0,3	-0,3
Заболоченные участки	9,4	13,4	22,1	26,3	29,2	28,0	21,3	13,2	8,7
Разность	0,0	-6,4	-5,1	-6,4	-6,0	-5,7	-5,4	-4,8	-0,4
Острова и побережье	-5,5	12,6	21,2	27,0	30,8	29,4	23,3	16,2	8,4
Разность	-3,9	-7,2	-6,0	-5,7	-4,4	-4,3	-3,4	-1,8	-0,7

Таблица 4

Средний минимум температуры воздуха

Типы местоположения	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Пустыня	-0,2	7,3	13,4	18,1	21,0	18,4	11,7	4,8	-2,0
Небольшие оазисы . . .	-0,3	7,5	13,0	16,2	18,6	15,4	9,6	3,3	-3,0
Разность	-0,1	+0,2	-0,4	-1,9	-2,4	-3,0	-2,1	-1,5	-1,0
Большие обильно орошаемые оазисы	1,1	6,7	13,2	17,0	19,8	17,0	10,9	4,1	-2,5
Разность	-0,9	-0,6	-0,2	-1,1	-1,2	-1,4	-0,8	-0,7	-0,5
Заболоченные участки	-1,4	6,0	12,8	17,2	19,2	17,9	11,6	4,9	-1,8
Разность	-1,2	-1,3	-0,6	-0,9	-1,8	-0,5	-0,1	+0,1	+0,2
Остров и побережье	-1,0	6,0	14,6	20,0	23,4	23,4	17,6	10,1	3,5
Разность	-0,8	-1,3	+1,2	+1,9	+2,4	+5,0	+5,9	+5,3	+5,5

Эти таблицы свидетельствуют о том, что в оазисах холоднее не только днем, но и в период минимальных температур, т. е. ночью, причем в малых оазисах снижение температур в ночные часы даже больше, чем снижение дневных температур. Причину последнего явления, так же как и полную достоверность его в смысле типичности, сейчас установить трудно.

Вообще следует иметь в виду, что при прочих равных условиях дневные различия должны уменьшаться за счет более интенсивного турбулентного обмена, выравнивающего все местные особенности.

Максимальная температура воздуха (см. табл. 5) снижается в оазисах на 1—2°, а в сентябре даже на 3—4°. Но весной, когда различия в испарении невелики, максимум в оазисах может быть даже выше, чем в пустыне, повидимому, за счет ослабления турбулентного обмена.

Таблица 5

Максимум температуры воздуха

Типы местоположения	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Пустыня	31	35	41	44	45	44	42	34	28
Небольшие оазисы . . .	30	36	41	43	44	42	38	33	26
Разность	-1	1	0	-1	-1	-2	-4	-1	-2
Большие обильно орошаемые оазисы	32	35	42	42	43	42	39	33	26
Разность	1	0	1	-2	-2	-2	-3	-1	-2
Заболоченные участки	30	34	41	42	42	41	39	33	26
Разность	-1	-1	0	-2	-3	-3	-3	-1	-2
Остров и побережье	25	31	34	38	40	38	35	31	24
Разность	-6	-4	-7	-6	-5	-6	-7	-3	-4

Следует отметить, что различие средних месячных температур, особенно в больших оазисах, больше, чем различие 13-часовых и минимальных температур. Это свидетельствует о том, что в промежуточные часы суток и, повидимому, преимущественно в вечерние часы различия должны быть наибольшие. Подобный суточный ход различий температуры согласуется с суточным ходом компонентов теплового баланса действительной поверхности, а именно, со смещением максимума расходов тепла на испарение на вторую половину дня, при ослаблении к вечеру турбулентного обмена.

В начале и конце вегетационного периода, когда снижение минимальной температуры может вредно сказаться на растительности, это снижение невелико. В результате на длину безморозного периода (см. табл. 6) орошение не оказывает существенного влияния.

Таблица 6

Первый и последний мороз, продолжительность безморозного периода и сумма температур выше 10°

Типы местоположения	Даты последнего мороза	Даты первого мороза	Продолжительность безморозного периода, дни	Сумма температур выше 10°
Пустыня	9/IV	20/X	193	4 680
Небольшие оазисы	6/IV	14/X	190	4 320
Разность	-3	-6	-3	360
Большие обильно орошаемые оазисы	4/IV	20/X	198	4 170
Разность	-5	0	5	510
Заболоченные участки	4/IV	26/X	204	4 130
Разность	-5	6	11	550
Остров и побережье	3/IV	20/XI	230	4 310
Разность	6	31	37	370

В оазисах длина безморозного периода даже несколько больше, что можно объяснить тем, что в формировании весенне-осенних заморозков большую роль играет адвекция холодного воздуха, прогревание которого в оазисах должно идти более интенсивно за счет большой теплоемкости влажных почв и меньшего турбулентного обмена. В крупных оазисах начало и конец безморозного периода совпадают с наступлением и окончанием средних температур выше 10°. Снижение средней суточной температуры воздуха приводит к некоторому сокращению периодов с высокими температурами, особенно с температурами выше 25° (см. табл. 7).

Таблица 7

Даты наступления средних суточных температур через 5° и число дней с температурой, превышающей соответствующие пределы

Тип местоположения	10°			15°			20°			25°		
	начало	конец	период	начало	конец	период	начало	конец	период	начало	конец	период
Пустыня	30/III	22/X	205	18/IV	4/X	168	9/V	19/IX	132	6/VI	30/VIII	84
Небольшие оазисы	29/III	20/X	204	19/IV	30/IX	163	11/V	10/IX	121	14/VI	18/VIII	64
Разность	-1	-2	-1	+1	-4	-5	+2	-9	-11	+8	-12	-20
Большие обильно орошаемые оазисы	3/IV	19/X	198	20/IV	30/IX	162	12/V	10/IX	120	17/VI	15/VIII	58
Разность	+4	-3	-7	+2	-4	-6	+3	-9	-12	+11	-15	-26
Заболоченные участки	7/IV	28/X	193	24/IV	28/IX	156	18/V	9/IX	113	25/VI	11/VIII	46
Разность	+8	-4	-12	+6	-6	-12	+9	-10	-19	+19	-19	-38
Остров и побережье	15/IV	28/X	194	1/V	12/X	163	22/V	20/IX	120	15/VI	23/VIII	68
Разность	+16	+6	-11	+13	+8	-5	+13	1	-12	+9	7	-16

Длительность последнего периода в оазисах почти на месяц меньше по сравнению с пустыней. Сокращение периода идет главным образом за счет более раннего снижения температуры осенью. Параллельно со снижением средних суточных температур уменьшается в оазисах и сумма температур выше 10° (сумма температур вычислялась по методу Г. Т. Селянинова). В больших оазисах это различие достигает 500° (см. табл. 6).

Для сравнительной оценки температурного эффекта орошения в условиях пустыни целесообразно сопоставить его с изменениями температуры по широте.

Согласно этим данным, снижение июльской средней месячной температуры воздуха под влиянием орошения на 3° равнозначно смещению к северу более, чем на 4° широты, т. е. более чем на 450 км.

При практическом использовании приведенных данных по термическому режиму для целей сельскохозяйственного производства необходимо учитывать, что они получены по наблюдениям в будках на высоте 2 м общесетевыми метстанциями, площадки наблюдений которых лишь примыкают к орошенным участкам. На самих орошаемых участках снижение температуры должно быть большим.

Но особенно резкое снижение температуры в оазисе по сравнению с пустыней наблюдается в приземном слое воздуха, в самом травостое. Принимая в слое 0,2—2 м изменение полуденной температуры воздуха с высотой в пустыне равной 1,5°, а в оазисе — 0,5° (инверсия), получаем для высоты 0,2 м различие в температуре оазиса и пустыни — 4° (2° за счет различия на высоте 2 м и 2° за счет различного изменения с высотой). Различия же температуры поверхности почвы будет измеряться уже десятками градусов. Так, в июле средняя температура в 13 час. на поверхности почвы в пустыне будет порядка 65°, а на обильно орошаемом участке, занятом такой культурой, как люцерна, она будет того же порядка, что и температура воздуха, т. е. около 35°. Разность между температурой поверхности почвы в пустыне и оазисе составит, следовательно, 30°.

Интенсивное испарение приводит к существенному увеличению абсолютной и относительной влажности воздуха.

В табл. 8 дается средняя месячная абсолютная влажность воздуха. В оазисах абсолютная влажность воздуха в июне—августе на 4—5 мб больше по сравнению с пустыней, причем в больших оазисах летом абсолютная влажность больше, чем в малых. Весной и поздней осенью различия уменьшаются. На заболоченных участках влажность воздуха в июне—августе превышает влажность в пустыне почти на 9 мб и мало отличается от влажности на берегу Аральского моря.

Таблица 8
Средняя месячная абсолютная влажность воздуха, мб

Типы местоположения	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Пустыня	5,6	8,0	8,6	8,7	9,8	8,6	6,8	5,7	5,1
Небольшие оазисы	6,2	9,1	10,4	12,4	13,4	12,3	9,3	6,9	5,5
Разность	0,6	1,1	1,8	3,4	3,8	3,7	2,5	1,2	0,4
Большие обильно орошаемые оазисы	5,9	8,4	10,4	12,9	15,2	14,0	10,4	7,3	5,9
Разность	0,3	0,4	1,8	4,2	5,4	5,4	3,6	1,6	0,8
Заболоченные участки	5,6	8,1	10,4	15,5	18,9	17,7	12,9	8,0	6,5
Разность	0,0	0,1	1,8	6,8	9,1	9,1	6,1	2,3	1,4
Остров и побережье	5,9	7,8	11,2	16,4	19,6	19,2	13,0	9,2	7,8
Разность	0,3	-0,2	2,6	7,7	9,8	10,6	7,1	3,5	2,7

При относительной характеристике влажности воздуха используются данные для 13 час., характеризующие минимальную за сутки относительную влажность, и для 7 час., когда при трехсрочных наблюдениях (7, 13, 21 час) отмечается наиболее высокая относительная влажность.

Таблица 9

Средняя месячная относительная влажность воздуха в 13 час.

Типы местоположения	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Число дней с относительной влажностью $\leq 30\%$
Пустыня	47	36	23	19	19	19	23	30	47	200
Небольшие оазисы	52	40	28	25	27	28	31	34	47	150
Разность	5	4	5	6	8	9	8	4	0	
Большие обильно орошаемые оазисы	52	38	28	26	27	27	31	34	48	150
Разность	5	2	5	7	8	8	8	4	1	
Заболоченные участки	48	40	34	32	34	33	34	37	49	150
Разность	1	4	11	13	15	14	11	7	2	
Остров и побережье	68	61	47	48	45	47	48	52	64	120
Разность	21	25	24	29	26	28	25	22	17	

В 13 час. (см. табл. 9) в пустыне с июня по август относительная влажность меньше 20%. В оазисах она выше на 6—10%, причем в небольшом оазисе относительная влажность не меньше, чем в большом. Весною и осенью различия снижаются.

В оазисах существенно уменьшается число дней с относительной влажностью менее 30%: в пустыне таких дней 210, а в оазисах — всего 150.

В 7 час. относительная влажность во всех условиях местоположения значительно повышается, но особенно велико это повышение на орошаемых и заболоченных участках. В результате в 7 час. разность относительной влажности в пустыне и оазисе больше, чем в 13 час., и достигает в больших оазисах в августе и сентябре 20% (см. табл. 10).

Таблица 10

Средняя месячная относительная влажность воздуха в 7 час. (‰)

Типы местоположения	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Пустыня	72	64	47	34	32	34	40	53	74
Небольшие оазисы	83	70	53	46	49	53	56	69	83
Разность	11	6	6	12	17	19	16	16	9
Большие обильно орошаемые оазисы	83	68	54	50	54	57	61	72	84
Разность	11	4	7	16	22	23	21	19	10
Заболоченные участки	86	71	60	58	59	66	74	76	85
Разность	14	7	13	24	27	32	34	23	11
Остров и побережье	90	70	60	58	54	58	60	63	79
Разность	18	6	13	24	22	24	20	10	5

В период минимальных температур это различие должно быть еще больше. Меньшие различия относительной влажности в дневные часы согласуются с соответствующими особенностями термического режима и косвенно поддерживают наши предположения о решающей роли суточного хода турбулентного обмена.

Увеличение в оазисах абсолютной влажности воздуха и, следовательно, уменьшение дефицита влаги приводит к уменьшению испарения с водоемов. Уменьшению испарения способствует и уменьшение скорости ветра.

Испарение с водоемов вычислялось по формуле Б. Д. Зайкова:

$$E = 0,2 nCD_2^{0,78} (1 + 0,85 w),$$

где E — испарение за период в мм,

n — число дней в периоде,

C — множитель, зависящий от разности температуры испаряющей поверхности и температуры воздуха,

D_2 — дефицит влажности воздуха в мм, по наблюдениям на высоте 2 м,

w — скорость ветра на высоте 1 м.

В табл. 11 приводятся данные об испарении, вычисленные по указанной формуле.

Таблица 11

Испарение с малых водоемов (площадью менее 2 га), мм

Типы местоположения	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Сумма
Пустыня	70	120	210	380	440	430	210	110	50	2 020
Небольшие оазисы	40	80	140	170	200	170	110	60	30	1 000
Большие обильно орошаемые оазисы	40	80	120	150	160	150	80	50	30	860
Заболоченные участки	40	70	110	110	130	110	70	40	20	700
Остров и побережье	30	80	150	170	200	200	150	90	40	1 110

Прежде чем перейти к анализу данных табл. 11, следует остановиться на их точности. При расчете испарения по формуле Зайкова необходимо иметь в виду следующее. Эта формула получена эмпирически на основе наблюдений, проведенных в ряде географических районов над испарением с бассейнов площадью порядка 20—100 м², и, следовательно, не может характеризовать испарение со сколько-нибудь крупных водоемов.

Кроме того, ближайшие к рассматриваемой территории пункты наблюдений расположены либо значительно севернее, либо в условиях высокой влажности воздуха, определяемой близостью Каспийского моря. Поэтому, если расчет испарения в оазисе, т. е. в условиях большой влажности воздуха, по формуле Зайкова не должен вызывать каких-либо сомнений, то возможность расчета испарения для пустыни требует некоторой дополнительной проверки.

В связи с этим были рассмотрены непосредственные данные по испарению, приведенные в работе Б. Д. Зайкова. Наибольшее испарение наблюдалось в Кара-Богаз-Голе в августе 1939 г., когда в среднем за 20 дней испарение равнялось 10,4 мм/сутки, что в сумме за месяц составит 300 мм, причем средний дефицит влажности воздуха при этом был порядка 20 мм и, что важно, расчет испарения по формуле Зайкова дал даже несколько меньшую величину.

Учитывая, что в пустыне дефицит влажности воздуха в июле равен 34 мм, т. е. более чем в полтора раза превышает дефицит в Кара-Богаз-Голе, при практически одинаковых скоростях ветра, мы вправе принять приведенное в табл. II июльское испарение в пустыне порядка 400 мм как достоверное. Но эти данные, конечно, нельзя распространять на сколько-нибудь крупные водоемы. На испарение порядка 2000 мм в сумме за год, которое, согласно расчетам, происходит с малых водоемов в условиях пустыни, поглощается значительно больше тепла, чем получается радиационным путем и, следовательно, испарение может происходить лишь за счет адвекции тепла с окружающей территории. Поэтому испарение с водоемов непосредственно связано с их размерами и конфигурацией. Большое влияние на испарение с водоема оказывает скорость ветра, в ослаблении которого решающую роль играет древесная растительность.

Все это дает основание утверждать, что окружение каналов интенсивно испаряющей растительностью, и особенно древесной, значительно сократит бесполезные расходы воды на испарение, так как, если при наличии указанной растительности общее испарение и не уменьшится (благодаря увеличению транспирации), то оно во всяком случае будет более плодотворным.

При проведении мероприятий по орошению и обводнению следует обратить внимание и на резко выраженный годовой ход испарения. Так, в сентябре испарение в два раза меньше по сравнению с июлем.

Приведенные краткие сведения о климате оазисов носят предварительный характер и имеют целью дать хотя бы приближенную оценку тех климатических условий, которые создадутся на трассе Главного туркменского канала при осуществлении мероприятий, намеченных партией и правительством.

ЛИТЕРАТУРА

- Архипова Е. П. Метод косвенного определения температуры поверхности оголенной почвы (см. стр... настоящего выпуска).
- Голубова Л. А. Фитоклимат орошаемого пшеничного поля. Метеорология и гидрология, № 4, 1941.
- Зайков Б. Д. Испарение с водной поверхности прудов и малых водохранилищ на территории СССР. Труды ГГИ, вып. 21 (75), Л., 1949.
- Лопухин Г. А. К вопросу о роли радиации в жизнедеятельности хлопчатника. Труды Ташкентской геофиз. обсерв., вып. 3 (4), Гидрометеоздат, Л., 1949.
- Сапожникова С. А. Микроклимат и местный климат. Гидрометеоздат, Л., 1950.
- Скворцов А. А. К вопросу о климате оазиса и пустыни и некоторых особенностях их теплового баланса. Труды по с.-х. метеорологии, т. XX, 1928.
- Скворцов А. А. Об испарении и обмене в приземном слое атмосферы. Труды Института энергетики, вып. 1, Изд. АН УзССР, Ташкент, 1947.

МЕТОД КОСВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ОГОЛЕННОЙ ПОЧВЫ

Известно, что поверхность почвы, нагреваясь в дневные часы и охлаждаясь ночью (зимой часто и днем), становится источником, откуда нагревание и охлаждение передаются как более глубоким слоям почвы, так и прилежащим слоям воздуха. На поверхности почвы происходят наиболее резкие колебания температуры в течение суток и года, отсюда температурные колебания распространяются вверх и вниз, вследствие чего поверхность почвы и была названа А. И. Воейковым «внешней деятельной поверхностью».

Характеристика температуры поверхности почвы, являющейся деятельной поверхностью, представляет очень существенное практическое и теоретическое значение. Известно, что температура поверхности почвы играет большую роль в процессах теплооборота, а также характеризует температурные условия среды произрастания растений.

Особенно большое значение приобретает температура поверхности почвы в связи с проведением в жизнь грандиозного Сталинского плана преобразования природы засушливых степей. На огромных пространствах производятся насаждения лесных полос, а для лесоводства чрезвычайно важно иметь данные по температуре поверхности почвы, так как при высоких температурах может произойти повреждение молодых саженцев. Однако таких данных нет. Ввиду этого и была поставлена задача получения характеристики температуры поверхности почвы в 13 час. для районов полезащитного лесонасаждения Европейской части СССР, поскольку по температуре в 13 час. можно судить о максимальной температуре.

На метеостанциях температура поверхности почвы измеряется при помощи лежащего горизонтально ртутного термометра с резервуаром, наполовину погруженным в почву. Данные этих наблюдений для характеристики температурного режима поверхности почвы обычно почти не используются, главным образом, ввиду их недостаточной точности по сравнению с данными наблюдений других метеорологических характеристик температурного режима. Но, учитывая большое изменение температуры поверхности почвы как во времени, так и в пространстве (по исследованиям Н. Н. Транкевича рядом установленные термометры различались в среднем почти на 2°), эти данные для приближенной характеристики вполне могут быть использованы, поскольку температура поверхности почвы настолько существенно отличается от температуры воздуха и температуры более глубоких слоев почвы, что и приближенная ее характеристика представляет значительный интерес.

Из сравнения данных по температуре поверхности почвы, полученных при измерении ртутным термометром и платиновой термосеткой,

проведенное Л. И. Зубенко, видно, что в дневные часы показания ртутного термометра занижают температуру поверхности почвы. При разностях температуры поверхности почвы по ртутному термометру и температуры воздуха порядка $10-12^{\circ}$ поправка к данным ртутного термометра составляла $5-7^{\circ}$. Занижение температуры поверхности почвы ртутным

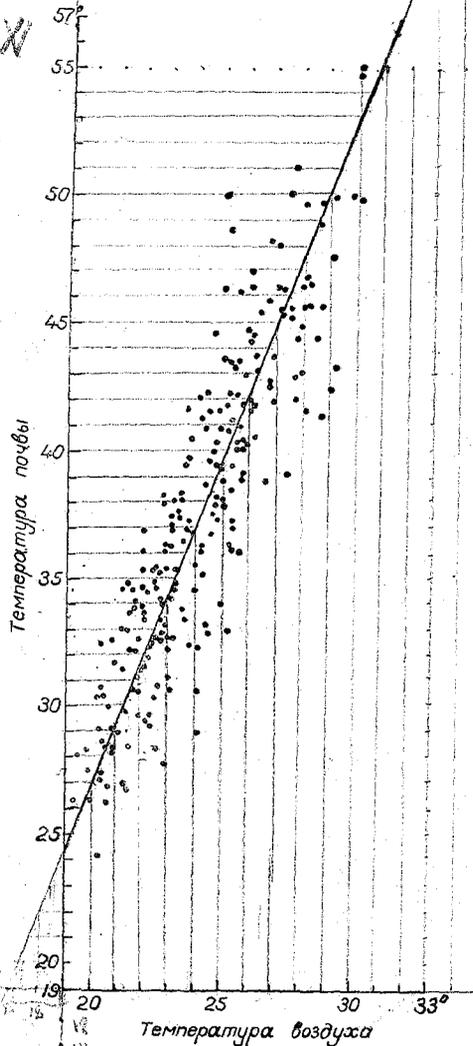


Рис. 1: График связи средней месячной температуры поверхности оголенной почвы в 13 час. и средней месячной температуры воздуха в 13 час. Июль.

термометром подтверждают и данные С. А. Сапожниковой. Согласно ее исследованиям, данные напочвенных ртутных термометров соответствуют температуре поверхностного слоя $0,5-1,0$ см, т. е. характеризуют температуру не самой поверхности почвы. В дальнейшем под температурой поверхности почвы мы будем понимать температуру указанного поверхностного слоя.

Для характеристики температуры поверхности оголенной почвы в географическом разрезе необходимы данные за достаточно длительный период наблюдений. Однако длительных рядов не имеется, так как систематические наблюдения над температурой поверхности оголенной почвы производятся лишь в последние годы. В более ранние годы наблюдения носили не систематический характер и, кроме того, производились или на оголенной поверхности, или же на поверхности, покрытой естественным покровом, т. е. травянистой растительностью, в теплый период. В наблюдательских же книжках не всегда имелись указания, на какой поверхности производились наблюдения, что затруднило возможность их использования.

Ввиду отсутствия длительных рядов наблюдений, для получения средних многолетних величин температуры оголенной поверхности почвы возникла необходимость использовать косвенный метод, т. е. определить их, пользуясь какой-либо другой характеристикой температурного режима, имеющей длительные и доброкачественные ряды наблюдений.

Наиболее целесообразно определять температуру поверхности почвы, используя температуру воздуха на высоте 2 м над поверхностью почвы. Температура воздуха является основным показателем термического режима и по данному элементу на большинстве метеостанций имеются длительные и доброкачественные ряды наблюдений и карты распределения по территории, что позволит при найденной зависимости температуры воздуха от температуры поверхности почвы определять последнюю для всей интересующей нас территории.

Для определения температуры поверхности оголенной почвы в 13 час. по температуре воздуха были построены графики связи средней месячной температуры воздуха в 13 час. и средней месячной температуры поверхности почвы в 13 час. По оси ординат откладывалась средняя месячная температура поверхности почвы, а по оси абсцисс — средняя месячная температура воздуха.

Для построения этих графиков были использованы материалы наблюдений более 200 метеостанций над температурой поверхности оголенной разрыхленной почвы за два года.

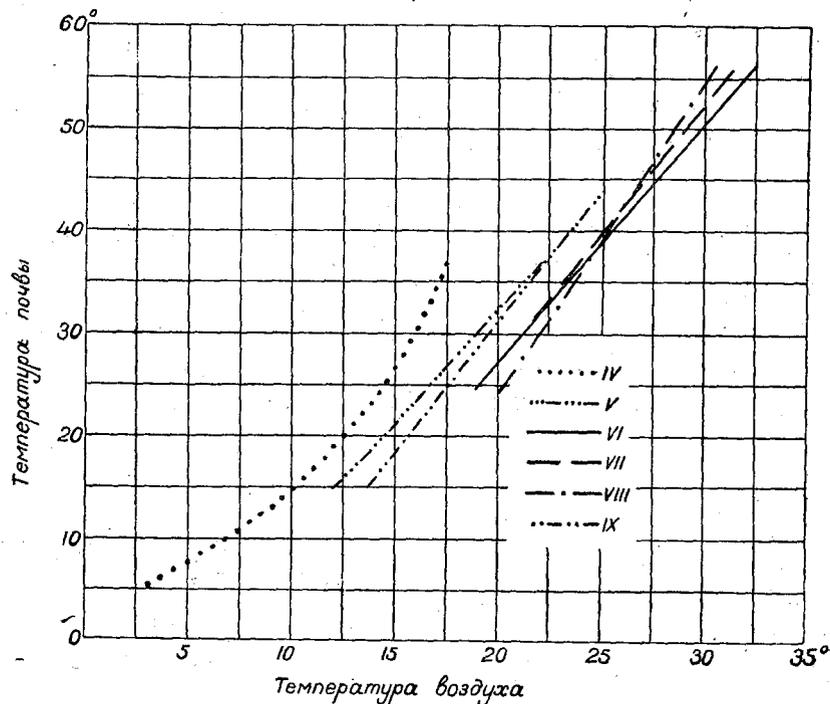


Рис. 2. График для определения средней месячной температуры оголенной почвы в 13 час. по средней месячной температуре воздуха в 13 час.

Графики были построены для времени с апреля по сентябрь, отдельно для каждого месяца. Для примера на рис. 1 приводится график за июль. Как видно из графика, рассеяние точек довольно значительное. Отклонения от среднего значения, т. е. от линии зависимости, примерно, в 70% случаев составляют от 0° до $\pm 3^\circ$, а в отдельных случаях превышают $\pm 5^\circ$. Такое рассеяние точек на графике в основном определяется значительным изменением температуры поверхности почвы в пространстве, недостаточной точностью метода наблюдений, не всегда тщательным уходом за термометром, а также тем, что температура поверхности почвы зависит не только от температуры воздуха, но и от влажности поверхности почвы, облачности и других факторов. Кроме того, большое рассеяние точек на графике зависит от того, что графики строились по ежегодным, а не по многолетним данным. При построении графиков по многолетним средним точность была бы большей.

Таким образом, этот метод дает возможность получить приближен-

ную характеристику средней месячной температуры поверхности оголенной почвы в 13 час. с точностью в среднем $\pm 2-3^{\circ}$.

На рис. 2 приводится график для определения средней месячной температуры поверхности оголенной почвы в 13 час. по средней месячной температуре воздуха в тот же срок с апреля по сентябрь.

Как уже указывалось, наблюдения над температурой поверхности почвы производились на оголенной разрыхленной почве. Данные наблюдений на этой почве могут быть практически распространены и на почву под черным паром.

Таким образом, с этого графика, пользуясь средней месячной температурой воздуха в 13 час., можно получить приближенную характеристику средней месячной температуры поверхности черного пара в 13 час. для любого района и пункта территории полезащитного лесонасаждения Европейской части СССР.

Как показывает график, температура поверхности почвы значительно превышает температуру воздуха, и чем выше температура воздуха, тем значительнее превышение. В летние месяцы при температуре воздуха 25° температура поверхности почвы в среднем за месяц почти на 15° превышает температуру воздуха, а при 30° — больше чем на 20° и достигает значительных величин.

Так, например, в северных районах Украины в июле средняя месячная температура поверхности почвы в 13 час. составляет около 35° , а в южных районах Заволжья — более 50° . В отдельные ясные дни, особенно во время засухи, как показал анализ имеющегося материала, температура поверхности почвы может превышать 60° .

ЛИТЕРАТУРА

1. Воейков А. И. Метеорология. СПб, 1904.
2. Зубенок Л. И. К методике измерения температуры поверхности почвы. Труды ГГО, вып. 6 (68), 1947.
3. Сапожникова С. А. Микроклимат и местный климат. Гидрометеоиздат, Л., 1950.
4. Гранкевич Н. Н. К методике наблюдений над температурой почвы для сельскохозяйственных целей. Труды по с.-х. метеор., вып. 25, 1938.
5. Чудновский А. Ф. Термосетка для измерения температуры поверхности почвы. Труды НИУ ГУ ГМС, сер. I, вып. 24, 1946.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ И В ПОЛЕ

Одним из наиболее крупных мероприятий Великого Сталинского плана преобразования природы является защитное лесоразведение на полях колхозов и совхозов на огромной территории лесостепных и степных районов страны. В связи с претворением в жизнь плана преобразования природы, помимо изучения влияния лесных насаждений на климат полей, приобретает немаловажное значение изучение климатических условий самих лесных насаждений. До последнего времени этому вопросу уделялось сравнительно немного внимания.

В настоящей статье приводится сопоставление температуры и влажности воздуха двух лесных насаждений различного типа и поля по материалам наблюдений, произведенных ГГО в июне 1950 г. на лесной гидрометстанции Деркул, расположенной на территории лесных полос Института леса АН СССР (Беловодский район, Ворошиловградской области).

Ввиду кратковременности наблюдений полученные выводы имеют предварительный характер.

Первые лесные насаждения в этом районе были произведены еще в конце прошлого века, когда по идее В. В. Докучаева в открытой ковыльной степи в выбранном им месте на водоразделе Дона и Донца был организован Старобельский опытный участок, в дальнейшем называвшийся Деркульским лесничеством. Выбранный для насаждений участок водораздела В. В. Докучаев характеризовал так: «...Совершенно голый кряж его может быть назван типичнейшим образчиком открытой полубурьянной степи, как бы намеренно выставленный на волю бурям, ветрам, зною и засухам». Здесь в 1893—1895 гг. под непосредственным руководством В. В. Докучаева были заложены лесные полосы на площади около 100 га.

В настоящее время лесные насаждения различного вида и возраста занимают обширную территорию, на восточной окраине которой и находятся рассматриваемые насаждения. Оба лесных насаждения расположены на возвышенном плато, на ровном месте.

Лесное насаждение I представляет собой широкую (60 м ширины) лесную полосу, простирающуюся в направлении с запада на восток на 500 м. К востоку, югу и северу от нее расположены пахотные поля, за которыми в расстоянии 200 м на севере и 400 м на юге расположены две другие полосы, а за ними — снова поля.

Это старое искусственное лесное насаждение, посадки 1902 г., из дуба, ясеня и береста. Однако в различное время деревья вырубались и в настоящее время лес почти весь порослевой, с очень редким под-

леском внутри полосы и довольно густыми опушками (в месте наблюдений опушки на протяжении 50 м были вырублены). Высота деревьев верхнего яруса 10—12 м, отдельные деревья достигают 15 м. Кроны деревьев не сомкнуты, имеются просветы, через которые на поверхность почвы проникают солнечные лучи. Почва покрыта сухой лесной подстилкой (сухими листьями и ветками) толщиной в 2 см; травяной покров отсутствует. Наблюдения производились в середине лесной полосы в двух пунктах. Один пункт находился точно в середине лесной полосы, второй — в 8 м от него, несколько ближе к южной опушке. Второй пункт с южной стороны был окружен довольно густым подлеском, тогда как в первом пункте подлесок был крайне редкий.

Лесное насаждение II представляет собой молодое искусственное насаждение, посадки 1931 г., из дуба, ясеня с подлеском из желтой акации. Все растения посажены рядами с расстояниями 1,5 м между ними и 75 см между деревьями в ряду. Высота верхнего яруса 6—7 м,

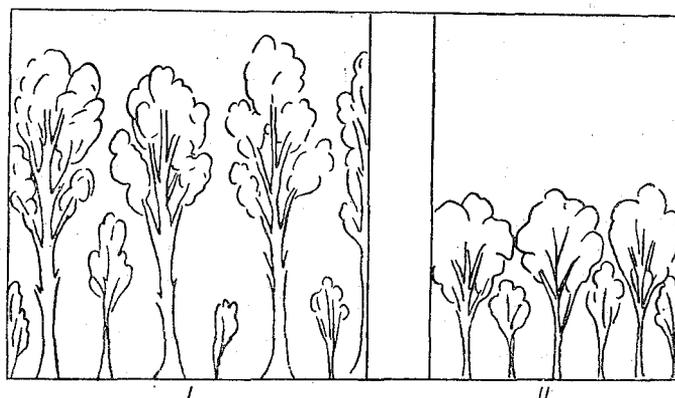


Рис. 1. Схема лесных насаждений.

1 — лесное насаждение I, 2 — лесное насаждение II

высота подлеска около 3 м. Кроны деревьев смыкаются, представляя сплошной, хотя и не очень плотный, но довольно низкий полог. Покров почвы мертвый (сухие листья и сучья), толщиной 4—5 см. Травяной покров отсутствует. Наблюдения производились в расстоянии 100 м от ближайшей опушки (от поля). На рис. 1 представлено схематичное изображение обоих лесных насаждений.

Таким образом, рассматриваемые лесные насаждения различаются по своей структуре, по возрасту и высоте деревьев, плотности и сомкнутости крон.

Поле, в котором производились наблюдения, с трех сторон ограничивалось лесными насаждениями: на юге было расположено первое лесное насаждение, на севере в расстоянии 200 м проходила однотипная лесная полоса, с запада примыкало лесное насаждение II. Наблюдения производились в расстоянии 50, 100 и 150 м от лесного насаждения I, на одной линии с пунктами наблюдений в последнем и в расстоянии 250 м от лесного насаждения II (в 350 м от пункта наблюдений). Поле было засеяно озимой пшеницей, довольно редкой и засоренной, высотой 50—60 см. В период наблюдений пшеница находилась в стадии цветения и молочной спелости.

Ввиду невозможности использовать в качестве контроля наблюдения в открытой степи, все данные сравнивались с центральным пунктом межполосного поля, который, будучи расположен на расстоянии, равном

10—15-кратной высоте окружающих лесных полос, находился до некоторой степени под их воздействием.

В тех случаях, когда это возможно было сделать, производились сопоставления со степью. Но использовать эти сопоставления для конкретных выводов трудно, в частности, вследствие удаленности степной станции, которая находилась в 19 км к северо-востоку от лесных насаждений и поля и была расположена на открытом возвышенном месте, покрытом степной растительностью. Высота растений 10—30 см.

Во всех пунктах наблюдения над температурой воздуха производились на высотах 20, 50 и 150 см посредством вентиляционного психрометра. В лесном насаждении I, в поле, а также и в степи в течение всего июня проводились наблюдения в сроки 1, 7, 13 и 19 час., а с середины июня в поле и в лесном насаждении велись наблюдения еще и в психрометрических будках (на высоте 200 см), в которых были установлены также термографы и гигрографы. Кроме того, в течение нескольких дней в обоих лесных насаждениях и в поле одновременно были произведены круглосуточные наблюдения с ежечасными отсчетами. При этом отмечались не только температура и влажность воздуха на всех трех указанных высотах, но и облачность, направление и скорость ветра, а также температура поверхности почвы.

Для оценки возможности использования метеорологического оборудования (будок) для наблюдений в лесной полосе было произведено сравнение показаний термометров в будке (на высоте 200 см) с показаниями вентиляционного психрометра (на высоте 150 см). Ниже приводим разности температур для лесного насаждения I и поля. Эти данные, ввиду сравнительно небольшого периода, за который они получены, не могут еще служить поправкой к показаниям термометров в будке, однако они дают возможность сравнить показания будок в различных условиях: в поле и в лесу.

Разности температуры воздуха по наблюдениям в будке и по вентиляционному психрометру различны для поля и лесного насаждения. В отдельные сроки (13 час.) эти различия в среднем составляют 0,5°. В лесном насаждении, вследствие большего застоя воздуха днем в будке, температура несколько завышена. В 19 час. и в 1 час в обеих будках в среднем температуры завышены по сравнению с показанием психрометра.

При рассмотрении суточного хода температуры, полученного по термографу, следует учитывать, что поправки на наблюдения в будке в различных условиях установки различны, причем расхождения, как это имело место в данном примере, достигают 0,5°. Учитывая это обстоятельство, а также отсутствие термографа в лесном насаждении II, все дальнейшие выводы даны на основании ежечасных наблюдений, произведенных по вентиляционному психрометру.

В предшествующий наблюдениям период погода была относительно сухой. В течение длительного времени не было сколько-нибудь заметных осадков. Прошедшая 11/VI гроза дала около 5 мм осадков (по наблю-

Таблица 1
Средние разности температуры воздуха
за период с 17 по 30/VI
(будка — вентиляционный психрометр)

	Часы			
	1	7	13	19
Лесное насаждение I	0,4°	-0,2°	0,4°	0,4°
Поле	0,8	-0,1	-0,1	0,7
Разность	-0,4	-0,1	0,5	-0,3

дениям в поле). Однако этого количества было все же мало для заметного увлажнения почвы. Влажность почвы на глубине 20 см не достигала 20%.

В этой статье преимущественно анализируются данные для наиболее характерных дней, различных по условиям погоды.

В соответствии с наблюдениями, которые производились с утра одного дня до утра последующего дня, дается и характеристика погоды суток.

17—18/VI характеризуется низкими температурами (непосредственно после холодной адвекции), днем температура в поле (на высоте 150 см) не превышала 24°, ночью она понизилась до 10°. Погода ясная, сухая, солнечная, со слабыми северными ветрами днем и штилем вечером и ночью. Относительная влажность воздуха низкая (днем 20—25%, ночью менее 70%).

19—20/VI характеризуется высокой дневной температурой, достигающей 30°, ночью же температура была довольно низкой, около 11°. Днем появляются облака верхнего яруса (Ci). Влажность воздуха такая же низкая, как и в предыдущем случае. Ветры слабые, юго-западного направления.

25—26/VI условия погоды заметно отличались от предыдущих дней. За три дня до наблюдений прошел сильный дождь, смочивший верхний слой почвы (22/VI выпало 19 мм осадков). Относительная влажность воздуха была высокая (днем 50—55%, ночью — 85%), температура, тоже довольно высокая, доходила днем до 28°, ночью не опускалась ниже 15°. Облачность днем была значительная, ночью и утром небольшая. Ветры более сильные, чем в предыдущие дни: днем 4—5 м/сек., ночью 2 м/сек. (на высоте 2 м в поле).

Время восхода солнца в период наблюдений 3 час. 55 мин., захода — 20 час. 07 мин.

Поскольку мы имеем дело с различными объектами, имеющими различную и к тому же сложную (кроны деревьев, почва, травостой) деятельную поверхность и различные условия турбулентного обмена, представляет интерес сопоставить изменение температуры по вертикали в лесных насаждениях, в поле и в степи. В качестве показателя этого изменения были использованы разности температур на высоте 20 и 150 см над поверхностью почвы.

На рис. 2 представлен суточный ход разностей температуры воздуха на высотах 20—150 см для рассматриваемых лесных насаждений и поля. На этом же графике приводятся данные и для степи, но для четырех сроков наблюдений (1, 7, 13 и 19 час.). Эти разности вычислены за безоблачные и малооблачные дни со слабыми ветрами днем и штилем ночью и низкой относительной влажностью воздуха.

Градиенты в поле и степи резко отличаются от градиентов в лесных насаждениях.

В поле, вскоре после восхода солнца, нижние слои воздуха начинают прогреваться. В 5 час. (через час после восхода солнца) еще сохраняется ночная инверсия, но градиент резко уменьшается; в 6 час. уже наблюдается изотермия. Начиная с 7 час. (через 3 часа после восхода солнца) и до 17 часов (за 3 часа до захода солнца), т. е. при положительном радиационном балансе, температура на высоте 20 см превышает температуру на высоте 150 см. Наибольшие разности (более 3°) приходится на полуденное время.

Как известно, такие большие градиенты характерны для поля с редким, но сравнительно высоким травостоем, что и имеет место в данном случае. Они значительно превосходят градиенты над оголенной почвой или с низкой растительностью. Высокий редкий травостой не мешает

проникновению солнечных лучей к почве, но существенно ослабляет обмен, что, повышая температуры на высоте 20 см, приводит к увеличению градиента [15].

Деятельной поверхностью в поле с редкой растительностью является не только растительность, но в значительной мере и поверхность почвы. Вследствие проникновения значительной части солнечной радиации к поверхности почвы, последняя днем в поле сильно прогревается и ее температура в эти дни на 15—20° превышала температуру воздуха на высоте 20 см.

Инверсия температуры устанавливалась с 19 час. (за час до захода солнца) и удерживалась до 5 час. утра (через час после восхода солнца). Большие разности температуры (около 4°) держались всю ночь (от 21 до 4 час.).

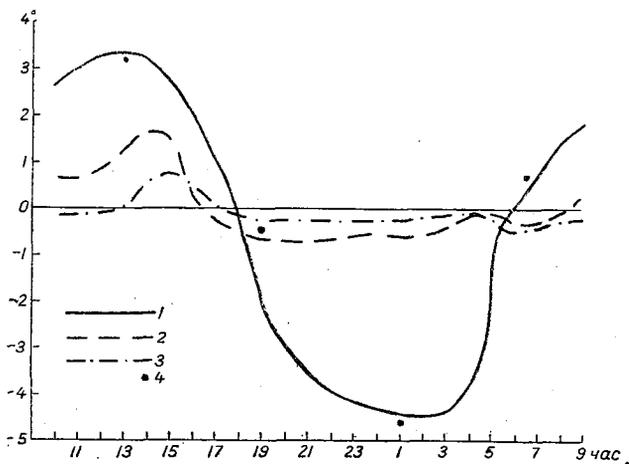


Рис. 2. Суточный ход разностей температуры воздуха на высоте 20—150 см.

1 — поле, 2 — лесное насаждение I, 3 — лесное насаждение II, 4 — степь.

Любопытно, что температура поверхности почвы в поле в ночные часы была несколько выше, чем температура воздуха на высоте 20 см. Это подтверждает предположение, что роль деятельной поверхности играла не только почва, но и травостой, температура которого при радиационном выхолаживании снижалась более интенсивно, чем температура поверхности почвы, аккумулирующей за день значительное количество тепла.

В степи разности температуры на высотах 20 и 150 см, особенно в 1 и 13 час., почти такие же, как и в поле.

В лесных насаждениях градиенты температуры резко уменьшаются по сравнению с полем как днем, так, в особенности, и ночью. Наиболее значительно уменьшаются градиенты в лесном насаждении II.

Кроны деревьев в лесных насаждениях, поглощая солнечную радиацию и являясь излучающей поверхностью, в значительной степени изолируют поверхность почвы, как деятельную поверхность. При этом степень сомкнутости и густота крон имеют решающее значение.

В лесном насаждении I с высокими несомкнутыми кронами деревьев разности температур на высоте 20 и 150 см с 17 до 8 час. отрицательны, но очень малы (около 0,5°). Таким образом, кроны деревьев, хотя и имеют большие просветы, но в сильной степени защищают поверхность

почвы от эффективного излучения и температура на высоте 20 см в лесу значительно выше, чем в поле на той же высоте.

Разности температуры на высотах 20—150 см положительны только с 9 до 16 час. и составляют 0,5—1,5°, т. е. они вдвое меньше, чем в поле. Тем не менее все же эта величина разностей свидетельствует о том, что в этом лесном насаждении поверхность почвы частично сохраняет функцию деятельной поверхности. Это подтверждается тем, что температура поверхности почвы в полдень до 5° выше температуры воздуха на высоте 20 см.

Кроме уменьшения величины градиента температуры, в лесу сокращается и период со сверхадиабатическими градиентами температуры, ввиду того, что утром и вечером, когда солнце еще низко, радиация почти не проникает внутрь лесного насаждения.

Подобные указанным градиенты температуры были получены М. Я. Колосовской [8] по наблюдениям в июне 1932 г. в лесных полосах Мариупольского лесничества, довольно близких по конструкции (высота деревьев 11—12 м, слабо развитые несомкнутые кроны, редкий под-

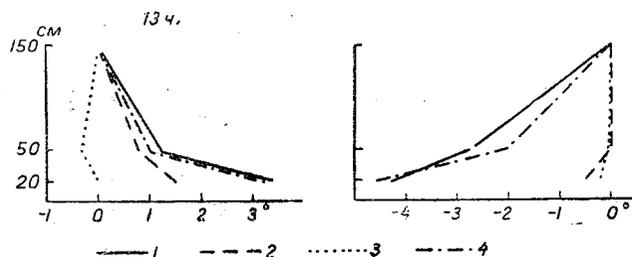


Рис. 3. Изменение температуры воздуха на различных высотах в отклонениях от температуры воздуха на высоте 150 см днем (13 час.) и ночью (1 час):

1 — поле, 2 — лесное насаждение I, 3 — лесное насаждение II, 4 — степь.

лесок) к рассматриваемому лесному насаждению, но где ширина лесной полосы была вдвое меньше (30—35 м). Таким образом, можно считать, что такое распределение температуры характерно для древесных насаждений значительной высоты, с редким подлеском и несомкнутыми кронами.

В молодом лесном насаждении II, с низкими и сомкнутыми кронами, распределение температуры по вертикали несколько иное, чем в лесном насаждении I. Сомкнутые кроны, хотя и небольшой мощности, еще в большей степени защищают поверхность почвы как от радиации, так и от излучения. В этом лесном насаждении на рассматриваемой высоте (до 1,5 м) имеет место почти полная изотермия, только после полудня (14—16 час.) температура на высоте 20 см незначительно (0,6—0,8°) превышает температуру на высоте 150 см. Все это свидетельствует о том, что в этих условиях роль поверхности почвы, как деятельной поверхности, сведена до минимума.

Некоторое повышение температуры на 20 см после полудня, возможно, связано с тем, что плотность крон в середине междурядий, ориентированных с юга на север, несколько меньше и в эти часы радиация в какой-то мере проникает внутрь насаждения.

В упомянутой статье М. Я. Колосовской рассматривается распределение температуры еще в одном типе лесного насаждения Мариупольского лесничества. Это молодая (трехгодичная), невысокая (1,5 м), но густая поросль с плотно сомкнутыми кронами.

В этом лесном насаждении даже днем температура на высоте 15 см была (до 2°) ниже, чем на высоте 150 см, т. е. в кроне. Ночью внизу температура тоже несколько ниже, чем в кроне поросли, что можно объяснить опусканием охладившегося у крон воздуха.

На рис. 3 представлено для 13 час. и 1 часа ночи изменение температуры на высотах в виде отклонений от температуры на высоте 150 см. Эти данные характерны для ясных со слабым ветром дней; при увеличении облачности и усилении ветра различия сглаживаются.

В табл. 2 приводятся разности температуры на высоте 20—150 см, вычисленные за все дни июня без исключения.

В среднем за месяц наименьшими разностями температуры на высотах 20—150 см характеризуется лесное насаждение I (данных по лесному насаждению II — нет).

В нем в 1 и 7 час. наблюдается изотермия, днем в 13 час. на 20 см температура на 1° выше. Следовательно, и средние месячные данные косвенно подтверждают, что почва в лесном насаждении I несколько прогревается радиацией, проникающей через просветы в кронах.

Разности температур на высоте 20—150 см в степи и в поле в 7 и 19 час. одинаковы, в 7 час. на 20 см температуры на обеих станциях на 0,8—0,9° выше, чем на 150 см, а в 19 час. на 0,6—0,7° ниже, чем на 150 см, хотя сами температуры в поле и в степи на указанных высотах различаются. Днем, вследствие более слабого обмена в поле, имеющем более высокий травостой, температура на 20 см выше, чем в степи, тогда как на 150 см температуры одинаковы, поэтому градиент в поле больше (2°), чем в степи (1,5°). Ночью (в 1 час) разности температуры на указанных высотах в поле (—1,3°) несколько меньше, чем в степи (—1,6°), вследствие несколько более высокой температуры на 20 см в поле, что, возможно, объясняется большей аккумуляцией тепла в дневные часы.

Различный характер нагревания и охлаждения в поле и в различных лесных насаждениях создает и различный температурный режим в них.

На рис. 4 приводится суточный ход разностей температур двух лесных насаждений на высоте 150 и 20 см для безоблачного и малооблачного дней со слабыми ветрами днем и штилем ночью. Разности на высоте 50 см не приводятся, так как они очень близки к разностям на высоте 20 см.

Во всем рассматриваемом слое воздуха от 20 до 150 см в молодом лесном насаждении II, уже начиная с 18 час. (т. е. за два часа до захода солнца) и до 6 час. (т. е. через два часа после восхода), температура ниже, чем в лесном насаждении I, причем с 21 до 1 часа разности превышают 3°, а в отдельных случаях достигают 4—4,5°. При этом на высоте 150 см разности несколько больше, чем на высоте 20 см.

Такая особенность в распределении температуры, повидимому, объясняется следующим: в молодом лесном насаждении II, имеющем высоту около 6—7 м, охладившийся у крон воздух опускался и заполнял слой под кронами толщиной менее 6 м. В старом лесном насаждении I этот обмен происходил в слое большей высоты (12—15 м) и,

Таблица 2
Средние разности температуры воздуха на высоте 20—150 см за июнь 1950 г.

	Часы			
	1	7	13	19
Лесное насаждение I	—0,1°	0,1°	1,0°	—0,3°
Поле	—1,3	0,9	2,0	—0,6
Степь	—1,6	0,8	1,5	—0,7

следовательно, температура в приземном слое меньше понижалась. Кроме того, особенности крон первого лесного насаждения (большая шероховатость их поверхности) способствуют более интенсивному обмену с вышележащими слоями воздуха.

В дневное время (с 7—8 до 14 час.) на высоте 150 см в лесном насаждении II температура выше на 1° и несколько более. На высоте 20 см превышение температуры меньше вследствие меньшего прогревания почвы в лесном насаждении II, сомкнутые кроны которого в большей степени защищают поверхность почвы от солнечной радиации. Температура поверхности почвы в лесном насаждении I в более освещенных участках на 3—4° выше, чем в лесном насаждении II; в более затененных участках различия температуры меньше.

Эти выводы подтверждаются данными наблюдений в Мариупольском лесничестве [8]. В молодой невысокой (1,5 м) плотной поросли температура воздуха на высоте 150 см, т. е. в данном случае на высоте дея-

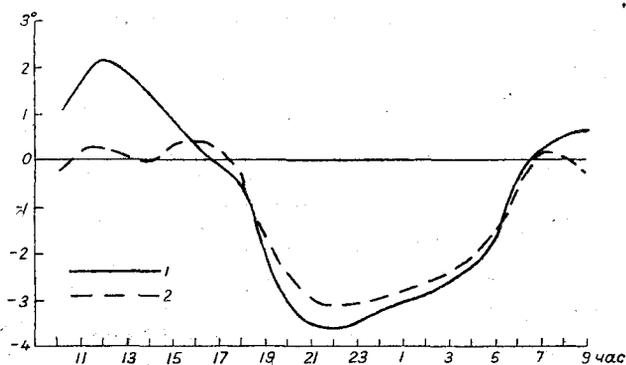


Рис. 4. Суточный ход разностей температуры воздуха лесного насаждения II и лесного насаждения I.
1 — на высоте 150 см, 2 — на высоте 200 см;

тельной поверхности (кроны), днем была до 2° выше температуры на той же высоте в высокой и не плотной лесной полосе. У поверхности почвы (на высоте 15 см) температура воздуха в поросли ниже, чем в высокой лесной полосе. Ночью же температура во всем слое воздуха в поросли на 0,5—1,5° ниже, чем в середине полос.

Произведенное сравнение температур в двух пунктах наблюдений в середине лесного насаждения I показало сравнительно небольшое различие температуры воздуха в них.

В большинстве случаев разности колеблются в пределах до 0,5°. Такого порядка расхождения могут быть получены и в случае двух отсчетов в одном и том же пункте наблюдений. Только утром (7—10 час.) во второй установке температура постоянно была несколько (на 0,4°) выше, что в данном случае объясняется не общей защищенностью места наблюдений второго пункта (более густой подлесок), а случайным проникновением солнечных лучей в просветы между кронами в эти часы, тогда как в первом пункте в эти часы кроны представляли несколько большую защиту. Необходимо отметить, что в данном случае сравнивались два пункта, находящиеся в середине лесной полосы в значительном удалении от ее опушек; если же сравнивать эти участки с опушкой, то различия получились бы значительно больше.

Представляет интерес сравнение температуры лесных насаждений и поля.

На рис. 5 и 6 представлен суточный ход разностей температур воздуха в лесных насаждениях и в поле для высоты 150 и 20 см за день 17—18/VI, давший наибольшие различия.

В лесном насаждении I в первые часы после восхода солнца (5—7 час.) на всех высотах температура ниже, чем в поле. В поле в эти часы происходит усиленное прогревание и температура быстро новы-

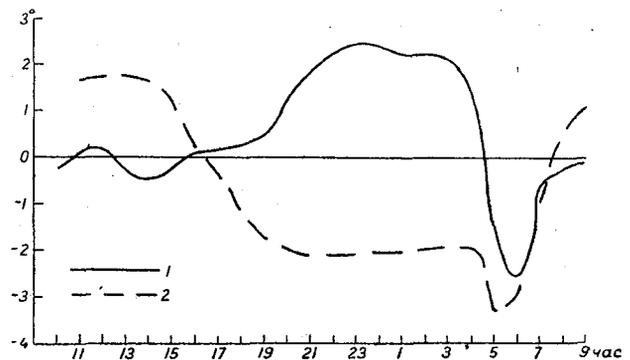


Рис. 5. Суточный ход разностей температуры воздуха на высоте 150 см.

1 — лесное насаждение I — поле, 2 — лесное насаждение II — поле.

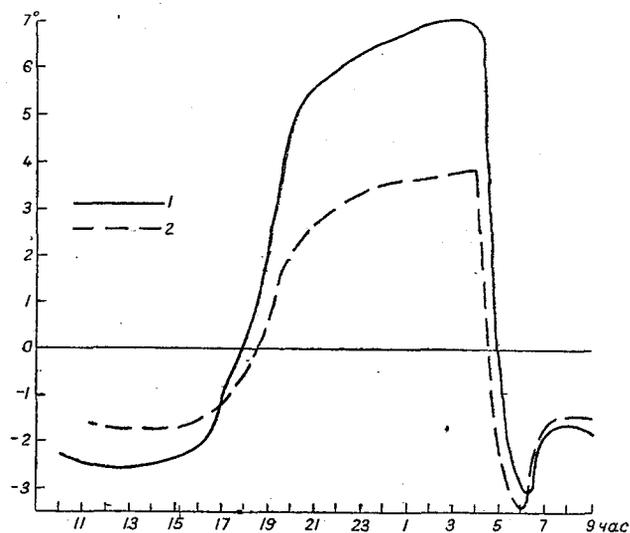


Рис. 6. Суточный ход разностей температуры воздуха на высоте 20 см.

1 — лесное насаждение I — поле, 2 — лесное насаждение II — поле.

шается. В лесном насаждении при низком солнце лучи его не проникают в нижнюю часть насаждения, и прогревание воздуха запаздывает по сравнению с полем. Разности на высоте 20 см больше, чем на высоте 150 см. В ясную тихую погоду разности достигают 2,5—3°, но при усилении ветра эти различия сглаживаются.

Днем температура на высоте 50 и 150 см в лесонасаждении и в поле мало различается. На высоте 20 см в первом лесном насаждении днем температура всегда ниже, что обусловливается тем, что солнечная

радиация в лесу задерживается кронами деревьев и подлеска, почва, а следовательно, и прилегающие слои воздуха слабо прогреваются. В поле сквозь редкую и невысокую пшеницу солнечная радиация проникает к почве и сильно прогревает ее, а ослабленный обмен среди травостоя дополнительно способствует повышению температуры. Разности температуры поверхности почвы в лесном насаждении и в поле в отдельных случаях достигают 20°.

Наиболее значительно температура воздуха различается ночью. В период от захода и до восхода солнца (с 20 до 4 час.) в лесном насаждении во всем рассматриваемом слое воздуха температура выше, чем в поле. На высоте 150 см в ясные, тихие ночи разности достигают 2—2,5°, а на высоте 50 и 20 см разности возрастают до 7°. При усилении ветра и увеличении облачности расхождения сглаживаются.

Разности температур поверхности почвы в поле и в лесном насаждении ночью составляют около 4°; они того же знака, но несколько меньше разностей температуры воздуха на высоте 20 см и в несколько раз меньше различия температур поверхности почвы днем.

Отмеченные выше особенности соотношения температур лесного насаждения и поля проявляются и в средних месячных величинах, что видно из табл. 3.

Таблица 3

Разности средних месячных температур воздуха (за июнь 1950 г.)

Лесное насаждение I — поле

Высота, см	1 час	13 час.
150	0,5	0,2
50	1,2	0,0
20	1,7	-0,8

Таким образом, в лесном насаждении ночью температура воздуха выше окружающих полей, это, несомненно, может оказать влияние на температуру воздуха примыкающей к нему части поля. Однако оно проявляется не при всяких условиях погоды. Примером могут служить следующие два случая.

В ночь с 17 на 18/VI при полном штиле, когда на всем поле вне зависимости от близости к лесным полосам обмен был крайне ослаблен, прогретая лесная полоса несколько отепляла прилегающий участок поля. Это иллюстрирует рис. 7, где изолиниями показано распределение средней температуры за 20—24 часа и за 1—4 часа в слое воздуха 1,5 м. Распределение температуры дано схематично, по наблюдениям на высоте 20, 50 и 150 см и на поверхности почвы в лесной полосе (2 точки) и в поле, на расстоянии 50 и 100 м от лесной полосы (последняя точка расположена в центре поля). В поле, вследствие радиационного охлаждения и застоя воздуха, нижние слои воздуха сильно охлаждаются, но ближе к лесной полосе, в пункте на расстоянии 50 м, температура несколько повышена как в первую, так и во вторую половину ночи, что может быть объяснено теплообменом с лесной полосой, где температура воздуха значительно выше, чем в поле.

Совсем другую картину мы наблюдаем ночью 19—20/VI (рис. 8).

В эту ночь при слабом ветре со стороны полосы (в центре поля ЮЗ 1—2 м/сек.) лесная полоса, оказывая ветрозащитное действие, ослабляла ветер и тем самым и вертикальный обмен, наиболее значительно непосредственно за лесной полосой, где получался застой воздуха. Повидимому, ослабление вертикального обмена перекрывало теплообмен между лесным насаждением и полем, в результате чего на расстоянии

50 м от полосы температура оказалась более низкой, чем в центре поля, тогда как в предыдущем случае имело место обратное явление, т. е. вблизи лесного насаждения было теплее, чем в середине поля.

Следует отметить, что вопрос об отопляющем влиянии лесных полос на прилегающее поле в литературе освещен крайне слабо, хотя и есть указания на подобного рода явления. Так, Г. Н. Высоцкий по наблюдениям в Мариупольском лесничестве выявил, что ночное охлаждение

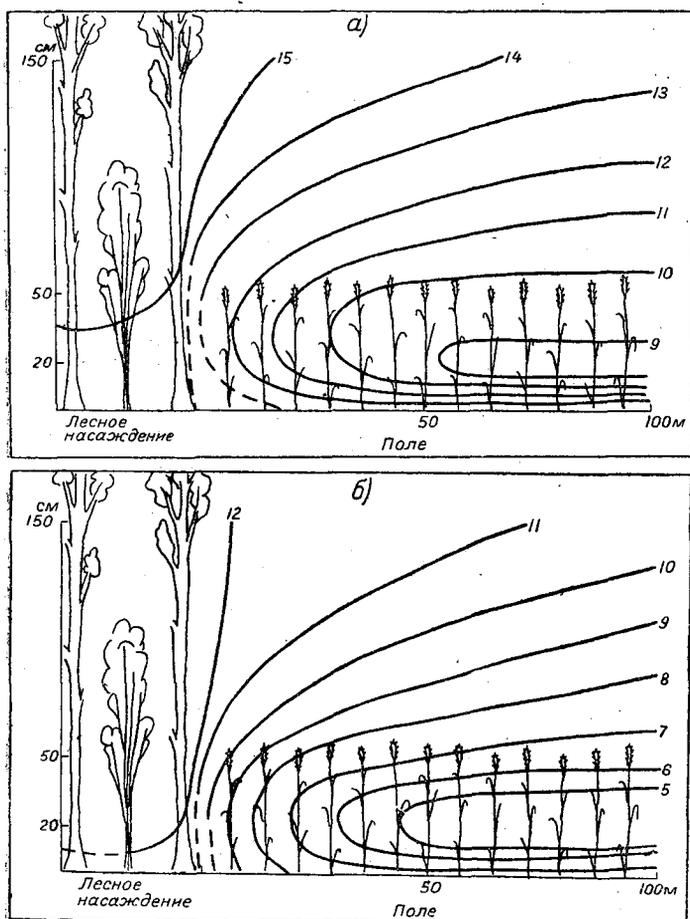


Рис. 7. Распределение средней температуры воздуха.
а — 20—24 часа 17 VI, б — 1—4 часа 18 VI.

слабее на небольших прогалинах, окруженных высоким, густым, без опушки и подлеска древостоем, чем на открытых местах, вследствие беспрепятственного притока на поляну теплого воздуха из леса. Поляны же, окруженные опушками, как известно, обычно являются местом скопления охлажденного воздуха [9].

В статье Г. И. Матякина [13], в которой приводятся результаты наблюдений в Богдинских лесных полосах, расположенных в 8—9 км к юго-востоку от горы Б. Богдо и оз. Баскунчак, отмечается следующее: «Для изучения ночного режима так же интересна тихая и ясная погода, во время которой особенно часто наблюдаются заморозки. В этом случае мы не встречаем на метеорологических пунктах межполосного про-

странства сколько-нибудь резкого различия в отношении скоростей движения приземного воздуха в отличие от погоды, сопровождавшейся ветром определенного направления. Наблюдения в такие ночи показали, что минимум температуры воздуха продвинулся в центральную зону межполосного пространства, в то время как приопушечная зона в той или иной степени обогревается поступающим из полосы более теплым воздухом».

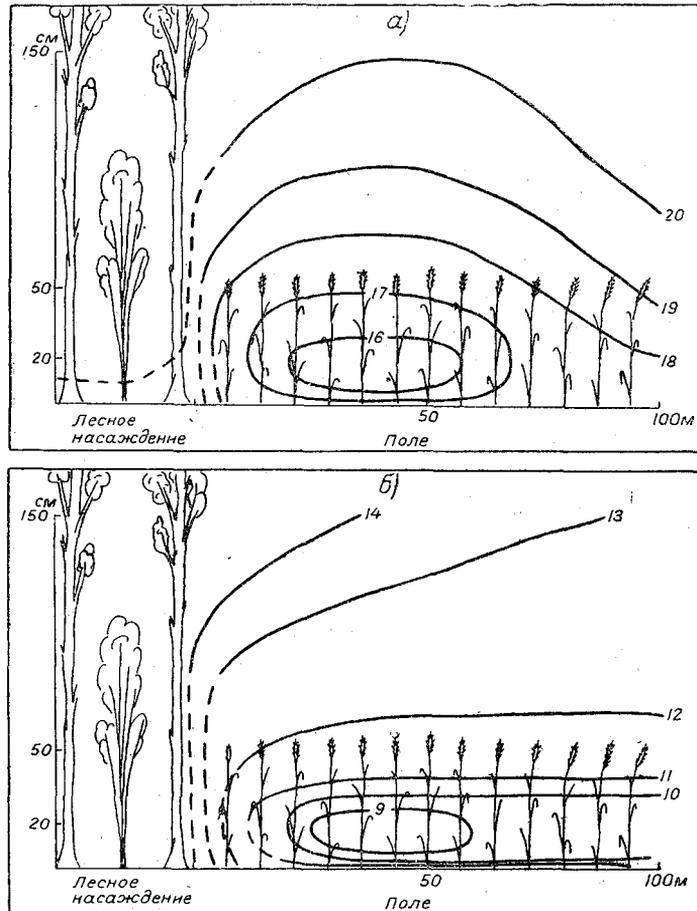


Рис. 8. Распределение средней температуры воздуха.
а — 20—24 часа 19 VI, б — 1—4 часа 20 VI.

Переходим к сравнению температуры воздуха молодого лесного насаждения II и поля. На тех же рис. 5 и 6, на которых представлены разности температуры воздуха лесного насаждения I, также даны разности температуры воздуха лесного насаждения II и поля. Как видно из рис. 5, на высоте 150 см соотношение температуры двух лесных насаждений и поля различно, за исключением часов непосредственно после восхода солнца (5—7 час.), когда в обоих лесных насаждениях температура до 3° ниже, чем в поле. В поле в это время начинается сильный подъем температуры, в лесу же кроны деревьев при низком солнце препятствуют проникновению радиации. Прогревание воздуха в лесу запаздывает по сравнению с полем и степью.

В лесном насаждении II, в отличие от I, в течение всей ночи температура на высоте 150 см ниже, чем в поле. В нижнем слое воздуха соотношение температуры иное (рис. 6). Ночью при ясном небе и штиле, вследствие сильного излучения с поверхности земли и травостоя и застоя холодного воздуха, температура в нижнем слое воздуха в поле сильно понижается. В лесном насаждении II от восхода и до захода солнца температура воздуха на высоте 20 и 50 см оказывается на 2—4° выше, чем в поле. Температура поверхности почвы также на 2—2,5° выше в лесном насаждении.

Днем (с 8 до 16 час.) температура воздуха на высоте 150 и 50 см в лесном насаждении II выше, чем в поле. Разности в ясные тихие дни на высоте 150 см достигают 2°. Только у поверхности почвы, которая в лесном насаждении слабо прогревается, на высоте 20 см температура оказывается более низкой, чем в поле на той же высоте. Разности температуры поверхности почвы в лесу и в поле достигают 20°.

Этот вывод о повышении температуры воздуха внутри лесного насаждения, казалось бы, противоречит общепринятому представлению, что в лесу днем всегда прохладнее, чем в поле. Но подобного рода соотношение температуры леса и поля, которое в эти дни отмечено в данном лесном насаждении, наблюдалось и в других условиях. В Росташевском участке, расположенном на территории совхоза им. Нансена, как отмечает Г. И. Матякин [12], внутри лесных полос непродуваемой конструкции иногда воздух бывает не только не холоднее, но даже теплее, чем в поле. Автор считает, что это наблюдается в тех случаях, «когда непродуваемость полосы обусловлена густотой опушек, а по середине полосы древесный полог редок или вовсе разомкнут, когда прямые лучи солнца проникают в полосу и нагревают почву и воздух, при том застое последнего, который обусловлен защитой опушек».

Суточная амплитуда температуры воздуха на высоте 150 см в молодом лесном насаждении II до 4° больше, чем в поле, и до 5° больше, чем в старом лесном насаждении I. Увеличение амплитуды происходит за счет более высоких дневных и особенно за счет более низких ночных температур. На высоте 50 и 20 см амплитуды температуры воздуха в лесных насаждениях меньше, чем в поле, однако в лесном насаждении II они все же больше, чем в лесном насаждении I.

Как следует из всего рассмотренного, среди растений в молодых, низкорослых и густых насаждениях колебания температуры от дня к ночи больше, чем в старых лесных насаждениях, и даже несколько больше, чем в поле.

Представляет интерес распределение влажности воздуха среди лесных насаждений, тем более, что в литературе этот вопрос освещен недостаточно.

Для характеристики изменения влажности по вертикали, так же как и в отношении температуры, были использованы разности абсолютной и относительной влажности воздуха на высотах 20 и 150 см. Эти разности

Таблица 4

Суточные амплитуды температуры воздуха
(по ежечасным наблюдениям в июне)

Число	Лесные насаждения		Поле
	II	I	
На высоте 150 см			
17—18	18°	13°	14°
19—20	20	17	19
25—26	16	14	13
На высоте 50 см			
17—18	17°	14°	20°
19—20	19	17	21
25—26	16	14	14
На высоте 20 см			
17—18	17°	14°	23°
19—20	19	18	25
25—26	15	14	16

были вычислены за те же дни, что и для температуры, когда производились ежечасные наблюдения и по влажности.

В поле в течение всего дня абсолютная влажность воздуха на высоте 20 см, т. е. среди растений, была на 1—1,5 мб больше, чем на высоте 150 см. Следует учесть, что в первые дни наблюдений почва была относительно сухой (влажность почвы на глубине 20 см не достигала 20%) и влажность воздуха была довольно низкой (не превышала 10 мб на высоте 150 см).

Ночью, когда испарение с поверхности почвы и транспирация растений ослабевают, абсолютная влажность воздуха на высоте 20 и 150 см мало различается, причем на высоте 20 см она даже несколько ниже, чем на высоте 150 см.

Распределение по вертикали относительной влажности, в значительной мере определяемое температурным режимом, иное.

Днем (9—14 час.) относительная влажность воздуха на высотах 20 и 150 см мало различается. Несмотря на большее влагосодержание воздуха на высоте 20 см, относительная влажность на этой высоте не только не повышена, но даже несколько понижена (на 1—4%) по сравнению с влажностью на высоте 150 см, вследствие сильного повышения температуры на высоте 20 см.

С вечера до утра (19—5 час.) в соответствии с инверсией температуры относительная влажность воздуха на высоте 20 см повышена по сравнению с влажностью на высоте 150 см. В середине ночи разности относительной влажности на высотах 20—150 см при ясном небе и штиле достигали 30—40% (17—18/VI), при слабом ветре (1—2 м/сек. на высоте 2 м) разности уменьшались (10—20% — 19—20/VI). К восходу солнца, когда относительная влажность близка к максимальной, на высоте 150 см она не достигала 70%, тогда как на высоте 20 см составляла 95% (17—18/VI).

В лесных насаждениях, в которых испарение происходит в кронах, где, следовательно, и влажность воздуха является наиболее высокой (при условии сухой почвы), разности абсолютной влажности на высотах 20—150 см малы. В лесном насаждении I, имеющем высокие несомкнутые кроны, разности в среднем составляли 0,6 мб, в лесном насаждении II с низкими сомкнутыми кронами разности еще меньше (0,5—0,2 мб).

Относительная влажность воздуха на высоте 20 см в лесном насаждении I большую часть суток несколько выше, чем на высоте 150 см. Наибольшие разности наблюдались в середине ночи: 17—18/VI они составляли более 10%, в другие дни были меньше. Только среди дня (12—14 час.), когда температура на 20 см несколько повышена, относительная влажность на этой высоте была не выше и даже несколько ниже (до 2%), чем на высоте 150 см.

В лесном насаждении II различия относительной влажности еще меньше, как и следовало ожидать, учитывая малые градиенты температуры и абсолютной влажности. В ночь 17—18/VI они составляли 5—8%, в другие же ночи еще меньше.

Абсолютная и относительная влажность воздуха в обоих рассматриваемых лесных насаждениях днем различалась мало, а ночью больше. С вечера до утра (с 17 до 6 час.) в лесном насаждении II как абсолютная, так и относительная влажность воздуха выше, чем в лесном насаждении I. Разности абсолютной влажности примерно составляли 0,5—1,0 мб; они несколько больше на высоте 150 см, чем на 20 см. Разности относительной влажности, вследствие пониженной температуры лесного насаждения II, значительны. При ясном небе и штиле они достигали 20% на высоте 20 см и 25% — на высоте 150 см. При слабом ветре

разности уменьшались соответственно до 10—15%. В ночь 25—26/VI, когда температура воздуха в лесных насаждениях мало различалась, различия относительной влажности также были малы (меньше 10%).

Представляет интерес сопоставление влажности воздуха лесных насаждений и поля.

Различия абсолютной влажности в лесном насаждении I и в поле невелики: на высоте 150 см абсолютная влажность почти одинакова, только ночью она в поле несколько выше (менее чем на 1 мб). На высоте 20 см в течение всего дня в поле среди пшеницы абсолютная влажность на 0,5—1,0 мб была выше, чем в лесном насаждении I. Следовательно, в лесном насаждении при сухой почве испарение с нее невелико, а кроны, с которых главным образом поступает влага в воздух, в этом насаждении находятся высоко над точками наблюдений. Естественно ожидать, что в кронах абсолютная влажность воздуха будет выше, чем в поле на той же высоте.

Уменьшение абсолютной влажности по сравнению с полем также отмечалось и в Тимашевских лесных полосах (Куйбышевская область). Тимашевские лесные полосы, в которых проводились наблюдения в 1932 и 1933 гг., имели ширину 12 м, длину 1200 м и высоту верхнего яруса 12—14 м. Они представляли старое лесное насаждение с расстроенным вследствие порубок древесным пологом. По наблюдениям Б. В. Карузина и Г. П. Шестоперова в сроки 7, 13 и 21 час было установлено, что внутри лесных полос под пологом деревьев абсолютная влажность была понижена, по сравнению с полем, занятым сахарной свеклой, причем это понижение было более значительно на высоте 10 см, чем на высоте 150 см.

В соответствии с сильной инверсией температуры в поле ночью, от захода и до восхода солнца при ясной и тихой погоде относительная влажность воздуха повышена по сравнению с лесным насаждением I. При штиле и ясном небе разности на высоте 150 см достигали 10%, на 20 см — 35%. При слабом ветре (1—2 м/сек.) разности понизились до 20% на высоте 20 см и почти до 0 на высоте 150 см.

Утром (6—7 час.) относительная влажность в лесном насаждении по сравнению с полем несколько повышена, в связи с отставанием прогрева воздуха. Днем относительная влажность воздуха в эти дни почти не различалась.

В лесном насаждении II с более низкими кронами абсолютная влажность при ясной и тихой погоде на высоте 150 см была несколько выше (в пределах до 0,5 мб), чем в поле; на высоте 20 см днем она была ниже и только ночью несколько выше. Однако вскоре после прошедшего сильного дождя, когда в поле выпало 19 мм осадков, абсолютная влажность в лесном насаждении (25—26/VI) была несколько ниже, чем в поле, так как осадки, задержанные кронами деревьев, меньше смочили почву лесного насаждения и, следовательно, увлажнение воздуха в нижнем слое было меньше.

Относительная влажность на высоте 20 см ночью, как и в лесном насаждении I, была ниже, чем в поле, но разности меньше (до 25% в ночь 17—18/VI и до 10% 19—20/VI). Но на высоте 150 см, т. е. вблизи кроны лесного насаждения II, соотношение было иное, чем в первом лесном насаждении. С вечера и до утра (17—8 час.), когда в лесном насаждении II температура была понижена по сравнению с полем, относительная влажность воздуха в нем была выше, чем в поле (до 10—15%). Днем влажность была почти одинакова, а в отдельные дни она была даже несколько ниже (1—2%) в лесном насаждении.

Произведенные, хотя и кратковременные, наблюдения выявили раз-

личие режима температуры и влажности воздуха в лесных насаждениях различного типа. Для изучения микроклиматических особенностей необходимо поставить наблюдения как в лесных насаждениях различного типа, так и в различных участках их.

Еще в 1901 г. Н. П. Адамов, обработавший метеорологические данные первых опытных лесничеств и давший ряд ценных выводов, указывал, что лес «понятие сборное» и что «по наблюдениям одного пункта в том или другом лесу нельзя составить представление о характере метеорологических элементов, их распределении и их взаимных отношениях в целом лесу» [2].

Все изложенное выше указывает на необходимость при дальнейшем изучении типизировать лесные насаждения по их влиянию на климат на основе учета сомкнутости крон и связанной с этим освещенности внутри насаждения, высоты не только верхнего яруса, но и нижней границы крон, густоты, возраста, характера подстилки и проч. При этом нужно изучать климатические условия не только в середине лесных насаждений, но и на опушках, и проводить наблюдения на различных высотах над поверхностью почвы, захватывая и кроны.

Возвращаясь к вопросу о воздействии лесных полос на прилегающие поля в ночной период, следует отметить, что двоякая, то отепляющая, то охлаждающая роль лесной полосы при радиационном выхолаживании заслуживает особого внимания и именно на это обстоятельство следует обратить основное внимание при окончательном решении вопроса о влиянии лесных полос на морозоопасность, при этом необходимо поставить наблюдения не только в центре лесной полосы и поля, но и на различных расстояниях от них; особенно важно иметь наблюдения на опушке и вблизи от нее, вследствие резкого изменения температуры в этом месте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агролесомелиорация, Сельхозгиз, М. 1948.
2. Адамов Н. П. Метеорологические наблюдения в опытных лесничествах. Труды оп. лесничеств. Научный отдел, т. I СПб, 1901.
3. Адамов Н. П. Температура и влажность воздуха в лесу. Труды оп. лесничеств, вып. I, 1902.
4. Бодров В. А. Полезащитное лесоразведение. Сельхозгиз, М., 1937.
5. Вопросы гидрометеорологической эффективности полезащитного лесоразведения. Гидрометеоиздат, Л., 1950. (ГУГМС при Совете Министров СССР).
6. Горшенин Н. М. Полезащитные лесные полосы и борьба с засухой. Природа, № 2, 1949.
7. Карузин Г. В., Шестоперов Г. П. Опыт изучения узких лесных полос в Тимашевском участке Куйбышевского края. Полезащитные полосы, вып. VI. Всесоюз. НИИ агролесомелиорации, М., 1936.
8. Колосовская М. Я. Некоторые микроклиматические особенности полезащитных лесных полос Мариупольского лесничества. Харьк. держав. ун-т. Ученые записки, № 18. Харьков, 1940.
9. Короткевич В. Н. Обзор работ по изучению микроклимата. Труды ГГО, вып. 6, Гидрометеоиздат, Л., 1936.
10. Крупениковы И. и Л. Докучаев. Изд-во „Молодая гвардия“, 1949.
11. Львович М. И. Гидрометеорологическое действие лесных полос и принципы их размещения на полях колхозов и совхозов. Труды ГГИ, вып. 23 (77), Гидрометеоиздат, Л., 1950.
12. Матякин Г. И. О влиянии лесных полезащитных полос на микроклимат. Полезащитные полосы, вып. VI. Всесоюз. НИИ агролесомелиорации, М., 1936.
13. Матякин Г. И. Полезащитные полосы в зоне полупустыни и их влияние на микроклимат межполосных пространств. Полезащитные лесные полосы. Всесоюз. НИИ агролесомелиорации, М., 1937.
14. Оболенский В. Н. Влияние древесной растительности на температуру почвы, на температуру и влажность воздуха. Журнал геофиз. и метеор., т. III, вып. 3—4. М.—Л., 1926.
15. Саложникова С. А. Микроклимат и местный климат. Гидрометеоиздат, Л., 1950.

К ВОПРОСУ О ТЕМПЕРАТУРЕ ПОЧВЫ В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

В связи со Сталинским планом преобразования природы, включающим полезашитное лесоразведение и другие агролесомелиоративные мероприятия, особенно важное значение приобретает изучение климата почвы не только на полях севооборота, но и в самих лесных насаждениях. Одним из основных элементов климата почвы является температура ее, характеризующая условия произрастания растений и жизнедеятельность корневой системы.

Изучению температурного режима почвы в лесных насаждениях разного типа и возраста до последнего времени уделялось сравнительно небольшое внимание.

Как известно, температура почвы в лесу в первую очередь определяется типом самого лесонасаждения. В густом лесу с сомкнутыми кронами и в редком лесу, при прочих равных условиях, вследствие различного радиационного режима и турбулентного обмена температурный режим почвы существенно различается.

Для изучения влияния лесных насаждений на температурный режим почвы и в связи с этим для выяснения некоторых методических вопросов в июне 1950 г. были произведены рекогносцировочные наблюдения на лесной гидрометстанции Деркул, расположенной на территории Института леса Академии наук СССР (Ворошиловградская область, Беловодский район).

На этой территории лесные полосы начали закладываться еще в прошлом веке. Здесь по идее В. В. Докучаева был организован так называемый Старобельский опытный участок, названный затем Деркульским лесничеством. В настоящее время лесные насаждения разного типа и возраста занимают здесь значительную площадь, на восточной окраине которой и производились наблюдения в двух типах лесных насаждений и в поле. Все три объекта наблюдений расположены на возвышенном плато на ровном месте.

Наблюдения над температурой почвы на глубинах 5, 10, 15, 20 см производились при помощи термометров Савинова, а на поверхности почвы — срочными, максимальными и минимальными термометрами. В течение нескольких дней наблюдения проводились круглосуточно, причем отсчеты делались каждый час.

Первое лесное насаждение представляет искусственный лес в виде полосы, простирающейся с запада на восток (длина 500 м, ширина 60 м). Это — старое насаждение посадки 1902 г. из дуба, ясеня и береста с подлеском из желтой акации. Однако в настоящее время старых деревьев сохранилось мало, чаще — поросль от пней очень давней порубки. Между деревьями — просветы и прогалины, но имеются и затененные участки. Деревья со слабо развитой кроной, много сухих ветвей. Высота

деревьев 10—12 м, отдельные деревья достигают 15 м. Подлесок в середине насаждения очень редкий, на опушках густой. Опушки в середине полосы, где производились наблюдения, вырублены на протяжении 50 м. Почвенный покров мертвый. Вся почва покрыта сплошным, довольно толстым слоем (2—3 см) сухой лесной подстилки и обломками сухих веток, исключение представляет середина насаждения, где подстилка несколько разрушена. Травяной покров отсутствует, лишь на опушке встречаются единичные экземпляры травяной растительности. Почва — суглинистый чернозем. На 15/VI влажность верхних горизонтов почвы составляла 19%.

Второе лесное насаждение также представляет искусственный, но молодой лес, посадки 1931 г. Лес посажен строго рядами. В одном ряду чередуется дуб с желтой акацией, во втором — ясень с желтой акацией. Расстояние между рядами 1,5 м, между деревьями — 0,75 м. Лес в хорошем состоянии, густой, затененный. Деревья цельные, с хорошо развитыми кронами, которые, смыкаясь, представляют сплошной полог, причём степень сомкнутости крон верхнего яруса несколько больше, чем подлеска. Высота дуба и ясеня 6—7 м, желтой акации 2—3 м. Вся почва покрыта сплошным, довольно толстым слоем (4—5 см) мертвой подстилки из сухих листьев и обломками сухих веток. Травяной покров отсутствует. Изредка небольшими пятнами встречаются единичные экземпляры травяной растительности. Почва — суглинистый чернозем. На 16/VI влажность почвы верхних горизонтов составляла 18%.

Оба насаждения почти примыкают друг к другу. Пункты наблюдений находились на расстоянии около 350 м.

Как видно из описания, насаждения различаются главным образом характером сомкнутости крон, структурой, возрастом и высотой.

Поле, где производились наблюдения, было засеяно озимой пшеницей. Оно с трех сторон окружено лесными насаждениями. С юга к нему примыкает первое насаждение (в виде лесополосы), с запада — второе, с севера — лесное насаждение также в виде лесополосы, с востока поле открыто. Ширина поля 200 м. Почва — суглинистый чернозем. На 15/VI влажность почвы верхних горизонтов составляла 17%.

В первом насаждении были два пункта наблюдений, расположенные в середине полосы. Один из них находился в достаточно затененном месте, второй — в более освещенном, где солнечная радиация проникала на поверхность почвы, которая здесь частично являлась деятельной поверхностью. Таким образом, в данном насаждении радиационный режим на различных участках был различным, а в связи с этим, как мы увидим ниже, различался и температурный режим почвы.

Особенно заметные различия в температуре почвы наблюдались в ясные и малооблачные дни. В пасмурные дни различия сглаживались. Как показывает табл. 1, в ясные и малооблачные дни на более освещенном участке (пункт 1) дневные температуры, вследствие большего проникновения солнечной радиации, выше, чем на затененном (пункт 2) на поверхности почвы в среднем на 3,5°, на глубине 5 см на 1,5°, на глубине 20 см на 1,0°. В отдельных случаях температуры на поверхности были выше почти на 8°, а на глубине 5 см — более чем на 2°. Ночью, наоборот, на менее затененном участке поверхность почвы, являющаяся частично деятельной поверхностью, охлаждается благодаря непосредственному излучению несколько больше, чем на более затененном, где деятельной поверхностью служит, главным образом, поверхность крон. Однако уже на глубине 5—20 см и ночью почва все же теплее на менее затененном участке, благодаря тому, что дневной нагрев был достаточно велик.

Из изложенного видно, что в лесном насаждении с неполной сомкнутостью крон температурный режим на различных участках в зависимости от степени затенения различный. Ввиду этого в насаждениях с различным характером растительности для изучения температурного режима почвы целесообразно проводить наблюдения на участках различной затененности, характерных для данного насаждения.

На всестороннее изучение климата леса указывал еще около 50 лет тому назад Н. П. Адамов, который писал по этому вопросу следующее: «Не раз в своих работах настаивал я на том, что изучение климатических особенностей леса должно представлять из себя собственно серию наблюдений на самых разнообразных пунктах как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении».

Во втором насаждении было три пункта наблюдений, расположенных, примерно, в 100 м от ближайшей опушки. Два из них находились в ряду деревьев: первый — в ряду дуб и желтая акация, второй — ясень и желтая акация, а третий — между рядами. В этом насаждении, вследствие большой затененности, солнечная радиация почти не проникала на поверхность почвы, и деятельной поверхностью в основном являлась поверхность крон.

Как показывает табл. 2, во втором насаждении в связи с достаточно однородным радиационным режимом, обусловленным более или менее однородным характером растительности, а также благодаря достаточно однородному характеру почвы, подстилки, рельефу, и температурный режим практически почти не различался. Различия в температурах почвы в рядах деревьев составляли на поверхности 0,0—0,4° и на глубине 5—15 см 0,0—0,2° (левая часть табл. 2) и лишь между рядами температура почвы на поверхности и на глубине 5 см, преимущественно в дневные часы, была несколько выше, чем в рядах деревьев, благодаря некоторому проникновению солнечной радиации (правая часть табл. 2).

Таблица 1

Средние разности температуры почвы в ясные и малооблачные дни

(17—18, 19—20/VI)

Лесное насаждение I

(п. 1 — п. 2)

Глубина, см	Утро	День	Вечер	Ночь
Поверхность	-0,3	3,5	-0,2	-0,4
5	0,3	1,5	1,1	0,6
20	1,2	0,9	1,3	1,2

Примечание. В этой и следующих таблицах утро — 5—10 ч., день — 11—16 ч., вечер — 17—22 ч., ночь — 23—4 ч.

Таблица 2

Средние разности температуры почвы в ясные и малооблачные дни

(17—18, 19—20/VI)

Лесное насаждение II

(п. 1—п. 2)

(п. 3—п. 2)

Глубина, см	Утро	День	Вечер	Ночь	Глубина, см	Утро	День	Вечер	Ночь
Поверхность	0,0	0,3	0,4	0,0	Поверхность	0,7	0,7	0,3	0,2
5	0,0	0,1	0,0	0,1	5	0,0	0,6	0,4	0,4
15	0,1	0,0	0,2	0,2	15	0,0	-0,2	0,0	0,0

Отсюда можно заключить, что в лесных насаждениях подобного типа при изучении температурного режима почвы можно ограничиться проведением наблюдений на каком-либо одном участке. Исключение составляют опушечные и приопушечные зоны, которые надо также изучать, поскольку температурный режим почвы там может быть существенно отличен. К сожалению, в силу различных обстоятельств приопушечные и опушечные зоны не были охвачены наблюдениями.

Сравним данные по температуре почвы в обоих насаждениях.

В табл. 3 даны средние разности температуры почвы между первым и вторым насаждением в ясные и малооблачные дни. В левой части таблицы приведены средние разности температуры почвы между участком, более освещенным в первом насаждении, и вторым насаждением, а в правой части таблицы — между участком, более затененным, и вторым насаждением. Во втором насаждении, поскольку данные на всех трех пунктах были практически одинаковы, для сопоставления использовались данные пункта 2, так как в первом и втором пунктах термометры на глубине 20 см были неисправны.

Таблица 3

**Средние разности температуры почвы в ясные и малооблачные дни
(17—18, 19—20/VI)**

Лесные насаждения: I, п. 1 — II, п. 2 Лесные насаждения: I, п. 2 — II, п. 2

Глубина, см	Утро	День	Вечер	Ночь	Глубина, см	Утро	День	Вечер	Ночь
Поверхность	1,3	3,7	1,2	1,6	Поверхность	1,6	0,2	1,5	2,0
5	0,8	2,6	1,8	0,7	5	0,4	1,1	0,7	0,1
20	1,4	1,2	1,5	1,5	20	0,2	0,3	0,2	0,2

Таблица показывает, что температура почвы во втором насаждении и на затененном участке в первом насаждении различается в основном только на поверхности почвы в ночные часы, где она на 2° ниже во втором насаждении, в то время как днем и на поверхности почвы температуры практически не различаются, благодаря малым различиям в радиационном режиме, обусловленном более или менее однородными условиями затенения.

Однако при сравнении данных второго насаждения с данными на освещенном участке в первом насаждении наблюдаются значительные различия как днем, так и ночью во всем верхнем горизонте до 20 см, начиная с поверхности. На освещенном участке, вследствие значительного проникновения солнечной радиации в дневные часы, температура почвы была выше: на поверхности в среднем на 4°, на глубине 5 см — на 2,5°, на глубине 20 см — более чем на 1°. В отдельные часы на поверхности почвы различия достигали 10°, на глубине 5 см они достигали 3,5°. В ночные часы, несмотря на то, что на этом участке поверхность почвы частично являлась деятельной поверхностью, т. е. непосредственно охлаждалась излучением, температуры почвы даже на поверхности были выше, чем во втором насаждении, где деятельной поверхностью являлась, главным образом, поверхность крон, откуда охлажденный воздух опускался вниз и застаивался благодаря сравнительно небольшому обмену с более высокими слоями воздуха над кронами.

Причиной более низких температур во втором насаждении в дневные часы, как уже указывалось, в основном являлось меньшее проник-

новение солнечной радиации в связи с затененностью. В ночные часы процесс формирования температуры поверхности почвы можно представить следующим образом. Температура воздуха на высоте 20—150 см во втором насаждении была на 2—3° ниже, чем в первом. Во втором насаждении температура поверхности почвы была выше температуры воздуха, а в первом, наоборот, либо близка, либо ниже. Это свидетельствует о разном характере охлаждения поверхности почвы. Во втором насаждении поверхность почвы охлаждалась путем турбулентного теплообмена с воздухом, в то время как в первом, особенно на мало затененном участке,— путем непосредственного, но ослабленного излучения. Кроме того, существенную роль в более низкой температуре поверхности почвы в ночные часы во втором насаждении играла также более плотная мертвая подстилка из сухих листьев, которая являлась как бы термоизолятором и препятствовала теплообмену с нижележащими слоями почвы, в то время как в первом насаждении подстилка в месте наблюдений была частично разрушена.

Обычно особенности температурного режима почвы и других климатических элементов различных растительных ассоциаций оцениваются сравнением с черным паром. К сожалению, на черном пару не имелось возможности произвести наблюдения и они производились в поле, засеянном озимой пшеницей. Пшеница в период наблюдений находилась в фазе цветения и молочной спелости, была довольно изреженной, засоренной, высотой около 50—60 см и, примерно, одинаковой густоты и мощности на всем поле. Наблюдения в поле производились в двух пунктах, расположенных по одной линии с пунктами наблюдений в первом насаждении, в 50 и 100 м к северу от него. Второе насаждение находилось в 250 м к западу от пунктов наблюдений в поле.

В каждом пункте было по две повторности термометров. В табл. 4 приводятся средние разности между температурами почвы в лесных насаждениях и в поле на расстоянии 100 м от первого насаждения.

Таблица 4.

**Средние разности температуры почвы в ясные и малооблачные дни
(17—18, 19—20/VI)**

Лесное насаждение I, п. 1 — поле

Лесное насаждение II, п. 2 — поле

Глубина, см	Лесное насаждение I, п. 1 — поле				Глубина, см	Лесное насаждение II, п. 2 — поле			
	Утро	День	Вечер	Ночь		Утро	День	Вечер	Ночь
Поверхность	-4,8	-12,1	-0,6	3,4	Поверхность	-6,1	-16,2	-2,0	1,9
5	-2,4	-10,7	-8,7	-2,8	5	-3,3	-13,4	-10,6	-3,5
20	-3,9	-3,7	-4,4	-4,5	20	-5,2	-4,9	-6,0	-6,0

Как видно из таблицы, температура почвы в лесных насаждениях в дневные часы, благодаря меньшему притоку солнечной радиации непосредственно на почву, а также наличию подстилки, значительно ниже, чем в поле. Особенно большие различия наблюдаются при сравнении температуры поля со вторым более затененным насаждением. Табл. 4 показывает, что в этом насаждении температура в среднем ниже, чем в поле на поверхности почвы в дневные часы на 16° (в отдельных случаях на 20—23°), на глубине 5 см — на 13,5° (в отдельные часы более чем на 15°) и даже на глубине 20 см — почти на 5°. Однако в ночные часы температура поверхности почвы, вследствие меньшего эффектив-

ного излучения, выше в лесных насаждениях, чем в поле, но уже на глубине 5 см и ниже в результате более сильного дневного нагрева и ночью она выше в поле.

Для характеристики колебаний температуры почвы в верхних горизонтах, которые испытывают растения в течение суток, на рис. 1 приводится суточный ход температуры почвы в ясный день на глубине 5 см в лесных насаждениях и в поле с озимой пшеницей.

В поле при редком травостое суточная амплитуда составляет около 17°. Следует оговорить, что характер температурного режима почвы при

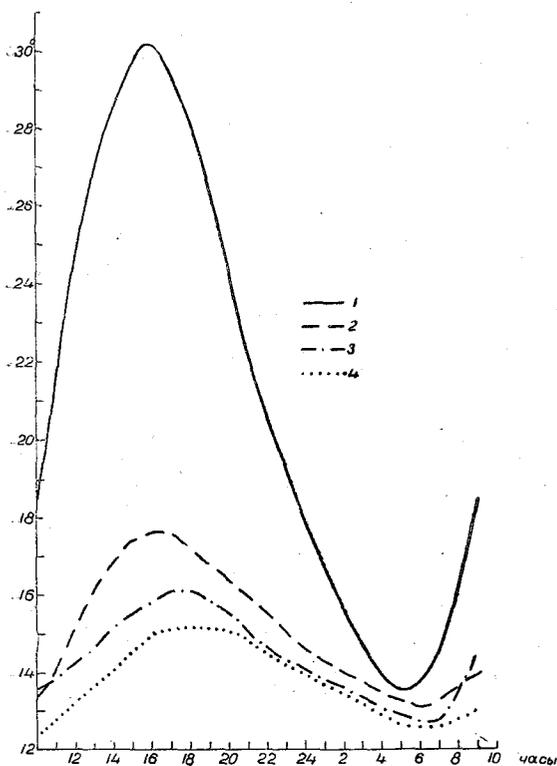


Рис. 1. Суточный ход температуры почвы на глубине 5 см. 17—18 июня.

1 — озимая пшеница, 2 — лесное насаждение I, пункт 1, 3 — лесное насаждение I, пункт 2, 4 — лесное насаждение II, пункт 2.

Исходя из всего сказанного, при дальнейшем изучении лесных насаждений необходимо их типизировать по влиянию на климат, учитывая не только характер древесной растительности (сомкнутость крон, высоту крон верхнего и нижнего яруса, расстояния до нижней границы крон, возраст насаждений), но и характер почвы, подстилки, наличие травяного покрова, влажность почвы и проч.

Выше указывалось, что наблюдения в поле производились в двух пунктах на расстояниях 50 и 100 м от лесной полосы.

В табл. 5—7 приводятся разности температур между повторностями в каждом пункте наблюдений и разности между температурами пунктов на расстоянии 50 и 100 м от лесной полосы.

Таблица составлена за 17—18 и 19—20/VI, 17—18 ветер днем дул с поля (скорость 2—3 м/сек.), а ночью было затишье, 19—20 ветер днем и ночью в основном дул с лесной полосы (скорость 1—3 м/сек.).

редком травостое нельзя распространять на мощный травостой, так как при мощном травостое амплитуды будут значительно меньше. В лесных насаждениях — наименьшая амплитуда во втором, более молодом и густом насаждении (2,5°). На затененном участке в первом насаждении амплитуда мало отличается от второго насаждения, но на освещенном участке почти в два раза больше, чем во втором насаждении.

Таким образом все приведенные выше данные показывают на значительные различия в температурном режиме почвы верхних горизонтов в поле и в лесных насаждениях разного типа и возраста. Корневая система растений испытывает наименьшие колебания от дня к ночи во втором насаждении с хорошим затенением и неразрушенной подстилкой, в первом насаждении они несколько больше и наиболее значительны в поле.

Разность температуры почвы в ясные и малооблачные дни

	Поле 50 м, п. 1—п. 2				Поле 100 м, п. 1—п. 2				Поле 50 м — поле 100 м			
	17—18/VI		19—20/VI		17—18/VI		19—20/VI		17—20/VI		19—20/VI	
Глубина, см	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20
Утро	0,0	0,2	0,2	0,4	1,5	0,5	1,4	0,7	-0,4	-0,1	-1,4	0,0
День	1,4	0,3	1,8	0,6	1,7	0,3	-1,6	0,2	-0,8	-0,1	-2,2	0,0
Вечер	1,3	0,6	1,5	0,8	-0,4	0,0	-0,3	-0,1	0,0	0,2	-1,0	0,3
Ночь	0,5	0,4	0,4	0,6	1,5	0,3	1,2	0,3	0,8	0,0	-0,3	0,1

Данные таблицы показывают, что различия в температурах между повторностями в каждом пункте большей частью такого же порядка, как и различия между температурами на обоих пунктах. Поэтому делать какие-либо выводы в отношении влияния лесных полос на температуру почвы затруднительно, повидимому, оно перекрывается влиянием самой растительности. Учитывая это, при дальнейшем исследовании влияния лесных полос на температуру почвы прилегающих полей необходимо проводить контрольные наблюдения на черном пару.

Проведенные исследования позволяют сделать некоторые выводы о времени наблюдений.

Для лесоводства и сельскохозяйственного производства при изучении температурного режима почвы основное значение имеют максимальные, минимальные и средние суточные температуры.

С. А. Сапожникова, анализируя данные по температуре почвы метеостанции Ленинградского государственного университета на полях с различным травостоем, пришла к выводу, что для получения максимальных, минимальных и средних суточных температур в верхних горизонтах почвы (5—10 см) и средних суточных для 20 см можно ограничиться двумя сроками наблюдений в 6—7 час. и в 16—17 час. К аналогичным выводам пришел и Н. Н. Транкевич при анализе данных Дальневосточной агрометеостанции.

При наблюдениях в указанные сроки средняя суточная температура вычисляется по формуле:

$$\frac{\text{максимальная} + \text{минимальная}}{2}$$

Анализ суточного хода температуры по ежечасным наблюдениям 17—18, 19—20/VI (ясные и малооблачные дни) и 25—26/VI (облачный день) показал, что и в условиях степной зоны для получения средних суточных, максимальных и минимальных температур в верхних горизонтах 5—10 см, в основном, можно также ограничиться теми же двумя сроками наблюдений в 6—7 час. и в 16—17 часов.

В табл. 6 приводятся разности между средней суточной температурой, вычисленной по формуле $\frac{\text{максимальная} + \text{минимальная}}{2}$ (I), и из 24 сроков наблюдений (II). В этой же таблице в графе «Часы» указано время,

в которое температура отличается от максимальной и минимальной не более чем на 0,3°.

Таблица 6

Разности средних суточных температур (I—II) и время наступления максимальных и минимальных температур

Место наблюдений	Глубина, см	Разности температур			Часы	
		17—18 VI	19—20 VI	25—26 VI	максимум	минимум
Поле	5	0,8	0,2	0,5	16—17	5—6
	10	0,5	0,2	0,0	17—18	6—8
	20	—0,3	—0,3	—0,1		
Лесное насаждение I, п. 1 . . .	5	0,0	0,1	0,2	16—17	5—7
	10	—0,2	0,0	0,0	17—19	6—8
	20	—0,2	—0,3	0,0		
Лесное насаждение I, п. 2 . . .	5	0,0	0,1	—0,2	17—18	5—7
	10	—0,1	—0,1	0,0	17—23	6—9
	20	—0,1	—0,2	—0,1		
Лесное насаждение II, п. 2 . . .	5	0,0	0,1	0,0	16—20	5—8
	10	—0,1	—0,2	—0,1	17—24	6—10
	20	—0,1	—0,2	—0,1		

Из табл. 6 видно, что средняя суточная, вычисленная из двух сроков наблюдений ($\frac{\text{максимальная} + \text{минимальная}}{2}$), отличается весьма незначительно от средней, вычисленной из ежечасных наблюдений. Расхождение в большинстве случаев составляет 0,0—0,3°. В 6 час. утра температура на глубине 5 и 10 см во всех случаях была близка к минимальной, а в 17 час.— к максимальной. Все это свидетельствует о том, что эти сроки можно считать достаточно типичными как для поля, так и для леса, поскольку для поля они подтверждаются данными С. А. Сапожниковой и Н. Н. Транкевича. Однако ввиду ограниченности материала наблюдений, эти сроки все же еще нуждаются в дальнейшей проверке на более значительном материале. При этом следует иметь в виду, что указанный срок наблюдений для минимума будет действителен, по всей вероятности, только для летних месяцев, так как время наступления минимума имеет годовой ход.

Данные этой таблицы также показывают, что при ограниченном числе наблюдателей наблюдения нужно вначале проводить в поле, а затем переходить к лесным насаждениям (начиная с менее затененных), где наступление крайних температур несколько запаздывает по сравнению с полем и время, в которое температуры отличаются от предельных не более чем на 0,3°, увеличивается в связи с уменьшением суточной амплитуды. При наблюдении в вышеуказанные сроки не отмечается максимум и минимум температуры на глубине 20 см, но в вечерний срок (17—18 час.) температура на 20 см незначительно отличается от средней суточной на данной глубине.

ЛИТЕРАТУРА

1. А да м о в Н. П. Метеорологические наблюдения в опытных лесничествах за 1896—1898 гг. Труды оп. леснич., т. 1, 1901.
2. А да м о в Н. П. Психрометрические наблюдения в лесу и степи. Труды оп. леснич., вып. 1, 1902.
3. Агролесомелиорация. Всес. НИИ агролесомел., Сельхозгиз, М., 1948.
4. К о л о с о в с к а я М. Я. Некоторые микроклиматические особенности полейзащитных полос Мариупольского лесничества. Учен. записки Харьков. державн. университета, № 18, Труды Геол.-географ. фак., № 1, 1940.
5. К о р о т к е в и ч В. Н. Обзор работ по изучению микроклимата. ГГО, вып. 6, Л., 1936.
6. Л ь в о в и ч М. И. Гидрометеорологическое действие лесных полос и принципы их размещения на полях колхозов и совхозов. Труды ГГИ, вып. 23 (77), Гидрометеоиздат, Л., 1950.
7. С а п о ж н и к о в а С. А. Микроклимат и местный климат. Гидрометеоиздат, Л. 1950.
8. Т р а н к е в и ч Н. Н. К методике наблюдений над температурой почвы для сельскохозяйственных целей. Труды по с.-х. метеор., вып. 25, 1938.

К ВОПРОСУ О ТИПИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ КАК КЛИМАТООБРАЗУЮЩЕГО ФАКТОРА

Создание искусственных лесонасаждений в засушливых районах и особенно полезащитное лесоразведение вызывают необходимость типизации лесонасаждений с точки зрения воздействия их на климатический режим как внутри самого лесонасаждения, так и вне его. Создание благоприятного климата внутри лесонасаждения является необходимым условием, обеспечивающим нормальное развитие древесной растительности, и поэтому представляет непосредственный практический интерес.

О значении лесонасаждений в формировании климата прилегающих территорий говорить не приходится, так как оно общеизвестно.

Нам необходимо типизировать лесонасаждения по их влиянию на климат как внутри их самих, так и на прилегающих территориях, для того, чтобы, изучив это влияние по отдельным характерным лесонасаждениям, мы затем могли бы давать количественную оценку влияния на климат любого насаждения, отнеся его к тому или иному типу.

Без подобной типизации изучение воздействия лесонасаждений на климат теряет практический смысл и становится бесперспективным, так как влияние их на климат очень сложно. Поэтому нельзя говорить о влиянии леса вообще. Это влияние будет различно в зависимости от особенностей леса. Именно этим можно объяснить наличие некоторых противоречий в оценке климатообразующей роли леса разными авторами.

Вопрос о необходимости подобной типизации возникает не впервые. Известно, например, что лесные полосы по их влиянию на климат разделяют на продуваемые, ажурные, непродуваемые, причем различают продуваемость по ярусам (преимущественно в нижнем ярусе, в среднем), или, наоборот, равномерную продуваемость по всей высоте полосы.

Но типизации, охватывающей по возможности все стороны воздействия лесонасаждения на климат, до настоящего времени не было.

Основным критерием при типизации лесных насаждений по их влиянию на климатический режим в целом следует принять их влияние на компоненты теплового и водного балансов: радиационный режим, теплообмен между деятельной поверхностью и воздухом и почвой, испарение. При характеристике влияния лесонасаждений на климат прилегающих территорий особое значение имеет воздействие их на турбулентный обмен.

Одна из особенностей лесных насаждений заключается в том, что в них деятельная поверхность, во-первых, поднимается на высоту нескольких метров и десятков метров и, во-вторых, благодаря изрезанности кроны и наличия нескольких ярусов, располагается не на одной высоте, но в слое различной толщины. Благодаря этому ни на одной высоте вертикальные градиенты метеорологических элементов не достигают такой величины,

как в том случае, когда деятельная поверхность приурочена к поверхности почвы.

Указанную особенность расположения деятельной поверхности в лесном насаждении, помимо оценки по степени сомкнутости, мы будем характеризовать как условную толщину деятельной поверхности. Чем больше условная толщина деятельной поверхности, тем более размыты вертикальные градиенты метеорологических элементов.

Кроме того, имеет значение общая мощность слоя воздуха, начиная от верхней границы крон деревьев до поверхности почвы, так как она определяет тот объем воздуха, в котором происходит внутренний обмен. В этом слое, например, перемешивается стекающий с крон холодный воздух при радиационном выхолаживании: чем меньше толщина этого слоя, тем эффект выхолаживания будет больше.

ТИПИЗАЦИЯ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ ПО ИХ ВЛИЯНИЮ НА КЛИМАТ

Особенности лесонасаждений	Элементы климата, на которые данная особенность лесонасаждения оказывает преимущественное воздействие, и характер этого воздействия.
1. Сомкнутость по ярусам в проекции на горизонтальную плоскость	Ослабляет радиационный приход — расход тепла и освещенность, а также задерживает осадки и, особенно снег
2. Высота лесонасаждений	Определяет мощность воздушного слоя, в той или иной степени изолированного от свободной атмосферы. От толщины этого слоя зависит интенсивность его прогрева и охлаждения
3. Разность высот верхней и нижней границы крон деревьев	Определяет условную толщину деятельной поверхности, в совокупности с высотой лесонасаждения оказывает влияние на характер вертикальных градиентов метеорологических элементов.
4. Сомкнутость по ярусам в проекции на вертикальную поверхность	Влияет на характер обтекания леса воздушным потоком, ослабляет и изменяет характер турбулентного обмена и связанные с ним явления (скорость ветра, перераспределение снежного покрова, испаряемость, вертикальные градиенты ветра, температуры и влажности воздуха)
5. Шероховатость верхней границы кроны	То же, что и п. 4, кроме того, оказывает влияние на турбулентный обмен над лесонасаждением
6. Степень увлажнения (с учетом грунтовых вод), площадь листовой (испаряющей) поверхности древесной и травянистой растительности и другие особенности лесонасаждения, определяющие интенсивность испарения и транспирации	Определяет долю радиационного тепла, используемую на испарение и на нагревание почвы и воздуха в совокупности, а также влажность воздуха и почвы
7. Мощность (высота, густота, количество растительной массы) травяного, мохового и мертвого покрова	Определяет долю почвенного теплооборота в общем тепловом балансе

С точки зрения оценки расходов тепла на испарение, а также влажности воздуха, следует учитывать транспирационные возможности древесной растительности и в связи с этим различать ксерофитную растительность (типа гледичии, лоха) и растительность, интенсивно транспирующую (типа эвкалипта).

Хвойные лесонасаждения должны быть выделены в самостоятельный тип.

Для характеристики формирования климата внутри насаждения непосредственное значение будут иметь особенности почвенного и травяного покрова, преимущественно с точки зрения их испарения и транспирации, а также термоизоляции почвенного покрова.

Влияние лесонасаждения на турбулентный обмен следует различать по степени и характеру продуваемости, по характеру верхней поверхности кроны, ее шероховатости, которую можно определить отношением превышения кроны отдельных деревьев над общим уровнем к расстоянию между этими деревьями.

Ниже в таблице приводятся показатели, которые могут быть положены в основу классификации лесонасаждений по их климатообразующей роли.

Оценку всех показателей желательно проводить путем простейших измерений и даже визуально с тем, чтобы обеспечить широкое применение их в производственных масштабах.

Так как показатели могут меняться во времени не только в связи с ростом насаждений, но и в соответствии с временем года (опадение листьев осенью, ослабление транспирации к концу лета или в отдельные засушливые годы и др.), то типизация должна учитывать показатели в их динамике.

Вопрос о том, сколько градаций следует выделить по каждому показателю и какие значения показателей конкретно принимать во внимание, может быть решен на основе массовых опытных данных.

Во избежание громоздкой типизации, повидимому, придется по каждому показателю давать не более 3—5 градаций.

ОСОБЕННОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ЛЕСНОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ «ГИГАНТ»

Лесная гидрометстанция «Гигант», расположенная на территории крупнейшего зерносовхоза Ростовской области, проводит систематические наблюдения над агрогидрометеорологической эффективностью лесных защитных полос. В этой статье будут рассмотрены особенности метеорологических условий летом внутри самой полосы, для чего используются результаты специально поставленных наблюдений с I/VI по 10/VII 1950 г.

Лесная полоса, в которой проводились наблюдения, расположена в седьмом отделении зерносовхоза и ограничивает с востока поле № 10, занятое озимой пшеницей — основной культурой этого хозяйства. Полоса посажена осенью 1938 г. и имеет ширину 16,5 м, число рядов — 10, сомкнутость — 1,0 на высоте 5 м.

Основные породы лесной полосы — ясень пенсильванский, гледичия и дуб; сопутствующие — клен ясенелистный, абрикос, груша; кустарниковые — скумпия, акация желтая, лох узколистный. Поверхность почвы была покрыта редким травостоем, а также мертвой подстилкой. По своей конструкции полоса малопродуваемая, особенно в нижней своей части.

В качестве контроля использовались результаты наблюдений на площадке метстанции, расположенной на границе поселка Гигант, в 3 км от полосы. В период наблюдений как сама площадка, так и окружающая ее территория были лишены травянистой растительности, которая вообще была слабо развита, а к июлю совсем выгорела.

Для характеристики общего метеорологического фона следует отметить резкую засушливость предшествующего периода, особенно обострившуюся весной 1950 г. Но снежный покров в зиму 1949/50 г. был значителен и в полосе высота его достигала, а местами превышала 1 м. Это способствовало значительному увлажнению почвы. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы непосредственно у полосы составляли в начале апреля 150 мм, что на 70% превышало соответствующие запасы в открытом поле.

Для характеристики метеорологического режима внутри лесной полосы проводились в три срока (7, 13 и 19 час.) наблюдения над температурой и влажностью воздуха, ветром, температурой почвы и осадками, на высоте 2 м была установлена психрометрическая будка и на высоте 9 м — флюгер Вильда.

На высоте 0,2 и 1,5 м температура и влажность воздуха определялись вентиляционными психрометрами, а ветер — по ручному анемометру. Для наблюдений над температурой почвы служили термометры Савинова. Осадки измерялись осадкомером Третьякова и дополнительными установками, о которых подробнее будет сказано ниже.

Деятельной поверхностью в лесной полосе является, главным образом, верхняя часть крон деревьев. Однако лесная полоса не так уж густа, и прямой солнечный свет в значительной доле проникает на нижние ветви деревьев и кустарников. Блики солнца часто видны на поверхности почвы. Можно сделать вывод, что деятельная поверхность лесной полосы складывается, по крайней мере, из четырех частей: верхней части крон деревьев, поверхности листьев и ветвей кустарников, поверхности травянистой растительности и поверхности почвы. Все это в значительной мере усложняет протекающие в лесной полосе процессы тепло- и влагооборота и обуславливает особенности микроклимата различных по конструкции лесных полос.

Общие особенности микроклимата любой лесной полосы обуславливаются малой освещенностью, значительно ослабленной по сравнению с открытым местом, особенно в плотных, малопродуваемых лесных полосах. Значительное уменьшение скорости ветра способствует ослаблению турбулентного обмена, а следовательно, меньшей испаряемости и повышению влажности воздуха внутри лесной полосы.

Рассмотрим количественные характеристики значений метеорологических элементов в лесной полосе.

Температура воздуха

По наблюдениям в будке на высоте 2 м над поверхностью почвы температура воздуха в лесополосе в среднем за период наблюдений мало отличалась от температуры воздуха на основной метплощадке станции (см. табл. 1).

В утренние и, особенно, в вечерние часы в лесной полосе несколько прохладнее. Средние декадные значения температуры воздуха были на 0,1—0,8° ниже по сравнению с метплощадкой. Днем — в 13 час. и в период максимальной температуры в лесной полосе несколько теплее. Среднедекадная 13-часовая температура за время наблюдений была на 0,1—0,7° выше, чем на метплощадке. Наиболее значительное различие в сторону повышения температуры в лесополосе наблюдалось в период минимальных температур, когда различие в среднем достигало почти градуса.

Таблица 1

Температура воздуха на высоте 2 м (будка)

	Часы			Средняя		Абсолютная	
	7	13	19	макси-	мини-	макси-	мини-
				мальная	мальная		
Лесная полоса	18,5	24,8	22,6	27,2	14,9	34,6	6,0
Основная площадка	18,6	24,6	22,9	27,0	14,0	34,6	5,7
Разность	-0,1	0,2	-0,3	0,2	0,9	0,0	0,3

Следует отметить, что наблюдения по вентиляционному психрометру на высоте 150 см (см. табл. 2) дают более низкую температуру воздуха в лесополосе во все три срока наблюдений, в том числе и днем, что за-

ставляет воздерживаться от окончательной оценки особенностей термического режима в лесополосе в дневные часы.

По средним значениям температуры воздуха на высоте 20 и 150 см за весь 40-дневный период (по вентиляционному психрометру) видно, что в 7 час. утра в лесополосе наблюдается изотермия в то время, как на оголенной площадке метстанции уже устанавливаются сверхадиабатические градиенты. В 13 час. в обоих пунктах наблюдаются одинаковые сверхадиабатические градиенты. В 19 час. уже установившаяся и на метплощадке и в лесной полосе инверсия температуры выявляется в последней резче (см. табл. 2).

Таблица 2

Температура воздуха на высоте 20 и 150 см

	Высота, см	Часы		
		7	13	19
Лесная полоса	20	18,2°	25,7°	22,0°
	150	18,2	24,6	22,3
Разность	—	0,0	1,1	-0,3
Основная площадка	20	18,9	26,2	22,3
	150	18,6	25,1	22,8
Разность	—	0,3	1,1	-0,5

Температура почвы

Изменения температуры почвы с глубиной под пологом лесной полосы и на основной метплощадке приведены в табл. 3. Как мы видим, во все срски наблюдений (в 7, 13 и 19 час.) почва в лесополосе значительно холоднее, чем на основной площадке на участке черного пара.

Таблица 3

Температура почвы

	7 час.				13 час.				19 час.				Поверхность почвы	
	Глубина, см												максимальная	минимальная
	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20		
Лесная полоса	16,7°	17,5°	17,9°	17,9°	23,6°	19,9°	18,3°	17,7°	21,7°	20,9°	19,7°	18,8°	42,3°	14,1°
Основная площадка	18,7	19,4	20,3	21,1	29,4	24,7	22,1	21,0	26,3	26,1	24,6	22,9	46,0	12,4
Разность	-2,0	-1,9	-2,4	-3,2	-5,8	-4,8	-3,8	-3,3	-4,6	-5,2	-4,9	-4,0	-3,7	+1,7

Такое различие вполне понятно. Поступление радиационного тепла под пологом деревьев, конечно, меньше, чем на открытых участках. Кроме того, имеющаяся в каждой лесополосе (после 5—6 лет жизни) лесная подстилка из опавшей листвы, веточек, растущей травы задерживает прогревание почвы. Максимальная температура поверхности почвы в полосе ниже, чем на основной площадке, минимум же выше. Это показывает, что и ночное охлаждение в полосе ослаблено по сравнению с открытым местом.

Влажность воздуха

Испарение с крон деревьев и ослабленный турбулентный обмен способствуют повышению влажности воздуха в лесной полосе. Данные по абсолютной влажности воздуха на высоте 2 м, 20 и 150 см (см. табл. 4 и 5) показывают, что в лесополосе воздух более влажный, чем на открытом месте. На высотах 2 м абсолютная влажность воздуха в среднем больше, чем на открытом участке на 1,5—2,5 мб, на высоте 20 см — до 1,0 мб и на высоте 150 см — до 0,4 мб. Наибольшие различия в увлажнении воздуха наблюдаются в дневные и вечерние часы. Утром увлажнение воздуха в лесополосе немногим больше увлажнения на открытой местности (см. табл. 4 и 5).

Таблица 4

Влажность воздуха на высоте 2 м

	Абсолютная влажность, мб			Относительная влажность, %		
	7	13	19	7	13	19
	Лесная полоса	14,9	14,5	14,7	69	47
Основная площадка	13,4	12,0	12,6	62	40	47
Разность	1,5	2,5	2,1	7	7	9

Относительная влажность воздуха под пологом деревьев в лесополосе так же, как и абсолютная влажность, оказывается больше, нежели над открытым местом основной метплощадки станции. Относительная влажность воздуха в лесополосе (в среднем по декадам) выше, чем на открытом месте: утром от 3 до 7%, вечером — до 7—9% (см. табл. 4 и 5).

Таблица 5

Влажность воздуха на высоте 20 и 150 см

	Высота, см	Абсолютная влажность, мб			Относительная влажность, %		
		7	13	19	7	13	19
		Лесная полоса	20	14,7	14,6	14,2	69
	150	13,8	12,9	12,8	67	43	50
Разность	—	0,9	1,7	1,4	2	4	4
Основная площадка	20	14,5	13,6	13,0	66	42	49
	150	13,8	12,5	12,5	62	41	46
Разность	—	0,7	1,1	0,5	4	1	3

В лесополосе, так же как и на основной площадке, в нижнем полутораметровом слое влажность с высотой убывает. Это указывает, что и здесь определенную роль в влагообороте играет испарение с почвы и травостоя.

В результате того, что относительная влажность воздуха в лесополосе бывает высокой, под пологом деревьев значительно реже наблюдается суховейный комплекс, т. е. дни, когда дефицит влаги в один из сроков менее 30 мб.

С 1/VI по 10/VII в Гиганте по данным основной метплощадки зарегистрировано 14 суховейных дней, а на метплощадке в лесополосе было отмечено только 8 таких дней, несмотря на то, что температуры воздуха в лесополосе бывали даже выше, чем на открытом месте. Следовательно, деревья в лесной полосе не испытывали вредного действия всех захватывающих поля Гиганта суховеев.

Количество осадков

Во все дни, когда выпадали дожди, в лесополосе по осадкомеру, установленному на высоте 2 м, измерялось меньшее количество осадков, чем на открытом месте (на основной площадке и в поле на расстояниях 50 и 500 м от лесополосы). Общая сумма осадков в лесополосе за 40 дней наблюдений составила 67,8 мм. По ближайшему к этой установке осадкомеру на открытом месте (на расстоянии 50 м) зарегистрировано 84,3 мм. Значит, пятая часть выпадающих осадков задерживается листьями и ветвями деревьев и не попадает в дождемерное ведро, установленное на высоте 2 м. На поверхность почвы в лесополосе попадает еще меньше осадков. В середине июня были установлены три дождемера, приемная часть которых совпадала с поверхностью земли. Один дождемер установили под кустом желтой акации, второй — между деревьями в ряду и третий — между рядами деревьев. Дождемеры отстояли друг от друга на расстоянии 7—10 м и от основного осадкомера (на высоте 2 м) в 12 м. Результаты приведены в табл. 6. Оказалось, что кроны деревьев задерживают от $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{4}$ осадков, а кроны деревьев и кустарников совместно пропускают лишь половину осадков. Некоторая часть задержанной воды стекает вниз по стволам, но большая часть, конечно, испаряется, не попадая на почву.

Таблица 6

Количество осадков, мм

	Общая сумма	Количество осадков														
		12/VI	13/VI	14/VI	15/VI	16/VI	22/VI	23/VI	24/VI	25/VI	28/VI	29/VI	30/VI	1/VII	5/VII	6/VII
На расстоянии 50 м от лесополосы	53,2	0,6	1,4	1,0	0,3	3,7	0,5	2,0	5,9	1,9	24,1	0,7	10,5	0,4	0,2	—
В лесополосе	42,9	0,6	0,6	0,8	—	3,5	0,5	2,0	5,6	1,9	19,0	0,6	6,5	0,4	0,5	0,4
Под кустом (1)	28,0	0,0	0,0	0,1	—	1,7	—	0,9	2,1	0,5	16,0	0,3	6,2	0,1	0,1	0,0
Между деревьями в ряду (2)	41,7	0,0	0,4	0,6	—	2,9	—	1,9	4,8	2,1	20,0	0,4	8,3	0,1	0,1	0,1
Между рядами (3)	35,4	0,0	0,6	0,8	—	2,6	0,4	1,5	4,1	1,9	17,1	0,2	5,3	0,2	0,5	0,2
На расстоянии 500 м от лесополосы	55,0	0,6	1,2	0,8	0,3	3,5	0,0	1,6	5,5	1,6	27,7	0,8	10,5	0,4	0,3	0,2

Скорость ветра

Над лесополосой, являющейся механическим препятствием движению воздуха и имеющей очень неровную поверхность из листьев и ветвей, скорость ветра уменьшается.

Наблюдения по флюгеру, расположенному на высоте 9 м, т. е. на 4 м выше крон деревьев, показали, что на этой высоте скорость ветра над полосой составляет 90% от скорости на основной площадке (см. табл. 7).

Таблица 7
Скорость ветра по флюгеру (на высоте 9 м)

	Средняя	Часы		
		7	13	19
Лесная полоса	4,3	3,7	5,3	3,9
Основная площадка	4,8	4,2	6,0	4,1
Отношение	0,90	0,88	0,88	0,95

Внутри лесополосы на высоте 20 см от поверхности почвы было всегда почти тихо — скорость ветра составляла десятые доли метра в секунду. На высоте 150 см скорость ветра была немногим больше 1 м/сек. (1,1—1,2 м/сек.). Таким образом, общий характер метеорологического режима в лесополосе отличается повышенной влажностью воздуха, ослабленной скоростью движения воздуха, а следовательно, и ослабленным турбулентным обменом и меньшим нагреванием почвы.

Свободные концы фольги были немного подогнуты в сторону термометров. Основная планка укреплялась на небольшой стойке длиной до 220 мм. Для прочности основную планку и стойку скрепляли откосом. Стойку с укрепленной на ней защитой прибавляли к столбикам, установленным на разных расстояниях от лесополосы и на метплощадке.

Термометры в горизонтальном положении в защитах были установлены 15/V. В защитах на метплощадке на высоте роста растений и на высоте 2 м в одном гнезде устанавливали срочный термометр, а в другом — максимальный или минимальный. По срочным термометрам отсчеты делали 4 раза в сутки (в 1, 7, 13 и 19 час.). Максимальный термометр помещали в защиту в 7 час. утра и в 19 час. меняли его на минимальный.

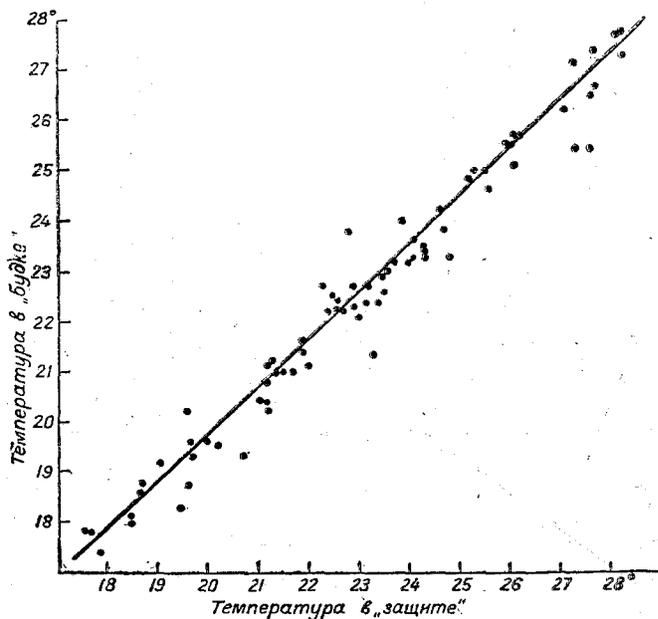


Рис. 2.

В защитах среди растительности измеряли только предельные значения температуры воздуха. Отсчеты по термометрам проводили после 8 час. утра. В это же время встряхивали максимальный термометр и подводили штифт у минимального.

Среднесуточная температура воздуха по наблюдениям в психрометрической будке и в защите на высоте 2 м на метплощадке (по срочным наблюдениям) различалась на $0,5^{\circ}$ в среднем за период наблюдения в сторону завышения температуры воздуха в защите. Самые большие отклонения среднесуточной температуры в сторону завышения в защите равнялись $1,9^{\circ}$. Были дни, когда среднесуточная температура воздуха в защите оказывалась до $0,7^{\circ}$ ниже среднесуточной температуры воздуха в психрометрической будке. Однако таких резких отклонений температуры воздуха в сторону завышения или занижения по сравнению с данными будки было мало (6 дней из 77). Чаще всего среднесуточная температура воздуха в защите была выше среднесуточной температуры воздуха в психрометрической будке на $0,2—0,6^{\circ}$.

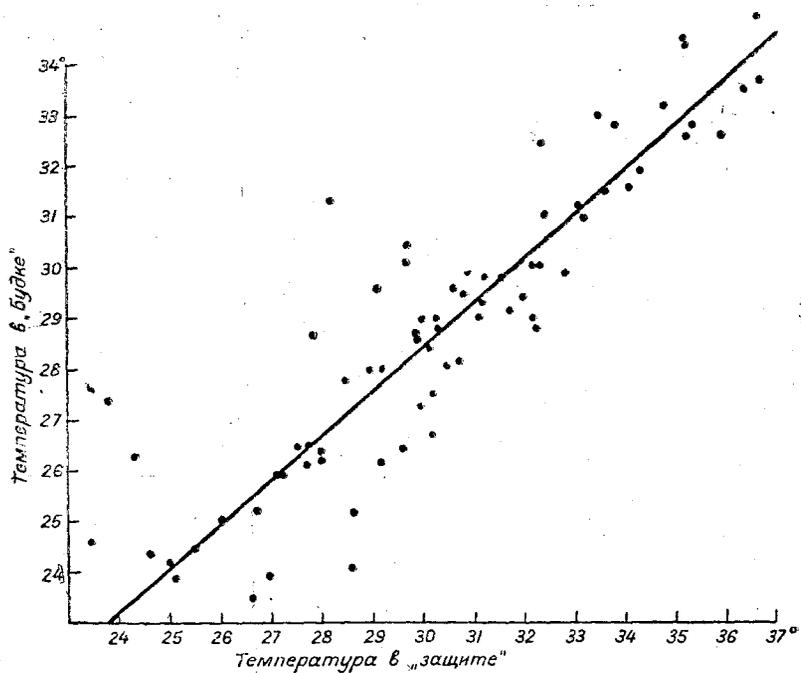


Рис. 3. График перехода от максимальной температуры воздуха в защите к максимальной температуре воздуха в бунке.

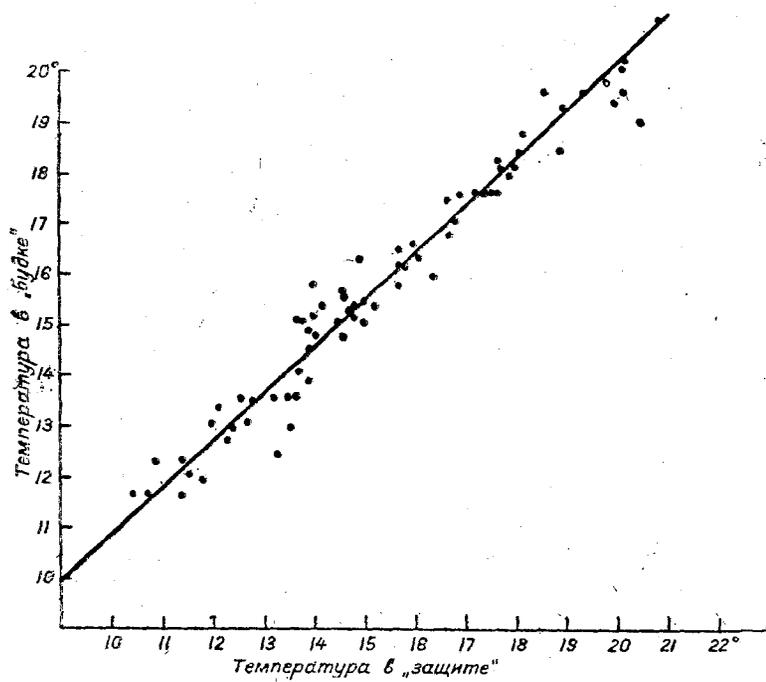


Рис. 4. График перехода минимальной температуры воздуха в защите к минимальной температуре воздуха в бунке.

На корреляционном графике (рис. 2) среднесуточной температуры воздуха в защите и среднесуточной температуры воздуха, измеряемой обычно в психрометрической будке, точки ложатся узкой полосой. По проведенной средней линии видно, что среднесуточная температура воздуха в защите в интервале значений ее от 20 до 28° была на полградуса выше среднесуточной температуры в психрометрической будке. В интервале значений 18—19° температура воздуха в защите и в психрометрической будке почти совпадает по величине.

Данные максимальной температуры воздуха по термометрам в защите и в психрометрической будке различались за период наблюдений в среднем на 1,5° в сторону завышения данных защиты (рис. 3). Было несколько дней, когда максимальная температура воздуха в защите отличалась от максимума в будке даже на $\pm 3^\circ$. Таких дней с резкими скачками в сравниваемых данных было немного (16 дней из 78). В большинстве случаев превышения максимальных значений температуры воздуха в защите были порядка 1—2°.

При нанесении данных сравнения максимальной температуры на график точки ложатся рассеянно. В интервале значений максимальной температуры 24—26° защита дает превышение над будкой в 1°, в интервале значений максимальной температуры 27—30° превышение равно 1,5°, в интервале 31—34° — превышение 2° и в интервале 35—37° — превышение — 2,5°.

Более низкие значения температуры воздуха в защите по сравнению с психрометрической будкой давал минимальный термометр (рис. 4). В среднем за весь период наблюдений по показаниям термометра в защите минимальная температура воздуха была на 0,4° ниже минимальной температуры в психрометрической будке. Случаев, когда минимальная температура воздуха в защите была выше минимальной температуры психрометрической будки, было очень мало (9 из 77). Резкие отклонения (до 1,5°) в ту и другую сторону от минимальной температуры психрометрической будки наблюдались редко (только 8 случаев). Чаще всего занижения минимальной температуры в защите были порядка 0,2—0,6°.

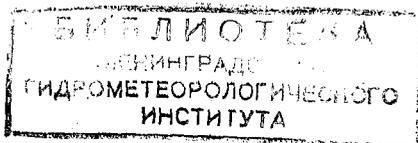
Нанесенные на график точки значений минимальной температуры в защите и в психрометрической будке ложатся равномерно. Проведя среднюю линию, увидим, что в интервале значений минимальной температуры воздуха от 10 до 21° в защите занижения ее по сравнению с будкой постепенно меняются от 0,8 до 0,0°. В среднем занижение остается равным 0,4°.

Вследствие того, что резких скачков в разнице значений температуры (среднесуточной, максимальной, минимальной) в защите и в психрометрической будке было немного, можно было брать средние разницы всего периода наблюдений и, как уже было сказано ранее, эти разницы составили 0,5° для среднесуточной температуры, 1,5° для максимальной температуры (выше в защите) и 0,4° — для минимальной температуры (ниже в защите).

Графики перехода от температуры воздуха, измеренной в защите, к температуре воздуха в психрометрической будке могут быть использованы для получения абсолютных значений температуры воздуха при наблюдениях по термометрам в защите. Для получения сравнительных характеристик температуры (средней, максимальной и минимальной), точность по термометрам, установленным в таких защитах, достаточна.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Предисловие	3
М. В. Заварина. К вопросу о природе суховея (Критический обзор литературы)	4
С. А. Сапожникова. Некоторые особенности климата оазисов в условиях Средней Азии	28
✓ Е. П. Архипова. Метод косвенного определения температуры поверхности оголенной почвы	37
М. Я. Глебова. Некоторые особенности режима температуры и влажности воздуха в лесных насаждениях и в поле	41
Е. П. Архипова. К вопросу о температуре почвы в лесных насаждениях	57
С. А. Сапожникова. К вопросу о типизации лесных насаждений как климатообразующего фактора	66
С. И. Смирнова. Особенности метеорологического режима лесной полосы по наблюдениям лесной гидрометеорологической станции "Гигант"	69
Г. М. Кудряшов. Защита для предельных термометров	75



Редактор *С. А. Сапожникова*. Техн. редактор *М. С. Рулева*.
Корректоры *Б. Л. Хасин и Б. В. Раевский*

Сдано в набор 23/IV 1951 г. Подписано к печати 2/VIII 1951 г. Изд. № 68.
Индекс М-Л-68. Бумага 70×108. Бум. л. 27/16. Уч.-изд. л. 6,2.
Печ. зн. в 1 бум. л. 102 000. Печ. л. 6,5. Тираж 800 экз.
Гидрометеоиздат. г. Ленинград 1951 г. М-37683. Заказ № 763. Цена 4 руб. 00 коп.

2-я типо-литография Гидрометеоиздата, Ленинград, Прачечный пер., д. 6.

