



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии климатологии и охраны атмосферы

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

На тему «Агрометеорологические ресурсы Новосибирской области»

**Исполнитель** Пак Олеся Руслановна  
(фамилия, имя, отчество)

**Руководитель** кандидат физико-математических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна  
(фамилия, имя, отчество)

**«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна  
(фамилия, имя, отчество)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Санкт-Петербург  
2022

## Содержание

	стр.
Введение.....	3
1. Влияние температуры на рост растений (интенсивность процессов ассимиляции и диссимиляции).....	5
1.1 Влияние температуры на развитие растений.....	7
1.2 Суточный ход температуры воздуха и термопериодизм растений..	13
1.3 Роль воды в жизни растений.....	15
1.4 Ветер и его роль в жизни растений.....	29
1.5 Характеристика основных сельскохозяйственных культур по их требованиям к агрометеорологическим условиям.....	30
2. Климат Новосибирской области.....	41
2.1 Физико-географическая характеристика Новосибирской области.	41
2.2. Климат Новосибирской области.....	42
2.3 Синоптические процессы над Новосибирской областью.....	44
3. Агрометеорологические характеристики Новосибирской области..	53
3.1 Солнечная радиация.....	53
3.2 Ресурсы тепла.....	55
3.3 Ресурсы влаги.....	71
3.4 Условия зимнего периода.....	75
4 Агроклиматическая характеристика условий произрастания сельскохозяйственных культур в Новосибирской области.....	79
4.1 Общая характеристика агроклиматических условий Новосибирской области.....	79
4.2 Яровая пшеница	83
4.3 Картофель	84
4.4 Клевер и злаковые травы естественных сенокосов	86
Заключение.....	87
Список использованных источников.....	88

## Введение

Жизнь растений протекает при непрерывном взаимодействии с окружающей средой, представляющей собой комплекс метеорологических (климатических), гидрологических, почвенных, биотических (связанных с влиянием других растений или микроорганизмов) условий и факторов, определяемых деятельностью человека. Совокупность окружающих растения внешних факторов называется условиями среды. Не все элементы среды влияют на жизнь растений. Например, атмосферное давление, состав и строение атмосферы на высотах выше приземного слоя, оптические, акустические явления в атмосфере заметного влияния на жизнь растений не оказывают. Прочие метеорологические и гидрологические элементы непосредственно или косвенно влияют на рост и развитие растительных организмов. Основные элементы, определяющие процессы роста и развития растений, обычно называют факторами жизни. Таких факторов четыре: свет, тепло, влага и минеральное питание.

Свет и тепло - факторы «космического происхождения», они не подвергаются существенным изменениям под влиянием деятельности человека. В широком диапазоне их можно менять только в закрытом грунте (теплицах, парниках, камерах искусственного климата).

Влага и минеральное питание - факторы земного происхождения. Изменяя их количество в почве, проводя осушительные или оросительные мелиорации, человек влияет на урожай сельскохозяйственных культур. В агрометеорологии обычно ограничиваются рассмотрением влияния на растения света, тепла и влаги.

Некоторые метеорологические, гидрологические и почвенные элементы, такие, как влажность воздуха, скорость ветра, снежный покров, облачность, дымка, туман, структура почвы, ее механический состав, глубина промерзания, оказывают косвенное влияние на растения, изменяя подток тепла и влаги к растению, и ослабляют или усиливают действие света, тепла

и влаги.

Факторы жизни и косвенные факторы действуют на растения одновременно, поэтому установить влияние конкретного метеорологического элемента на физиологические процессы, протекающие в клетках растений, очень трудно. Для количественной оценки влияния отдельных факторов жизни растений на их рост и развитие обычно рассматриваются условия, при которых другие факторы не ограничивают развитие растений. Рассмотрим влияние температуры на рост и развитие растений.

С учетом изменения климата в последнее десятилетие вызывает интерес, как поменялись такие параметры, как температура воздуха и почвы, влажность почвы в отдельных регионах нашей страны.

Целью выпускной аттестационной работы бакалавра являлась оценка агрометеорологических параметров Новосибирской области по данным наблюдений за последнее пятилетие.

## 1. Влияние температуры на рост растений (интенсивность процессов ассимиляции и диссимиляции).

Температура, так же как и свет., оказывает влияние на биохимические процессы в клетках, а следовательно, на рост и развитие растений. Степень и продолжительность ее воздействия определяют процесс ассимиляции.

Рост растений, проявляющийся в накоплении органической массы, является результатом двух противоположных процессов - ассимиляции и диссимиляции. Влияние температуры на них различно. Однако для того и другого процесса общим является наличие точек минимума, оптимума и максимума температуры, соответствующих разной интенсивности процесса. При температуре ниже точки минимума процессы ассимиляции и диссимиляции приостанавливаются вследствие недостатка тепла. При температуре выше точки максимума оба процесса прекращаются от избытка тепла. Наконец, для каждого из этих процессов можно указать оптимальную температуру, при которой фотосинтез и диссимиляция протекают с наибольшей интенсивностью.

Некоторое время считали, что интенсивность основных жизненных процессов подчиняется правилу Вант-Гоффа, согласно которому скорость химической реакции при повышении температуры на каждые  $10^{\circ}$  удваивается или утраивается. Например, если температура увеличивалась с  $5^{\circ}$  до  $15^{\circ}$ , то количество продукта, образовавшегося в результате химической реакции, возрастает вдвое или втрое. Естественно, при повышении температуры протоплазма клеток растений становится более проницаемой для углекислого газа, что приводит к усилению ассимиляции.

Однако процессы, протекающие в клетках растений, намного сложнее обычных химических реакций. Поэтому при ассимиляции, даже при оптимальности прочих условий, например достаточном количестве  $\text{CO}_2$ , правило Вант-Гоффа выполняется только в определенном интервале температур. Это убедительно показано в работах академика Н. А.

Максимова. Как видно из рис. 1, ассимиляция в интервале от 0 до 30-35° С с повышением температуры от точки минимума растет в среднем по правилу Вант-Гоффа, При температуре 25-30° С процесс ассимиляции становится наиболее интенсивным, и эту температуру можно определить как точку оптимума. Затем с ее ростом интенсивность ассимиляции падает, а при 45-50° С полностью прекращается.

Вид кривой и положение точки оптимума меняются в зависимости от особенностей сельскохозяйственных культур. У теплолюбивых культур (томаты, огурцы) максимум ассимиляции наблюдается при более высоких температурах, чем у растений, менее требовательных к теплу (картофель). Кроме того, интенсивность ассимиляции при одинаковой температуре тоже существенно различна. Оптимум температуры зависит не только от особенностей растений, но и от ряда внешних причин. Например, чем интенсивнее свет и выше концентрация CO<sub>2</sub> в окружающем воздухе, тем выше оптимальная температура ассимиляции. При недостатке влаги в почве при тех же температурных условиях вследствие ограниченного поступления воды к клеткам растений устьица закрываются и ассимиляция замедляется.

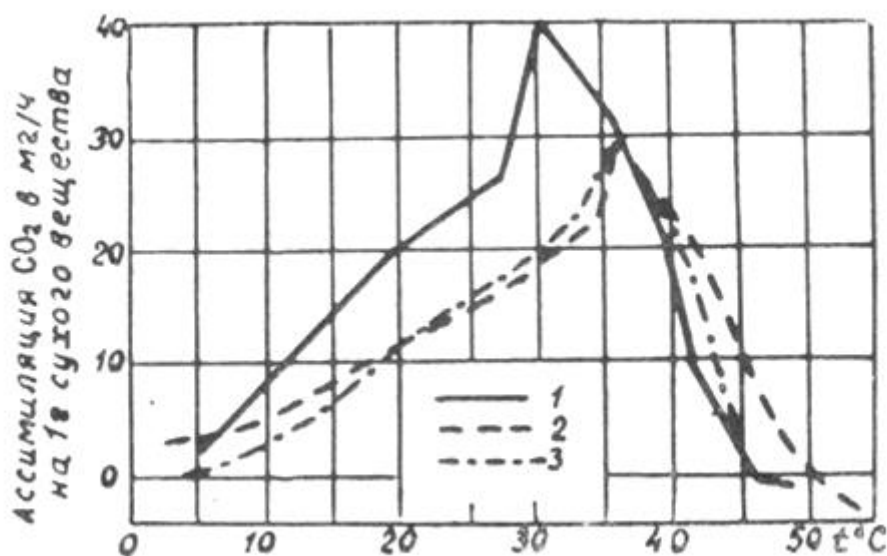


Рис. 1. Зависимость фотосинтеза от температуры листьев при оптимальном снабжении CO<sub>2</sub>: 1, 2, 3 - листья картофеля, огурцов, томатов, соответственно

Если графически изобразить зависимость диссимиляции от температуры растения, то кривая для той же культуры будет иметь несколько иной вид, чем кривая ассимиляции, и отличаться положением точек минимума, максимума и оптимума. Точка минимума наблюдается при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ , а у зимующих растений -  $(20-25)^{\circ}\text{C}$ . Точка оптимума у большинства растений находится в пределах  $36-40^{\circ}\text{C}$ , точка максимума - выше  $50^{\circ}\text{C}$ .

От взаимодействия процессов фотосинтеза и дыхания зависит прирост органической массы растений. Поскольку оба процесса зависят одновременно от внешних факторов, то накопление органического вещества можно рассматривать как разность количества органического вещества, образовавшегося в результате фотосинтеза и распавшегося при дыхании.

В течение суток температура растений существенно меняется, что определяет изменение интенсивности процессов ассимиляции и диссимиляции, а следовательно, и энергии роста. Максимальная энергия роста наблюдается днем при высокой температуре воздуха, ночью она минимальна и даже может быть отрицательной, что является следствием наличия диссимиляции при отсутствии фотосинтеза.

Без наличия достаточного числа теплых дней невозможно возделывание многих культур. Чем продолжительнее теплый период года и чем выше средняя за этот период температура при обеспеченности прочих условий, тем шире ассортимент культур и тем ценнее получаемая с данной территории сельскохозяйственная продукция.

### 1.1 Влияние температуры на развитие растений

Температура растений - один из основных факторов, определяющих скорость развития сельскохозяйственных культур. Поэтому важной задачей агрометеорологии является выяснение связей темпов развития разных

культур с их температурой, в том числе и установление нижнего предела температуры, при которой происходит развитие.

Для каждого вида и сорта культур, для каждого возраста растений имеются нижние и верхние пределы температуры, при которых наступает частичная или полная гибель растения, пределы, при которых приостанавливается рост, но растение остается еще живым, и, наконец, пределы, между которыми произрастание культур на данном этапе развития является наилучшим (оптимальным). Эффект действия той или иной температуры на растение зависит не только от интенсивности теплового напряжения, но и от продолжительности его воздействия, а также от природы и состояния самого растения. Кратковременные морозы менее губительны, чем продолжительные; хорошо закаленные растения переносят морозы лучше, чем слабозакаленные.

Растения начинают свои жизненные процессы не сразу после оттаивания и установления положительной температуры воздуха, а при достижении определенного ее уровня. Эта начальная температура называется биологическим минимумом температуры, знание которого необходимо для ряда агрометеорологических прогнозов и расчетов. По данным В. Н. Степанова, каждая культура имеет свой биологический минимум температуры, меняющийся в разные периоды ее развития (табл. 1).

Исследования, проведенные в Росгидромете, показали, что многочисленная группа растений, биологические особенности которых складывались под влиянием умеренного климата с присущим ему холодным и теплым периодами года, имеет одинаковый биологический минимум температуры воздуха, близкий к 5 С.



Таблица 1.1 - Биологический минимум температуры растений полевой культуры в разные периоды вегетации, °С

Культура	Появление всходов и формирование вегетативных органов	Формирование органов плодоношения
Пшеница яровая	4-5	10-12
Просо	10-11	12-15
Кукуруза	10-13	12-15
Рис	14-15	18-20
Гречиха	7-8	10-12
Овес	4-5	10-12
Горох	4-5	8-10
Соя	10-11	15-18
Фасоль	12-13	15-18
Подсолнечник	7-8	12-15
Хлопчатник	14-15	15-20
Конопля	2-3	10-12

Как видно из табл. 1.1, холодостойкие культуры начинают интенсивное развитие при более низких температурах, чем теплолюбивые, биологический минимум которых сформировался под воздействием климата родины этих культур, а именно - тропических и субтропических районов земного шара. Приведенные в таблице 1 биологические минимумы температуры являются средними и их нельзя считать постоянными. В зависимости от сорта растений типа почвы, способа ее обработки, степени увлажнения они могут колебаться в довольно широких пределах. Как показали исследования, даже для одного и того же сорта растений биологический минимум температуры не остается постоянным. Так, В. Н. Дмитренко установил, что озимая пшеница вегетирует при средней положительной температуре 2,9°С и ниже.

Если температура стала ниже биологического минимума, то приостанавливается процесс развития и роста, но это не вызывает гибели растений. Однако при высокой влажности почвы и температурах ниже биологического минимума семена могут загнивать

Скорость прохождения всего цикла вегетации или отдельных межфазных периодов в большой мере определяется температурным режимом растения. Можно установить связь между продолжительностью межфазных периодов или всей вегетации и температурой воздуха. При этом принято считать, что для прохождения конкретного межфазного периода растение должно накопить определенную сумму положительных среднесуточных температур (за период с  $t > 0^\circ$ ) или сумму активных (за период с  $t > 10^\circ\text{C}$ ). В некоторых случаях рассчитывают сумму эффективных температур, т. е. сумму разностей между среднесуточной температурой и биологическим минимумом. Метод суммирования температур основан на предпосылке о физиологической равноценности каждого градуса. Предполагается, что эффект действия температуры на биологические процессы возрастает пропорционально ее росту до некоторых значений.

Суммы положительных среднесуточных или активных температур за межфазный период определяются двумя способами: 1) суммированием среднесуточных температур от момента наступления до окончания межфазного периода; 2) умножением продолжительности периода на среднюю за этот период температуру воздуха. При вычислении суммы активных температур предполагается, что в течение всего межфазного периода среднесуточная температура воздуха выше  $10^\circ\text{C}$ . Следовательно, сумма температур может быть представлена так:

$$\Sigma t = \bar{t} \cdot n \quad (1.1)$$

где  $\bar{t}$  - среднесуточная температура воздуха за данный период;  $n$  - число дней в периоде;  $\Sigma t$  — сумма температур за межфазный период.

Сумма активных температур может быть определена как из ежедневных наблюдений, так и по многолетним данным. Подсчет сумм ведется начиная с даты периода среднесуточной температуры воздуха через  $10^\circ\text{C}$ . При этом, если она равна  $10,1^\circ\text{C}$ , то в сумму активных температур

включается 10,1, а температура ниже 10°C в расчет не принимается. Вычисление сумм активных температур по многолетним данным проводится с помощью графика годового хода температуры. Определив на графике даты весеннего и осеннего переходов температуры воздуха через 10°C, суммируют температуры воздуха за период между этими датами. Вычисленные таким образом суммы активных температур, необходимые для созревания, оказываются различными для разных сельскохозяйственных культур:

Таблица 1.2 – Суммы активных температур

культура	$\Sigma t, \text{ }^\circ\text{C}$
Лен на волокно	1100
Томаты (Бизон)	1150
Огурцы (Муромские)	1500
Картофель (ранние сорта)	1200
Яровая пшеница (Лютесценс)	1300
Кукуруза (поздние сорта)	2500-3000
Озимая пшеница	1400-1500
Подсолнечник	1800-2300

Метод активных температур широко использовался в агроклиматических исследованиях отечественных ученых Г. Т. Селянинова, С. А. Сапожниковой, Ф. Ф. Давитая, А. И. Руденко, Е. С. Улановой.

В основу метода эффективных температур положена предпосылка о существовании прямолинейной связи между суммой среднесуточных эффективных температур и продолжительностью межфазных периодов. В отличие от рассмотренных выше методов здесь придается равноценное физиологическое значение каждому градусу среднесуточной температуры воздуха выше биологического минимума. Эффективная температура при этом рассчитывается по формуле

$$t_{\text{эф}} = (t - t_0) \quad (1.2)$$

где  $t$  - средняя за период среднесуточная температура;  $t_0$  - биологический минимум температуры.

Сумма эффективных температур за определенный период может быть вычислена по формуле

$$\Sigma t_{\text{эф}} = (t - t_0) \cdot n \quad (1.3)$$

где n - число дней в периоде.

Поскольку биологический минимум температуры меняется в течение вегетационного периода, то суммы эффективных температур вычисляют обычно по межфазным периодам, например – для некоторых зерновых культур (табл. 1.3).

Таблица 1.3 – Суммы эффективных температур для зерновых культур, °С.

Культура	Период	
	Выход в трубку - колошение (выметывание)	Колошение (выметывание) - восковая спелость
Пшеница (Лютес-ценс-062)	330	490
Овес (Победа)	378	428
Ячмень (Кубанец)	330	388

При нормальных сроках сева суммы эффективных температур для каждой культуры почти постоянны. Это позволяет, используя уравнение (1.4), по прогнозируемой температуре находить продолжительность межфазного периода, а именно:

$$n = \frac{\Sigma t_{\text{эф}}}{t - t_{\phi}} \quad (1.4)$$

Уравнение (4) является основным в фенологических прогнозах. При подсчете сумм температур в них включаются и максимальные, которые, увеличивая общую сумму, не ускоряют темпа развития растений. Эти температуры называют балластными. Вопрос о способах учета последних еще не изучен.

## 1.2 Суточный ход температуры воздуха и термопериодизм растений

Суточный ход температуры воздуха оказывает существенное влияние на рост и развитие растений. Большая амплитуда его в континентальном климате благоприятствует накоплению органического вещества не только за счет более высоких дневных температур, когда происходит процесс ассимиляции, но и за счет более низкого ночного минимума температуры, при котором замедляется расход органических веществ на дыхание растений. В условиях этого климата растения быстрее вызревают и дают урожай более высокого качества. Ряд исследователей указывает, что растения приспособились к определенному типу суточного хода температуры и испытывают потребность в смене количества тепла дневные и ночные часы. Это явление называется термопериодизмом. По данным А. А. Малышева, у растений длинного дня процессы развития протекают в основном в дневные часы, растений короткого дня - в темноте, поэтому у первых темпы развития ускоряются при повышенной дневной температуре воздуха, а у последних - при повышенной температуре ночью.

Детальное исследование амплитуды суточного хода температуры воздуха на территории Советского Союза проведено З. А. Мищенко. По экспериментальным материалам можно установить оптимальные температуры воздуха отдельно для ночных и дневных часов. В табл. 1.4 приведены такие температуры, полученные в оранжерейных условиях. Можно предполагать, что в полевых условиях оптимальные температуры дня и ночи будут несколько иными.

Следствием термопериодизма является и изменение химического состава растений. Согласно многочисленным исследованиям, существует прямая связь между химическим составом растений и континентальностью климата. В условиях континентального климата повышается сахаристость фруктов и корнеплодов. Например, в Средней Азии произрастают наиболее богатые сахаром плоды: виноград, яблоки, дыни, арбузы и т. д. В условиях

морского климата у зерновых культур повышается содержание крахмала и уменьшается содержание белковых веществ. Снижение содержания белка в зернах пшеницы отмечается и в континентальных районах при увеличении запасов продуктивной влаги в почве в период активной вегетации.

По данным К. А. Флексбергера, наименьшее содержание белка в зернах пшеницы наблюдается в Марокко — 5,4%, а наибольшее в США (штат Канзас)—26,5%.

Таблица 1.4 - Оптимальные средние дневные и ночные температуры для различных культур

культура	Вегетативный период		Репродуктивный период	
	Температура воздуха			
	дневная	ночная	дневная	ночная
картофель	20	12-14	20	14
томаты	26-30	17-20	26	13-18
баклажаны	26	20	20	14
табак	26-30	15	2-26	15
горох	20-23	14	-	-

Согласно исследованиям советских ученых, содержание белка в зерне яровой пшеницы возрастает на территории ЕТС с северо-запада на юго-восток в среднем от 8-10 до 18-20%, а в отдельные годы - до 20-26%. Аналогичная территориальная закономерность наблюдается в накоплении белка яровой рожью, масла масличными культурами, сахара - сахарной свеклой.

Содержание белка, по данным З. А. Мищенко, хорошо коррелируется со средней за вегетационный период амплитудой суточного хода температуры воздуха в условиях ЕТС, Западной и Восточной Сибири, Казахстана, Алтайского и Приморского краев Коэффициент корреляции для этих районов равен 0,85, что почве лило установить следующее аналитическое выражение этой зависимости:

$$B=1,29a_t+2,1 \quad (1.5)$$

где  $B$  - процентное содержание белка в яровой пшенице;  $a_t$  - амплитуда суточного хода температуры воздуха (в среднем за вегетационный период).

Следовательно, по амплитуде суточного хода температуры воздуха с достаточной для практических целей точностью можно определить содержание белка в яровой пшенице.

Естественно, что в отдельных случаях, при аномальных метеорологических условиях, расчет процентного содержания белка в пшенице может быть отличным от вычисленного по формуле (1.5). Е.С. Уланоза установила, что в загущенных посевах озимой пшеницы, если не приняты специальные меры к увеличению азота в почве, белковость зерна снижается.

### 1.3 Роль воды в жизни растений

Вода в жизни растений играет важную роль. Вода, содержащаяся в атмосфере и в почве во всех видах, входит в число важнейших природных ресурсов, необходимых для сельского хозяйства.

Осадки – основной источник влаги для сельскохозяйственных полей. Выпадение осадков на земную поверхность и их последующее испарение являются составляющими большого круговорота воды на Земле. Основная часть осадков, выпадающих на сушу, формируется благодаря переносу влаги воздушными течениями с океанов. На суше атмосферные осадки частично просачиваются в почвенные горизонты, пополняя запасы почвенной влаги и грунтовых вод, частично стекают по поверхности, образуя поверхностные воды – реки, ручьи, воды которых вновь возвращаются в озера, моря, океаны. Часть атмосферных осадков используется растительным покровом в процессе его жизнедеятельности и возвращается в атмосферу через

транспирацию и испарение.

В агрометеорологической практике обычно используют суммы осадков (нарастающим итогом), выпавших за декаду, месяц, вегетационный период или его подпериоды, за межфазный период, за холодный (1 ноября – 31 марта) и теплый (1 апреля – 31 октября) периоды, по данным отдельных наблюдательных пунктов или в форме осредненных значений по заданной территории.

Непосредственное воздействие осадков на растения может быть положительным и отрицательным в зависимости от фазы развития растений, их состояния, интенсивности и продолжительности самих осадков. Например, для формирования завязи плодовых культур и винограда благоприятны слабые кратковременные дожди после цветения. Обильные дожди в сочетании с ветром вызывают механические повреждения плодов, преждевременное опадение завязей и плодов. Частые интенсивные дожди в период цветения всех сельскохозяйственных культур смывают пыльцу, препятствуют лёту насекомых, что значительно ухудшает условия опыления, приводит к преждевременному опадению цветков. Продолжительные дожди при значительных запасах влаги в почве в период созревания хлебов могут привести к «стеканию» зерна. В период уборки дождливая погода способствует прорастанию зерна в валках, а порой и на корню. В то же время длительное отсутствие осадков обуславливает засуху. Даже в районах достаточного увлажнения отсутствие дождей в течение 8-10 дней в июне – августе вызывает недостаток влаги в пахотном слое почвы. Более длительное отсутствие осадков при высокой температуре приводит к пересыханию пахотного слоя почвы. Растения в этих условиях замедляют накопление органического вещества. Они начинают увядать, а затем засыхают листья и органы плодоношения. У зерновых культур образуется щуплое зерно. У плодовых опадают плоды. [3]

Учет режима осадков необходим для обоснования мелиоративных мероприятий, технологии возделывания сельскохозяйственных культур,



определения сроков и способов их уборки. [3]

Снег, выпадающий при устойчивых отрицательных температурах воздуха и почвы, образует снежный покров. Состояние снежного покрова характеризуется его высотой, плотностью и характером залегания. Рыхлый снежный покров в силу своих физических особенностей имеет слабую теплопроводность, благодаря чему почва, покрытая снегом, защищена от резких колебаний температуры, а зимующие культуры – от вредного воздействия низких температур (табл. 1.5). [2]

Таблица 1.5 – Температура почвы (°C) на различных глубинах при наличии 25-сантиметрового снежного покрова (по А.М.Шульгину, 1972)

Значение	Температура, °C			
	На поверхности снежного покрова	Почвы на глубине		
		3 см	15 см	25 см
Максимальное	0.0	-1.4	-1.0	-0.7
Минимальное	-35.5	-7.4	-6.3	-4.5
Амплитуда	35.5	6.0	5.3	3.8

С повышением плотности снега его теплопроводность увеличивается. В среднем коэффициент теплопроводности снега в 10 раз меньше, чем почвы, но в 10 раз больше, чем коэффициент теплопроводности неподвижного воздуха. В исследованиях агрометеорологов показано, что хорошая перезимовка озимых культур на юге европейской части России, где морозы не очень сильны, обеспечивается снежным покровом высотой около 20 см, в северных районах – около 30 см, в Западной Сибири – примерно 40 см, а в очень суровые зимы – более 50 см.

Снежный покров аккумулирует осадки холодного времени года, и весной в процессе таяния образуется много воды, часть которой накапливается в почве. Накопление и сохранение влаги на полях в значительной мере зависят от высоты и плотности снега, глубины и степени промерзания почвы, наличия притертой ледяной корки, погодных условий

весны. Чем выше снежный покров и больше его плотность, тем больше запас воды, содержащейся в нем. Если к началу периода снеготаяния почва оказывается талой, то значительная часть воды идет на насыщение почвы влагой и меньше – на сток.

Снежный покров уменьшает глубину промерзания почвы, но при длительном, более одного месяца, залегании (при высоте более 30 см) в теплые зимы это приводит к выпреванию зимующих культур. В защите зимующих сельскохозяйственных культур от гибели большая роль принадлежит снежной мелиорации – мероприятиям, направленным на утепление посевов. Снежная мелиорация – это методы улучшения теплового и водного режимов почвы путем воздействия на снежный покров: снегозадержание, снегонакопление и снегоуплотнение.

В атмосфере содержится в среднем 1,29 10 т влаги (водяного пара и жидкой влаги), что эквивалентно слою воды 25,5 мм. Водяной пар является одной из важнейших составляющих частей земной атмосферы.

Содержание водяного пара в атмосфере называется влажностью воздуха.

Растительный покров оказывает большое влияние на влажность воздуха. Растения испаряют большое количество воды и тем самым обогащают водяным паром приземный слой атмосферы, в нем наблюдается повышенное влагосодержание воздуха по сравнению с оголенной поверхностью.

Влажность воздуха оказывает существенное влияние на состояние растений. От нее зависит интенсивность испарения с поверхности почвы и транспирация. С увеличением дефицита упругости водяного пара транспирация и испарение с почвы возрастают. Если при этом запас продуктивной влаги в почве велик, то в клетки растений поступает большое количество питательных веществ и интенсивность прироста органической массы повышается. Если же запас мал, то потеря воды на суммарное испарение при большом дефиците упругости водяного пара не

компенсируется подтоком ее из почвы, ткани обезвоживаются, нарушается водный баланс растения. При сохранении такого состояния длительный период растительный организм повреждается и даже может погибнуть, что часто наблюдается при сильной засухе. [1]

Очень высокая влажность воздуха тоже оказывает неблагоприятное воздействие на посевы. При небольшом дефиците упругости водяного пара в воздухе суммарное испарение мало, соответственно невелика и скорость подачи растворов из почвы. Поэтому замедляется прирост органической массы, у зерновых культур тормозится налив зерна и оно оказывается мелким. Высокая влажность воздуха в разные периоды может оказывать отрицательное влияние и на другие процессы, протекающие в растениях. Так, в период созревания она вызывает прорастание семян, загнивание соломы, во время цветения способствует увлажнению пыльцы и, следовательно, затрудняет процесс опыления. При высокой относительной влажности воздуха быстро распространяются грибковые заболевания.

Химический состав и качество сельскохозяйственной продукции также в большей степени зависят от влажности воздуха. Низкая относительная влажность способствует повышению содержания белка в зерновых культурах, сахара в плодовых. А вот содержание крахмала в клубнях картофеля, наоборот, повышается при высокой относительной влажности воздуха. Следовательно, отдельные сорта и виды растений различно реагируют на условия с неодинаковой влажностью воздуха. [1]

Пониженный дефицит насыщения замедляет созревание хлебов и просыхание зерна и соломы в скошенных валках (см. таблицу 1.5).

Таблица 1.6 – Зависимость влажности зерна и соломы от дефицита насыщения (по А.П.Федосееву, 1979)

Дефицит насыщения, гПа	Влажность, %	
	зерна	соломы
2	24.2	46.0
4	19.2	32.0
6	16.8	25.0
8	15.3	22.3
10	14.2	19.2

При дефиците насыщения более 8 гПа складываются благоприятные условия для работы уборочных комбайнов, при дефиците менее 3 гПа – условия плохие, так как влажная масса соломы забивает рабочие органы агрегатов, а зерно плохо отделяется от колоса. [2]

От влажности воздуха зависят и сроки проведения ряда сельскохозяйственных работ: борьбы с сорняками, закладки кормов на силос, проветривания складских помещений, сушки зерна и др.

Водоснабжение растений происходит за счет влаги, имеющейся в почве. Почвенная влага является одним из главных факторов жизнедеятельности растений. Поглощенная корнями вода переносит с собой растворимые питательные вещества, поддерживает тургор листьев, идет на построение органических соединений, обеспечивает терморегуляцию растительного организма. [3]

Растения получают воду практически только из почвы путем всасывания ее корневыми волосками и корневыми мочками – тончайшими окончаниями корней. Корневые волоски проникают в почвенные капилляры и всасывают влагу. Такое всасывание происходит благодаря тому, что клетки корневых волосков обладают некоторым дефицитом влаги сравнительно с почвой. Протоплазма клеток легко проницаема для воды и непроницаема для

веществ, растворенных в клеточном соке. Вследствие разности капиллярного натяжения в обезвоженных точках и смежных участках, возникшей в результате всасывания влаги, вода начинает перемещаться к точкам соприкосновения корешков с почвой. Таким образом обеспечивается регулярный подток воды к корневой системе растений. [1]

Сила, заставляющая подниматься воду по клеткам и сосудам растений, называется осмотическим давлением (осмосом).

Из насыщенной клетки корневого волоска вода начинает поступать в соседнюю с ней ненасыщенную клетку. Так от клетки к клетке она поступает во внутренние слои, заполняя все ткани растений, и достигает центральной сосудистой системы корня. В результате нагнетания воды корнями клетки растений скоро оказались бы насыщенными влагой, прекратилось бы ее поступление, а вместе с ней и питательных веществ. Но в растениях всегда наблюдается потеря воды путем испарения. В процессе дыхания растения открывают устьица – мельчайшие отверстия на поверхности листа. Вместе с газообменом наблюдается диффузия водяного пара из устьиц в воздух. Частично проникновение пара происходит и через поверхность листа. [1]

Процесс испарения влаги самими растениями называется транспирацией. В отличие от испарения транспирация определяется не только метеорологическими факторами, на нее оказывают влияние также анатомические и физиологические особенности самих растений. [1]

В физиологии растений различают внешние и внутренние факторы транспирации. Под внешними факторами понимают климатические условия, а также вид почвы и агротехнику. В основном на интенсивность транспирации влияют следующие метеорологические величины: температура, влажность воздуха, ветер и количество радиации, интенсивность турбулентного обмена. Внутренние факторы транспирации связаны с процессами, происходящими в самом растении, и состоят в способности растений регулировать ее под воздействием внешней среды. [1]

Для оценки обеспеченности растений влагой необходимо иметь

сведения об их потребности во влаге и о наличии влаги в почве. Растения в процессе своего развития потребляют большое количество воды. Она расходуется на транспирацию, построение растительных тканей, сохранение тургора. Вместе с этим некоторое количество воды испаряется с поверхности почвы. Сумму расхода воды на транспирацию и испарение с поверхности почвы принято называть суммарным испарением. Поскольку большая часть потребляемой растениями воды расходуется на транспирацию, а испарение с почвы при наличии растительного покрова, даже когда влажность почвы высока, невелико, то суммарное испарение при оптимальной влажности почвы близко к влагопотребности. Поэтому обычно под влагопотребностью понимают расход воды сообществом растений на суммарное испарение при оптимальном увлажнении корнеобитаемого слоя. Она зависит как от метеорологических условий, так и от биологических особенностей самой культуры, возраста растений, уровня агротехники. [1]

Для большинства сельскохозяйственных культур в начале вегетационного периода влагопотребность мала и возрастает по мере увеличения зеленой массы, достигая максимума у однолетних культур в период наступления бутонизации и цветения, а у многолетних – в период максимального прироста урожая.

Под влагообеспеченностью сельскохозяйственных культур понимают степень их обеспечения влагой. Для ее оценки прибегают к косвенным показателям, в частности к расчету коэффициента увлажнения, который представляет собой отношение одной или нескольких компонент водного баланса корнеобитаемого слоя (чаще всего осадков, запасов влаги в почве или суммарного испарения) к испаряемости.

Почвенная влага играет важную роль в жизни растений. Однако не все виды ее одинаково усваиваются растительным организмом.

По физическим и химическим свойствам выделяют три различные категории почвенной воды: связанную, капиллярную и гравитационную.

Связанная вода удерживается адсорбционными силами на поверхности

почвенных частиц. Благодаря огромной поверхности частиц почва адсорбирует значительное количество воды. [2; 3]

Каждая молекула адсорбированной воды связана с поверхностью почвенной частицы мощным силовым полем, поэтому по своим свойствам адсорбированная вода близка к твердому телу. Она носит название прочносвязанной воды и может передвигаться, только переходя в пар. Плотность ее больше единицы, замерзает она при температуре минус 4 °С и ниже. [3]

По мере удаления от адсорбирующей поверхности почвенных частиц свойства связанной воды меняются, энергия связи падает. Более внешние слои удерживаются меньшей силой (от 10 000 до 50 000 гПа), поэтому имеют рыхлое строение. По терминологии А. А. Роде – это рыхлосвязанная вода. По своим свойствам рыхлосвязанная вода приближается к обыкновенной, в почвенных порах она незаметно переходит в свободную воду. Рыхлосвязанная вода замерзает при температуре от -1,5 до -4 °С. Она образует вокруг почвенных частиц пленку, отсюда еще одно название – пленочная влага. [3]

Капиллярная вода находится поверх пленочной, поэтому удерживается в почве силой около 500 гПа и меньше. Температура ее замерзания около 0 °С. Капиллярная вода передвигается под действием силы тяжести и капиллярных сил. Капиллярная вода доступна для растений, это наиболее благоприятная для них форма почвенной влаги. [2]

Различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую воду. Капиллярно-подвешенная вода образуется при увлажнении почвы с поверхности (дождевая вода, талые и оросительные воды), капиллярно-подпертая – при поступлении воды снизу, т.е. при подъеме воды по капиллярам от грунтовых вод. Зону (слой) над зеркалом грунтовых вод, насыщенную капиллярно-подпертой водой, называют капиллярной каймой.

Возможно присутствие в почве одновременно и капиллярно-подвешенной, и капиллярно-подпертой воды, разделенных сухим слоем.

Если эти воды смыкаются, то под действием капиллярных сил грунтовая вода поднимается по капиллярам к поверхности почвы и испаряется. При этом минерализованные грунтовые воды обогащают почву солями, что способствует засолению и осолонцеванию почв. [3]

Гравитационная вода занимает все крупные некапиллярные промежутки между агрегатами (поры, пустоты) в почве, вытесняя воздух. Выделяют гравитационную свободную воду, которая передвигается сверху вниз по профилю почвы, и гравитационную подпертую (почвенные и почвенно-грунтовые воды), которая перемещается по направлению водоупорного слоя. Физические и химические свойства гравитационной воды аналогичны свойствам свободной воды. [3]

Смена механизмов удержания влаги при изменении влажности почвы происходит постепенно, поэтому любая система классификации почвенной влаги является до некоторой степени условной.

Взаимодействие влаги с почвой и ее передвижение происходит неодинаково и зависит от водно-физических свойств почвы. Характеристики водно-физических свойств почвы, необходимые для получения информации о влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, в агрометеорологии называются агрогидрологическими свойствами почвы. Используя данные об агрогидрологических свойствах почвы, можно из общего количества содержащейся в почве влаги выделить ту ее часть, которая участвует в формировании урожая сельскохозяйственных культур.

Для характеристики обеспеченности растений почвенной влагой на наблюдательных участках гидрометеорологических станций определяются следующие агрогидрологические свойства почвы: объемная масса, капиллярная или наименьшая влагоемкость, влажность устойчивого завядания, максимальная гигроскопичность, механический состав, удельная масса, а также вычисляются непродуктивная влага, общая скважность и полная влагоемкость. Рассмотрим наиболее важные агрогидрологические характеристики.



Непродуктивная влага – часть почвенной влаги, не усваиваемая растениями, т.е. влага, удерживаемая в почве силами, которые превышают осмотическое давление клеточного сока корневых волосков.

Влажность устойчивого завядания – предел увлажнения почвы, при котором появляются необратимые признаки увядания растений, тургор растений не восстанавливается и прекращается прирост и формирование урожая.

Наименьшая полевая влагоемкость представляет собой максимальное количество воды, которое может находиться в почве в условиях свободного дренирования, т.е. после стекания избытка воды.

Капиллярная влагоемкость – это то количество воды, которое почва содержит в капиллярах за счет подтока из грунтовых вод. [2]

Полная влагоемкость характеризуется заполнением водой всех пор почвы. В нечерноземной зоне полная влагоемкость наблюдается весной, когда нижние слои почвы еще не оттаяли, а верхние переувлажнены талыми водами. Проведение полевых работ при этом невозможно.

Для сельскохозяйственного производства основное значение имеет только та часть почвенной влаги, которая обеспечивает формирование урожая культурных растений, т.е. превышает влажность устойчивого завядания. Поскольку лишь эта влага используется для формирования продуктивности сельскохозяйственных растений, ее называют продуктивной влагой.

Вследствие больших различий в оценке условий водоснабжения сельскохозяйственных культур, произрастающих на разных почвах, можно сравнивать только то количество влаги, которое превышает влажность устойчивого завядания, т.е. если оно выражено через количество продуктивной влаги. Продуктивную влагу выражают высотой слоя воды в миллиметрах, что позволяет сопоставлять ее запасы с расходами воды (испарением) и ее приходом (осадками), которые также измеряются в миллиметрах. Согласно методике, применяемой в агрометеорологии, оценка

влагозапасов на сельскохозяйственных полях производится только в миллиметрах продуктивной влаги.

Состояние посевов сельскохозяйственных культур и их урожайность в значительной степени зависят от количества продуктивной влаги в почве. Степень соответствия потребности растений в почвенной влаге для формирования высоких урожаев имеющимся запасам продуктивной влаги в почве называют влагообеспеченностью растений. Методы количественной оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур начали развиваться в начале 40-х годов, для чего использовали сопряженные наблюдения за влажностью почвы и состоянием различных сельскохозяйственных культур. [3]

Результаты исследований С. А. Вериги показали, что при средних за декаду запасах продуктивной влаги в пахотном (0...20 см) слое почвы меньше 5 мм всходы зерновых культур, как правило, не появляются. Удовлетворительное состояние всходов соответствует запасам влаги 12...15 мм, а отличное состояние всходов наблюдают при влажности, близкой к наименьшей влагоемкости. В период от кущения до выхода в трубку запасы продуктивной влаги меньше 10 мм в слое 0...20 см вызывают резкое ухудшение состояния посевов. В таких условиях слабо развиваются узловы корни, уменьшается количество стеблей и число колосков в колосе. Хорошее состояние растений отмечается при запасах продуктивной влаги в пахотном слое почвы 30...40 мм. В фазу выход в трубку – цветение запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы меньше 80 мм ухудшают состояние посевов зерновых культур и высокие урожаи бывают при запасах продуктивной влаги 100...200 мм. [3]

Недостаток влаги в почве непосредственно после цветения снижает количество зерен в колосе, вызывает череззерницу и пустоколосицу. Недостаток влаги во время налива зерна снижает массу зерна и вызывает явления «захвата» или «запала». Такие явления наблюдаются при запасах продуктивной влаги в метровом слое почвы около 25 мм и меньше. Наиболее

хорошее состояние посевов и высокие урожаи бывают при запасах продуктивной влаги в почве около 80 мм. Увеличение количества продуктивной влаги до 125 мм обычно сопровождается ухудшением состояния посевов вследствие полегания растений и их повреждения болезнями и вредителями.

В отдельные годы бывают периоды, когда в нижних слоях почвы продуктивная влага практически отсутствует, но часто выпадают дожди и верхние слои почвы содержат достаточное количество влаги. В таких условиях состояние посевов и их урожайность могут быть хорошими. Но они будут находиться в очень тесной зависимости от текущей погоды. Даже небольшой бездождный период может резко ухудшить состояние посевов и существенно снизить урожай.

Режим влажности почвы непрерывно меняется. В каждом сезоне он имеет свои, свойственные только этому сезону особенности, определяющиеся процессами, происходящими в природе, и метеорологическими условиями.

Зимний режим запасов почвенной влаги определяется в основном двумя процессами: 1) обогащением запасов почвенной влаги за счет талых вод и атмосферных осадков в период оттепелей; 2) внутрипочвенным передвижением воды в парообразном и жидком виде в верхние слои почвы, которое обеспечивает поступление ее в значительных количествах.

При устойчивом промерзании почвы и устойчивом снежном покрове в районах с большой влажностью почвы и неглубоким залеганием грунтовых вод (преимущественно в нечерноземной зоне) происходит большое накопление влаги, подтягиваемой к промерзающему слою.

Зимний режим влажности почвы характерен для периода времени от перехода среднесуточной температуры воздуха через 5 °С осенью до перехода ее через 5 °С весной.

Весенний режим влажности почвы в значительной степени зависит от увлажнения ее за осенне-зимний период, но в то же время характеризуется

своими особенностями, связанными с процессом оттаивания. Процессы оттаивания и промачивания почвы идут одновременно. Просачивание талых вод ускоряет процесс оттаивания. Верхний слой почвы насыщается талой водой до глубины расположения мерзлого водонепроницаемого слоя. В этот период испарение почвенной влаги идет, по существу, с водной поверхности, так как зеркало капиллярных и свободных вод выходит на поверхность почвы.

При полном оттаивании почвы и при условии полного насыщения почвы влагой избыточная вода сбрасывается как гравитационная в грунтовые воды. Потери воды на испарение начинают пополняться за счет капиллярного поднятия. Разница в увлажнении нижних и верхних слоев почвы увеличивается; почва сверху начинает просыхать и нагреваться. При нагревании верхних слоев почвы передвижение парообразной влаги меняет свое направление и идет сверху вниз. Таким образом, весной, в период перехода среднесуточных температур воздуха от 5 до 15 °С, происходит уменьшение запасов влаги в верхних слоях почвы. При этом, если почва не содержит подвижной капиллярной влаги, потери ее идут главным образом вследствие испарения и тем больше, чем выше температура. К концу весны подсыхание пахотного горизонта наблюдается повсеместно. В районах недостаточного увлажнения появляются сухие пятна.

Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур весной в различных почвенно-климатических зонах выражается по-разному. При оценке влагообеспеченности надо учитывать, что в это время корневая система яровых, а во многих случаях и озимых еще не развита и использует влагу главным образом только пахотного 20-сантиметрового слоя почвы.

Летний режим влажности почвы в период перехода среднесуточной температуры воздуха через 15 °С весной и 15 °С осенью характеризуется расходом почвенной влаги путем транспирации растений. Испарение с поверхности почвы в этот период очень незначительно, так как при глубоком стоянии грунтовых вод передвижение жидкой воды по капиллярам

практически отсутствует. Кроме того, высохший верхний слой почвы играет роль мульчирующего слоя, что способствует сокращению непосредственного испарения с почвы.

По мере развития корневой системы во влагооборот включаются все более глубокие слои почвы, до 150...200 см. В слоях почвы, не пронизанных корнями растений, запасы влаги меняются очень мало. В них общий расход влаги определяется запасом продуктивной влаги, обеспечивающим транспирационную деятельность растений.

Осенний режим влажности почвы отличается резким сокращением расхода влаги на транспирацию и испарение. Этот период – от перехода температуры воздуха через 15 °С до перехода через 5 °С характеризуется окончанием вегетации у большинства растений. Понижение температуры обуславливает уменьшение испаряемости. Расход почвенной влаги обычно не превышает 10 мм за декаду и, как правило, с избытком компенсируется осадками, что в итоге дает увеличение запасов почвенной влаги на 30-50 мм в метровом слое по сравнению с запасами воды в конце летнего периода.

В период осенней вегетации озимых культур влагосодержание 20-сантиметрового слоя почвы на большей части территории превышает 20 мм продуктивной влаги. К концу осени запасы почвенной влаги восстанавливаются почти полностью.

#### 1.4 Ветер и его роль в жизни растений

Ветром называется движение воздуха относительно земной поверхности. Причиной возникновения ветра является неравномерное распределение давления воздуха на поверхности Земли, связанное с неодинаковым нагревом участков суши и водных пространств. В зависимости от географической широты и долготы, рельефа, высоты над уровнем моря, от характера подстилающей поверхности одни участки суши нагреваются больше, чем другие. Возникающая при этом разность

температур приводит к различиям в давлении воздуха. [2]

Ветер численно характеризуется скоростью и направлением. Повторяемость различных направлений ветра за выбранный промежуток времени анализируется с помощью специальных графиков, называемых розой ветров.

Значение ветра в сельскохозяйственном производстве велико и разнообразно. Например, слабые ветры способствуют переносу пыльцы, оплодотворению и образованию семян (плодов) ветроопыляемых растений, подсыханию переувлажненных верхних слоев почвы, скошенных валков зерновых культур и т.п. Степень влияния ветра на растения, на состояние почвенного покрова зависит от скорости и продолжительности ветра, особенно при сочетании с другими метеорологическими факторами: температурой, осадками, солнечной радиацией. Высокие скорости ветра вызывают усиление транспирации растений, интенсивную потерю влаги из верхних горизонтов почвы, ее механическое разрушение (ветровая эрозия), полегание посевов, обрыв цветков и плодов; препятствуют лёту насекомых-опылителей растений, проведению сеноуборочных работ. В зимнее время сильные ветры способствуют перераспределению снежного покрова на полях, незащищенных специальными заградительными средствами типа полезащитных лесных полос и кулис. Снег сдувается в овраги и балки, под воздействием ветра обнажаются корни зимующих культур и растения вымерзают. [2]

1.5 Характеристика основных сельскохозяйственных культур по их требованиям к агрометеорологическим условиям

Климатические и погодные условия возделывания сельскохозяйственных на территории России и других государств СНГ весьма разнообразны. Это позволяет выращивать большое разнообразие культур, за исключением тропических. Однако из всей площади,

используемой для сельского хозяйства, только третья часть (по усредненным данным) получает достаточное количество осадков, необходимое для формирования урожая. Остальные две трети посевных площадей подвержены периодическим засухам, поздним весенним и ранним осенним заморозкам, сильным морозам зимой, влиянию недостаточной теплообеспеченности посевов, избыточному увлажнению и другим видам неблагоприятных условий погоды теплого и холодного полугодий.

Зерновые культуры – это важнейшая группа злаковых растений, возделываемых в основном для получения зерна. Зерно имеет большое продовольственное и кормовое значение, является сырьем для мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности. Злаковые культуры обычно подразделяют на хлебные и бобовые. К хлебным культурам относятся пшеница, рожь, ячмень, овес. В группу хлебных включены и крупяные культуры – гречиха, рис, просо, сорго, чумиза и др. Группу бобовых культур составляют горох, фасоль, соя, арахис, бобы, нут и др.

Озимая пшеница – ценная продовольственная зерновая культура. Семена озимой пшеницы начинают прорастать уже при температуре 1...2°C, однако для дружного прорастания и появления всходов оптимальной считается температура 14...20°C. При такой температуре и хорошей влажности пахотного горизонта почвы массовые всходы обычно появляются через 7...9 дней после сева. Одним из важных условий, обеспечивающих нормальную перезимовку озимой пшеницы, является фаза развития, в которой растение входит в зимний период. Хорошо укоренившиеся растения в фазе кущения оказываются наиболее стойкими к комплексу неблагоприятных условий зимнего периода. Наступление фазы кущения озимой пшеницы находится в тесной зависимости от температуры и запасов продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы. Наиболее благоприятной для кущения озимой пшеницы является температура воздуха 9...12°C при запасах продуктивной влаги более 20 мм в пахотном слое. Активная вегетация озимой пшеницы прекращаются после перехода средней суточной

температуры воздуха осенью через 5°С в сторону понижения. При благоприятных условиях озимая пшеница, посеянная в оптимальные сроки, формирует к концу осени 3...6 побегов на одном растении. Озимая пшеница – менее зимостойка, чем озимая рожь. При -18...-20°С на глубине узла кущения озимая пшеница вымерзает, но при достаточно глубоком снеговом покрове (20 см и более) она выносит морозы до -35...-40°С. Вследствие интенсивного роста озимой пшеницы в период выход в трубку – колошение наблюдается наибольшая потребность во влаге. Наиболее высокие урожаи формируются в годы, когда в этот период запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы составляют 100...125 мм. В период цветения и созревания потребность в тепле у растений возрастает. Минимальной температура для цветения считается 6...7°С, максимальной – около 40°С. Общая продолжительность вегетационного периода озимой пшеницы, включая зимний период, в зависимости от сорта и сложившихся агрометеорологических условий варьирует от 275 до 330 дней. Эта культура хорошо использует осеннюю и весеннюю влагу, поэтому ее урожайность в значительно меньшей степени зависит от условий увлажнения весенне-летних месяцев, чем урожайность яровых зерновых культур.

Озимая рожь – одна из древнейших зерновых культур, выращиваемая на территории России со 2...1-го тысячелетия до н.э. Возделывается во многих почвенно-климатических зонах, но в основном в нечерноземной зоне России. При наличии влаги в почве семена ржи начинают прорастать при температуре 1...2°С; оптимальная температура для их прорастания 20...22°С. Дружные всходы озимой ржи появляются через 6...8 дней после посева при температуре 12...14 °С и хороших запасах влаги в верхних 20 см почвенного слоя. Рожь – зимостойкая культура, выдерживающая в малоснежные зимы морозы до -30...-35°С. Рожь хорошо кустится при средней суточной температуре воздуха около 12°С, хотя слабое кущение наблюдается и при температуре около 5°С. Весеннее возобновление вегетации этой культуры происходит при температуре воздуха около 5°С. В



период выхода в трубку благоприятна температура воздуха 11...12°C. В период колошения хорошими условиями считается температура воздуха 16...17°C. Опыляется рожь перекрестно, ветром. Рожь относится к числу засухоустойчивых культур, что объясняется, в частности, хорошим развитием корневой системы.

Яровая пшеница относится к числу основных зерновых продовольственных культур. Яровая пшеница уступает озимой по урожайности, но успешно заменяет ее в тех регионах, где из-за суровых зим выращивание озимой пшеницы нецелесообразно. Способность яровой пшеницы быстро развивать мощную корневую систему обеспечивает ее относительную засухоустойчивость. Прорастание семян яровой пшеницы начинается при температуре 1...2°C, всходы появляются при 4...5°C, что позволяет проводить сев в ранние весенние сроки. Набухшие и наклюнувшиеся в почве семена способны без больших повреждений переносить кратковременные понижения температуры воздуха до -10...-13°C. Всходы пшеницы переносят заморозки до -6...-8°C. Оптимальными условиями увлажнения в начале развития растений являются запасы продуктивной влаги в пахотном горизонте почвы 30...40 мм. В условиях хорошей влагообеспеченности начало кущения яровой пшеницы наблюдается при сумме эффективных температур воздуха (выше 5°C) 67°C. Оптимальные условия для кущения растений наступают при температуре воздуха 13...18°C. Яровая пшеница – растение длинного дня. После фазы выхода в трубку у нее проявляются сортовые различия по потребности к теплу. Так, для прохождения периода развития от выхода в трубку до колошения различным сортам требуется сумма эффективных температур (выше 5°C), равная 282...4000°C, а от колошения до фазы восковой спелости – 450...540°C. Яровая пшеница относится к засухоустойчивым культурам, однако атмосферная и почвенная засухи в период колошения – молочная спелость заметно снижают урожай зерна.

Ячмень – древнейшая зерновая культура, возделываемая во многих

странах мира. Это наиболее скороспелая и нетребовательная к почвенно-климатическим условиям культура. Семена ячменя начинают прорастать при температуре 1...2°C. Всходы появляются при суточной температуре воздуха 8...10°C на 12...17-й день, а при 16...18°C – на 6...7-й день. При ранних сроках посева ячмень достаточно заморозкоустойчив: его всходы начинают повреждаться при заморозках -7...-8 °C. В условиях хорошей влагообеспеченности кущение ярового ячменя начинается при сумме эффективных температур (выше 5°C) от даты посева 134 °C. Ячмень – влаголюбивое растение (до начала налива зерна). Колошение ячменя начинается при накоплении суммы эффективных температур после фазы выхода в трубку около 330 °C, а для прохождения периода колошение – восковая спелость требуется около 400 °C. В условиях укороченного светового дня развитие ячменя задерживается, поскольку он относится к группе растений длинного дня. В среднем продолжительность вегетационного периода ярового ячменя составляет от 55 до 110 суток.

Овес – зерновая культура умеренного климата. Это влаголюбивое яровое или озимое, не требовательное к теплу растение длинного дня, с коротким вегетационным периодом – 80...120 дней. Семена овса начинают прорастать при температуре 2...3°C, поэтому наиболее урожайными оказываются посевы в ранние сроки в переувлажненную почву. Всходы овса переносят кратковременные весенние заморозки до -8...-9 °C. В период от всходов до кущения наиболее благоприятной является температура 15...18 °C. При хорошей влагообеспеченности от посева до кущения сумма эффективных температур (выше 5°C) составляет 134 °C. После выхода в трубку фаза выметывания метелки наступает при накоплении суммы эффективных температур 378 °C. Для цветения овса наиболее благоприятной является умеренно влажная погода с температурой воздуха 18...20 °C. Высокие температуры (38...40 °C) и летние засухи овес переносит хуже яровой пшеницы и ячменя.

Кукуруза – важная зерновая и кормовая культура, относится к

древнейшим растениям, в России возделывается с 17-го века. Кукуруза – яровая, теплолюбивая культура, ее основные посевы на зерно сосредоточены в южных регионах, а в нечерноземной зоне России, в Сибири и на Дальнем Востоке она выращивается в основном на силос для скота. Семена кукурузы начинают прорастать при температуре почвы около 8 °С. Однако при такой температуре прорастание протекает очень медленно, проростки часто загнивают и посевы изреживаются. Ю.И.Чирковым установлено, что при запасах продуктивной влаги более 15 мм в слое почвы 1...10 см и температуре 11...12°С всходы появляются через 20...25 дней, при температуре 18...22 °С – через 6...8 дней. Весенние заморозки до -2...-3°С повреждают всходы.

Раннеспелые сорта кукурузы образуют 11...12 листьев (на это требуются меньшие ресурсы тепла) по сравнению с позднеспелыми сортами, формирующими 19...21 лист. Влажность почвы существенно влияет на накопление фитомассы, тогда как на скорость развития растений она оказывает слабое воздействие. Оптимальными условиями для формирования урожая зеленой массы кукурузы являются: средняя декадная температура воздуха 20...24 °С, запасы продуктивной влаги 35...45 мм в пахотном слое подзолистых почв и 60...70 мм – в полуметровом слое черноземных почв. Наиболее благоприятные условия для налива зерна складываются при средней суточной температуре 20...24 °С и запасах продуктивной влаги 60...70 мм и более в полуметровом слое почвы. Кукуруза является светолюбивым растением и требует интенсивного солнечного освещения. Кукуруза относится к сравнительно засухоустойчивым культурам; на образование единицы сухого вещества она потребляет меньше воды, чем яровые зерновые культуры.

Просо относится к числу важнейших крупяных культур. Просо обыкновенное – это яровое, теплолюбивое, засухоустойчивое и жаростойкое растение короткого дня. Прорастание семян начинается при температуре почвы 6...8°С, но оптимальной температурой считается 20 °С, в связи с чем

просо принадлежит к числу культур относительно поздних сроков посева. Характерной особенностью проса является медленный рост в начале вегетации. Всходы проса повреждаются заморозками  $-2...-3$  °С. Наиболее благоприятная температура для роста и развития растений  $18...24$  °С. Наибольшая потребность во влаге наблюдается в межфазный период от выхода в трубку до выметывания. Фаза выметывания наступает после накопления суммы эффективных температур  $600$ °С. Как засухоустойчивая культура, просо незаменимо в засушливых районах и широко используется в качестве «страховой» для пересева погибших озимых или ранних яровых зерновых культур.

Гречиха, как и просо, возделывается человеком с глубокой древности; она считается одной из важнейших крупяных культур, широко распространена во многих европейских странах, в том числе в России. Гречиха – яровая, влаголюбивая и теплолюбивая культура. Вегетационный период для различных сортов составляет от 60 до 120 суток. Семена гречихи начинают прорастать при температуре воздуха около  $6$  °С, а дружные всходы появляются на 5...7-й день при температуре  $15...20$  °С. Всходы гречихи весьма чувствительны к заморозкам и повреждаются при температуре воздуха  $-1...-2$  °С. При оптимальных температурах воздуха и хорошей влагообеспеченности происходит быстрое развитие гречихи: через 25...30 дней после появления всходов растения зацветают. В период цветения наиболее благоприятна солнечная погода со средней суточной температурой воздуха  $16...20$  °С и с кратковременными слабыми дождями. Такие условия благоприятны также для активного лёта пчел – основных опылителей цветков гречихи. При ночных температурах воздуха  $10$ °С и ниже прекращаются цветение и налив зерна гречихи. Формирование хорошего урожая гречихи происходит в условиях высокой влагообеспеченности растений в фазы цветения и образования зерна.

Рис посевной – древнейшая продовольственная крупяная культура тропических регионов мира и субтропических районов умеренного климата.

Рис – влаголюбивая и теплолюбивая культура. Выращивается в условиях постоянного затопления водой путем строительства специальных рисовых оросительных систем. Рис ускоренно развивается при коротком световом дне. Продолжительность вегетационного периода составляет от 85...100 дней у скороспелых сортов, до 135...145 дней у позднеспелых. Семена риса прорастают при температуре 11...12 °С, а всходы появляются при температуре увлажненной почвы 14...15 °С. В период кущения для риса необходима температура не ниже 15...18 °С, в период цветения – 18...20 °С. Рис – самоопыляющаяся культура. Наиболее благоприятная температура для роста и развития растений 25...30 °С, но не выше 40 °С.

Сорго – ценная зерновая и кормовая культура многостороннего использования. Сорго – яровая теплолюбивая, светолюбивая и наиболее засухоустойчивая культура. Зерно прорастает при температуре 11...12 °С. Всходы повреждаются заморозками -2...-3 °С. Растения хорошо растут и развиваются при температуре воздуха до 33 °С и удовлетворительно переносят температуру до 38...40 °С. Сорго весьма чувствительно к понижению температуры ночью: при средней ночной температуре 14 °С и дневной 20 °С рост и развитие растений замедляется. Засухоустойчивость растений выражается в способности выдерживать относительно длительные периоды почвенной засухи. Продолжительность вегетационного периода в зависимости от сорта и условий возделывания этой культуры составляет 90...150 суток.

Зерновые бобовые культуры возделываются для получения зерна (семян), богатого белком, и имеют большое продовольственное и кормовое значение. Практически все бобовые культуры считаются хорошими предшественниками для других сельскохозяйственных культур в севооборотах. Зерновые бобовые культуры возделываются во всех земледельческих районах мира.

Горох посевной является наиболее распространенной зернобобовой культурой. Горох – яровая влаголюбивая культура длинного светового дня с

вегетационным периодом от 45 до 120 суток. Прорастание семян гороха происходит при температуре, близкой к 0 °С, что позволяет сеять его в ранние весенние сроки. При температуре воздуха 8...10 °С семена прорастают за 4...6 дней. Оптимальная температура воздуха для роста и развития растений гороха 18...25 °С. Многие сорта гороха хорошо переносят избыток влаги в почве, но близость грунтовых вод неблагоприятно влияет на рост и развитие растений. При хорошем развитии корневой системы посевы нормально переносят кратковременную почвенную засуху.

Фасоль обыкновенная, известная человеку с 3-го тысячелетия до н.э. Фасоль – яровая теплолюбивая, светолюбивая и влаголюбивая и в то же время засухоустойчивая культура. Семена во влажной почве прорастают при температуре 10...12 °С, а всходы повреждаются при заморозках -1,0...-1,5 °С, поэтому сев фасоли проводится после окончания весенних заморозков и наступления устойчивого прогревания почвы до 12...15 °С. Хорошие условия для роста и развития фасоли складываются при температуре воздуха 20...25 °С и высокой обеспеченности почвенной влагой.

Соя обыкновенная – это яровая теплолюбивая, светолюбивая и влаголюбивая культура, выдерживающая кратковременную засуху. Вегетационный период сои – около 200 суток, в том числе период с температурами воздуха выше 15 °С – 130...150 суток.

Кормовые бобы – одна из древних культур земледелия. Прорастание семян начинается при температуре воздуха 3...4 °С, а всходы выдерживают кратковременные заморозки до -5...-6 °С. Требования к теплу такие же, как у гороха. В условиях высокой влагообеспеченности эта культура дает высокие урожаи бобов и растительной массы, используемой для корма скоту.

Прядильные культуры – это группа сельскохозяйственных растений, возделываемых для получения волокна.

Хлопчатник – теплолюбивая культура, возделываемая только в условиях орошаемого земледелия. За период вегетации проводится 4...6 поливов. Транспирационный коэффициент изменяется в зависимости от

сорта от 350 до 1651. Хорошими условиями для появления всходов считается средняя суточная температура воздуха 14 °С и несколько выше при запасах продуктивной влаги на глубине заделки семян (0...5 см) 6...10 мм. Для появления всходов хлопчатника необходима сумма эффективных температур выше 10 °С, равная 84 °С. Для всходов хлопчатника большую опасность представляют поздние весенние заморозки (-0,5...-1,0 °С), а также почвенная корка, сильные ветры и суховеи. Хлопчатник плохо переносит засоление почвы.

Лен относится к числу лучших лубоволокнистых растений. Лен – растение длинного дня, нетребовательное к теплу; возделывается в районах, хорошо обеспеченных влагой; вегетационный период варьирует от 75 до 90 сут. Однако лен плохо переносит избыточное увлажнение и высокий уровень стояния грунтовых вод. Наиболее дружные всходы льна появляются при температуре воздуха 10...12 °С. Благоприятными условиями для формирования полноценного волокна этой культуры считается нежаркое лето с частыми несильными дождями. Осадки ливневого характера с сильным ветром вызывают полегание посевов, в результате чего ухудшаются условия уборки льна, снижается качество волокна.

Масличные культуры – группа сельскохозяйственных растений, из которых получают жирные масла, содержащиеся в семенах или плодах.

Корнеплоды – сельскохозяйственные культуры, имеющие специальный запасующий орган, в образовании которого участвуют главный побег, подсемядольное колено (гипокотиль) и главный корень.

Сахарная свекла является основным источником сырья для сахарной промышленности. Свекла – культура теплолюбивая, светлюбивая и влаголюбивая; легко переносит непродолжительную почвенную засуху.

Клубнеплоды – группа растений, образующих запасующие органы корневого, стеблевого и листового происхождения, часто выполняющие функции вегетативного размножения: картофель, топинамбур, батат, кольраби (разновидность огородной капусты) и др. Рассмотрим особенности

этих культур на примере картофеля.

Картофель – влаголюбивое (особенно во время цветения и клубнеобразования), светлюбивое и довольно холодостойкое растение.

Овощные и бахчевые культуры – это группа сельскохозяйственных культур травянистого происхождения.

Капуста – светлюбивая, влаголюбивая и холодостойкая культура. Вегетационный период раннеспелых сортов капусты составляет 100 суток, позднеспелых – 200 суток. Капуста – растение длинного дня – нуждается в хорошем и продолжительном освещении.

Огурец посевной – однолетняя овощная культура. Огурцы – очень влаголюбивая и теплолюбивая культура.

Дыни и арбузы относятся к группе бахчевых культур. Дыни и арбузы – однолетние теплолюбивые растения. Дыни и арбузы – светлюбивые и засухоустойчивые растения.

Фруктовые и ягодные культуры – эта группа культурных растений выращивается человеком для получения фруктов, ягод и орехов. Фруктовые культуры выращивают в умеренном, субтропическом и тропическом поясах (от 60° с.ш. до 60° ю.ш.). Все они – многолетние растения, большинство – листопадные, некоторые – вечнозеленые. Независимо от возраста все многолетние плодово-ягодные культуры имеют ежегодно повторяющийся цикл развития, состоящий из двух периодов – вегетации и покоя. Эти культуры различаются по долговечности, морозостойкости, жаровыносливости, урожайности, по особенностям циклов развития, по потребности в освещенности, влаге, по температурному режиму. Фруктовые и ягодные культуры – светлюбивые растения. Наиболее требовательными к освещенности являются персик, абрикос, виноград; частичное затенение выдерживают черешня, айва, груша, слива, яблоня и вишня. Самыми теплолюбивыми культурами считаются лимон, апельсин, мандарин, персик и все тропические культуры. К менее теплолюбивым культурам относятся зимние сорта яблони, поздние сорта сливы, вишни, летние сорта груши.



## 2. Климат Новосибирской области

Новосибирская область входит в состав Сибирского федерального округа и является субъектом Российской с административным центром области городом Новосибирском.

### 2.1 Физико-географическая характеристика Новосибирской области.

Новосибирская область территориально расположена на юго-востоке Западносибирской равнины. Площадь территории области около 180 тысяч км<sup>2</sup>., протяжённость области с запада на восток - около 650 км, с севера на юг – около 450 км.



Рис. 2.1 - Новосибирская область

Территория области обладает многочисленными реками, к самым крупным относятся реки Обь и Омь, большим водоемом является также Новосибирское водохранилище (так называемое «Обское море»). Кроме этих рек, в области расположено около 3 тысяч пресноводных, солёных и горько-солёных озёр (Сартлан, Чаны, Убинское, и т.д.). Местность Новосибирской

области очень заболочена, особенно северная ее часть, болота занимают 22,5% площади Новосибирской области (около 40 тыс км<sup>2</sup>). На севере и северо-западе области находится южная часть крупнейшего в мире Васюганского болота.

Новосибирская область расположена в степной, лесостепной и таёжной зонах. Более 20% территории области покрыто лесом. Наибольший процент лесистости - в подзоне южной тайги (35 %), где господствуют хвойные породы (пихта, ель, сосна, кедр) с примесью берёзы, осины и редко лиственницы. Луга и пастбища главным образом находятся на Барабинской низменности и по долинам крупных рек.

## 2.2. Климат Новосибирской области.

Климат Новосибирской области континентальный. Зимы на территории области обычно суровые и продолжительные, с устойчивым снежным покровом, сопровождаются сильными ветрами и метелями. Во все зимние месяцы могут наблюдаться оттепели, но они кратковременные и наблюдаются не ежегодно.

Лето обычно жаркое, но относительно короткое. Это происходит из-за большого количества тепла и солнечного света. Часто летние месяцы сопровождаются большим количеством осадков.

Осень и весна в Новосибирской области как правило непродолжительные и сопровождаются неустойчивой погодой. Весной могут наблюдаться заморозки и возврат зимних холодов, в осеннее время могут быть ранние заморозки.

Средняя температура января от -16°С на юге, до -20 °С в северных районах. Средняя температура июля +16...+20°С. Средняя годовая температура воздуха — 0,2°С. Абсолютный максимум - +45,1°С, минимум - -51°С (рис. 2.2).

Заморозки на почве начинаются в конце сентября и заканчиваются в

конце мая. Продолжительность холодного периода - 178, тёплого - 188, безморозного - 120 дней.

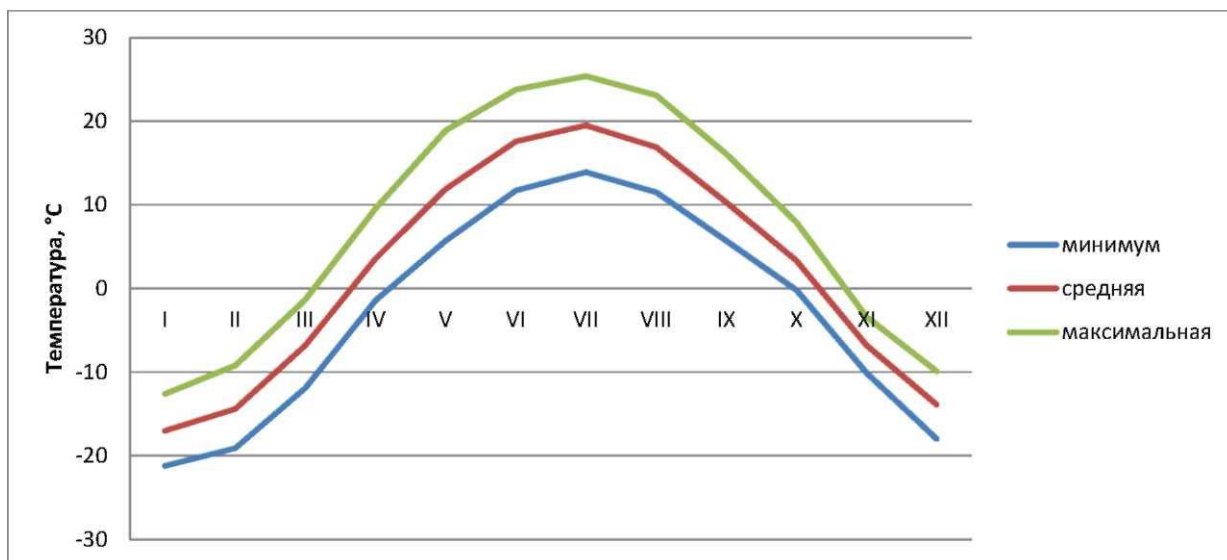


Рис. 2.2 – Годовой ход температуры воздуха в Новосибирске

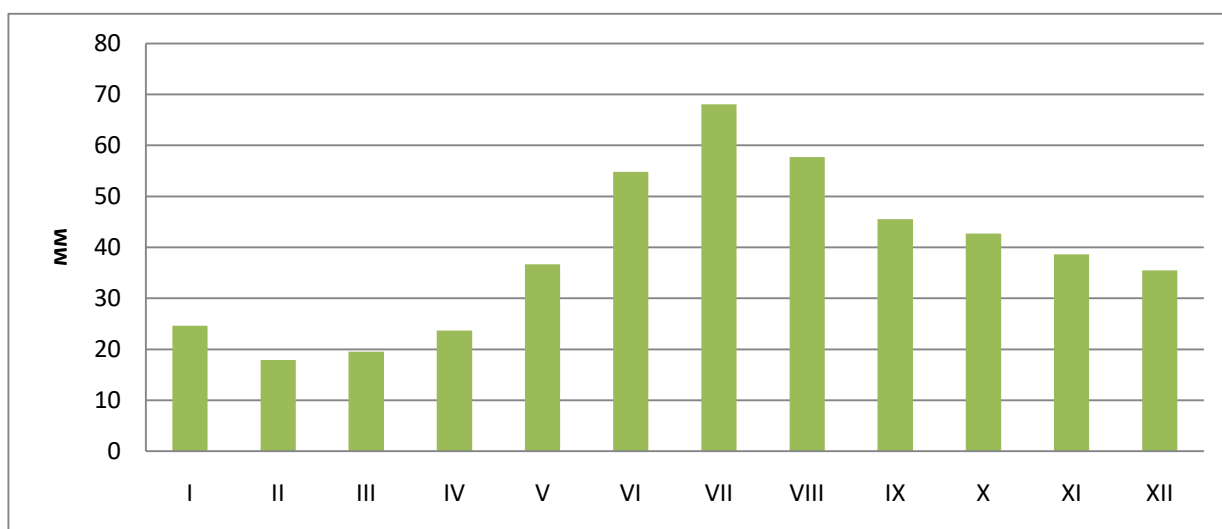


Рис. 2.3 – Годовой ход количества осадков в Новосибирске, мм.

Годовое количество осадков, по многолетним данным, около 4605 мм, из них 20 % приходится на период с мая по июнь, в частности, в тёплый период года, с апреля по октябрь выпадает (в среднем) 330 мм осадков, в период с ноября по март - 95 мм.

Из графика на рисунке 2.4 видно, что твердые осадки возможны с сентября по май, жидкие наблюдаются с марта по ноябрь, а смешанные осадки могут выпадать в холодный период года и переходные периоды - с сентября по май.



Рис. 2.4 – Осадки в районе Новосибирска.

В районе Новосибирска наблюдается 86 безоблачных дней в году, 67 - со сплошной облачностью.

### 2.3 Синоптические процессы над Новосибирской областью.

Территория Западной Сибири, куда входит и Новосибирская область, расположена в умеренных и высоких широтах северо-западной части Азии, на Западно-Сибирской равнине, которая с востока и юго-востока ограничена горами Алтая и Среднесибирским плоскогорьем. На территорию Новосибирской области свободно проникают арктические воздушные массы с Северного Ледовитого океана и тропические воздушные массы из Средней Азии и Казахстана. Невысокие горные массивы Уральского хребта не являются серьезным препятствием для вторжения в районы Западной Сибири воздушных масс с Атлантики.

Как правило, вынос с Атлантики теплых и влажных масс воздуха зимой способствует разрушению сибирского антициклона и вызывает

значительное повышение температуры воздуха, обильные снегопады и метели на территории Новосибирской области.

С выходом западных циклонов также связана существенная доля (около 20%) случаев выпадения сильных осадков летом. Летом особенности атмосферной циркуляции таковы, что области повышенного и пониженного давления смещаются к северу и в Новосибирской области наступает сухая и засушливая погода, в основном это затрагивает сельскохозяйственные районы.

Большая часть осадков в холодный период выпадает на атмосферных фронтах циклонов Арктического фронта и на фронтах окклюзий проходящих по северу циклонов. Весной в процессах осадкообразования усиливается роль циклонов Полярного фронта (в дополнение к основной роли циклонов Арктического фронта).

В летнее время в Новосибирской области значительное количество осадков выпадает на фронтах циклонов, образующихся над центральными районами Западной Сибири, и на вторичных холодных фронтах западных циклонов. Максимум осадков в июле связан с циклонической деятельностью на полярном фронте при максимальном влагосодержании воздушных масс и интенсивном развитии восходящих конвективных потоков над нагретой сушей.

Большинство неблагоприятных и опасных явлений погоды на территории Новосибирской области связано с прохождением циклонов. В зимнее время наиболее сильные метели и ветры обусловлены глубокими циклонами. Как правило, блокирующий стационарный антициклон на востоке вызывает образование значительных барических градиентов при продвижении циклонов с запада, что способствует усилению ветра. При западных процессах повышение ветра до 15-20 м/с и более вероятно, когда центр циклона проходит над средним течением Иртыша и Оби, а территорию Новосибирской области пересекает система фронтов различного типа на фоне значительных градиентов давления.

При выносе в район Новосибирской области воздушных масс с Атлантики в холодный период года, в зоне теплых фронтов и окклюзий нередко отмечается выпадение переохлажденных осадков в виде дождя, мокрого снега и происходит образование гололеда.

В летнее время циклоны западного происхождения, а также большая неустойчивость атмосферы являются причиной возникновения опасных конвективных явлений (грозы, град, шквал, сильный ливень).

Часто наблюдаются процессы с перемещением воздушных масс в меридиональном направлении. Траектории движения основных циклонов и антициклонов разделены линией Аральское море - Алтай - Красноярск, северо-западнее которой проходят циклоны, а юго-восточнее - антициклоны. Циклоны, выходящие на территорию Новосибирской области, чаще зимой и в переходные сезоны зарождаются над Каспием, Средней Азией и Казахстаном.

Южные циклоны обычно имеют большие скорости перемещения, циклоны из районов Каспия могут достигнуть Новосибирска за 1,5 суток. Сочетание больших скоростей перемещения циклонов со значительным их углублением вызывает резкие изменения температуры, сильные ветры, метели, оттепели и гололедные явления.

При выносе теплых воздушных масс с юга наблюдаются теплые зимы на юго-востоке Западной Сибири, в том числе в Новосибирске.

Иногда, в случае быстрого прорыва южного циклона к северу может отмечаться резкое повышение температуры (до 20°C и более в сутки). С прохождением юго-западных и южных циклонов связано примерно 50% случаев значительных осадков на юге Западной Сибири (10 мм и более за сутки в теплое полугодие и 4 мм и более - в холодное). При этом длительные дождливые периоды устанавливались, когда быстро углубляющийся циклон после своего выхода на юго-восток Западной Сибири превращался в высокое и малоподвижное образование.

Но чаще всего, в теплый период в Новосибирской области наблюдается

сухая погода с минимумом осадков. Такая ситуация связана переносом сухого воздуха из районов Казахстана и Средней Азии в теплых секторах циклонов. В засушливые годы усиливается вынос сухого воздуха с юго-востока, что при развитии нисходящих движений воздуха на западной периферии антициклона, располагающегося над Алтаем, еще более понижает влагосодержание воздуха и способствует разрушению облачности.

Зимой, при выходе южных циклонов, в Новосибирской области наиболее частыми явлениями являются метели. Такая ситуация происходит вследствие значительных барических градиентов в передней части циклона, причем штормовые ветры и метели начинаются задолго до прохождения теплого фронта. При выходах южных циклонов Большие градиенты наблюдаются нередко и за холодным фронтом при выходах на рассматриваемую территорию южных циклонов. Такая ситуация способствует формированию максимально широкой зоны метелей, поземков и сильных ветров. При пересечении южного циклона Новосибирской области, контрасты температуры воздуха в нем достигают  $25^{\circ}\text{C}$  и более на 1000 км. и наблюдается максимальная интенсивность метелей. Отмечены случаи интенсивных метелей не только при относительно высокой температуре, но и при низких температурах (до  $-25^{\circ}\text{C}$ ) в тылу за холодным фронтом.

Сильные, порывистые ветра со скоростями более 15 м/с на территории Новосибирской области чаще всего наблюдается при прохождении холодных фронтов. Очень сильные ветры со скоростями более 25 м/с, переходящие в ураганные, со скоростями до 33-40 м/с отмечаются при перемещении глубоких циклонов и фронтов со скоростью перемещения циклонов 70-90 км/ч и более. Помимо таких явлений погоды, как грозы, град, шквал, связанных с юго-западными циклонами, в летнее время в районе Новосибирска нередки пыльные бури, обусловленные усилением ветра при перемещении циклонов из районов Средней Азии и Казахстана.

Особый интерес вызывают так называемые «ныряющие циклоны».

Такие циклоны наблюдаются, в основном, зимой и в переходные периоды, они смещаются на район Новосибирской области с северо-запада, реже - с севера из районов Карского и Баренцева морей.. Достигая южных районов Новосибирской области, такие циклоны меняют направление на восточное или северо-восточное. Высотный задерживающий гребень над Уралом способствует эволюции циклонов северного типа, а «нырянию» циклонов предшествует циклоническая деятельность в арктическом бассейне.

Когда над европейской территорией и над Уралом происходит развитие высотных гребней, такой процесс приводит к блокированию переноса воздушных масс с запада. Такой процесс может продолжаться несколько недель и даже месяцев и приводит к образованию над территорией Сибири антициклонической серии с гребнем, выходящим на европейскую территорию России. Когда устанавливается такой блокирующий гребень, над территорией Новосибирской области появляются полярные антициклоны, которые формируются в массах арктического воздуха и смещаются вдоль гребня на юг.

Из-за появления над Новосибирской областью арктического воздуха и сильного ночного выхолаживания наблюдаются очень холодные зимы с температурой  $-35...-40^{\circ}\text{C}$  и ниже. Часто зимой наблюдается длительное стационарирование антициклона над Западной Сибирью и наблюдаются сильные холода, которые формируются при одновременном вторжении холодных антициклонов на юг Западной Сибири.

Когда весной в тыл ныряющих циклонов затекает холодный арктический воздух, происходит резкое похолодание в Новосибирской области, температура может опускаться до  $-20^{\circ}\text{C}$  в апреле и даже до  $-10^{\circ}\text{C}$  в мае.

В осенний период, обычно в октябре-ноябре может наблюдаться наступление ранней зимы. Это похолодание возникает при развитии блокирующего процесса над Уралом и усиление циркуляции восточного типа. В теплый период года с таким процессом связаны заморозки в воздухе



и на поверхности почвы. Арктический воздух в тыловых антициклонах, при движении к югу трансформируется в континентальный и прогревается, вызывая засухи и сухие горячие ветра.

Если над Казахстаном и предгорьями Алтая формируется зона высокого давления, то при прохождении «ныряющих» циклонов возникают большие барические градиенты над юго-восточными областями Западной Сибири. В таком случае перед теплыми фронтами наблюдается широкая зона обложных снегопадов и метелей, которая присутствует и теплом секторе циклонов. При таком процессе наблюдается почти половина всех метелей в Новосибирской области. Сильные, порой, штормовые ветра наблюдаются в зонах теплых фронтов, причем даже чаще, чем в зонах холодных фронтов.

При усилении циклонической деятельности в Новосибирской области (особенно при прохождении «ныряющих» циклонов) возникают зоны с большим количеством осадков. Основная масса осадков в холодный период выпадает на фронтальных разделах циклонов арктического фронта.

В весенне-летнее время большое количество осадков наблюдается при прохождении циклонов полярного фронта, а также местных циклонов, которые образуются образующихся над центральными районами Западной Сибири. Летом над Новосибирской областью часто возникает зона пониженного атмосферного давления. На слабо выраженных вторичных фронтах и неустойчивом воздухе возникают упорядоченные конвективные потоки, которые способствуют выпадению ливневых осадков.

Зимой, когда воздух сильно выхолаживается, могут возникать морозные туманы, При температуре ниже  $-35^{\circ}\text{C}$  и влажности воздуха от 70-80% такие туманы могут наблюдаться до нескольких суток.

Летом нередко возникает стационарная термобарическая депрессия. В таких депрессиях над Новосибирской области наблюдаются неблагоприятные и опасные конвективные явления. Грозы, шквалы, град и сильные ливни могут наблюдаться с небольшими перерывами и длиться в течение 5-7 суток.

Для описания циркуляции атмосферы над территорией Западной Сибири по данным за 2001-2020 гг. предложена следующая классификация циклонов и антициклонов:

I. Циклоны, смещающиеся из центральных районов европейской части России к Среднесибирскому плоскогорью.

II. Западные циклоны, образующиеся на волне полярного фронта в районе Среднего Поволжья (Урала) и Зауралья.

III. Юго-западные циклоны, обычно продвигающиеся из районов Каспийского и Аральского морей на северо-восток. С выходом этих циклонов связаны резкие изменения погоды.

IV. Северные циклоны, смещающиеся из полярных районов Западной Сибири к югу или с запада на восток вдоль побережья Северного Ледовитого океана. Характерно быстрое смещение фронтов с некоторым их замедлением в восточных районах Сибири.

V. Южные циклоны, образующиеся в южных районах Средней Азии: от оз. Балхаш до междуречья Амударьи и Сырдарьи и предгорий Памира и Алтая. Характерно их быстрое перемещение в северо-восточном направлении.

VI. Местные циклоны, зарождающиеся в районе междуречья Оби и Иртыша или на юге Западной Сибири.

VII. Северные циклоны, смещающиеся из районов Кольского полуострова, с севера европейской территории России и Северного Урала в направлении среднего течения Иртыша.

VIII. Сибирский антициклон с центром над Тувой, Алтаем или Монголией, гребень которого распространяется с юго-востока на северо-запад.

IX. Антициклоны, формирующиеся над Арктикой (Северная Земля, Новосибирские острова) и перемещающиеся на юг или юго-запад (ультраполярные вторжения).

X. Антициклоны (или блокирующий гребень) с центром над Уралом перемещаются с северо-запада на юго-восток.

XI. Антициклоны, выходящие с европейской территории России на районы Западной Сибири с запада на восток.

XII. Антициклоны, образующиеся в районе Черного и Каспийского морей и перемещающиеся с юго-запада на северо-восток.

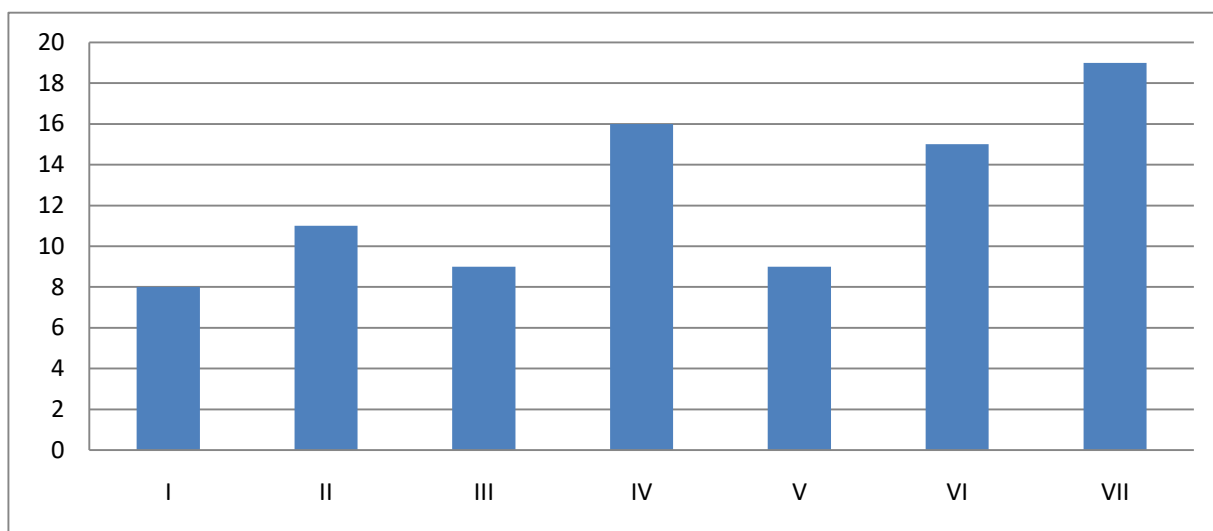


Рис. 2.5 – Количество циклонов разных типов (ср. число случаев)

На рисунках 2.5 и 2.6 представлены статистические характеристики количества циклонов и антициклонов разных типов за указанный выше период. Общее число циклонов, определявших погоду над Западной Сибирью в этот период, почти в 1,5 раза превышало число наблюдавшихся антициклонов – всего 87 против 61. Наибольших высот в своем развитии достигают циклоны типов II и VII зимой, самыми низкими во все сезоны являются местные циклоны (тип VI).

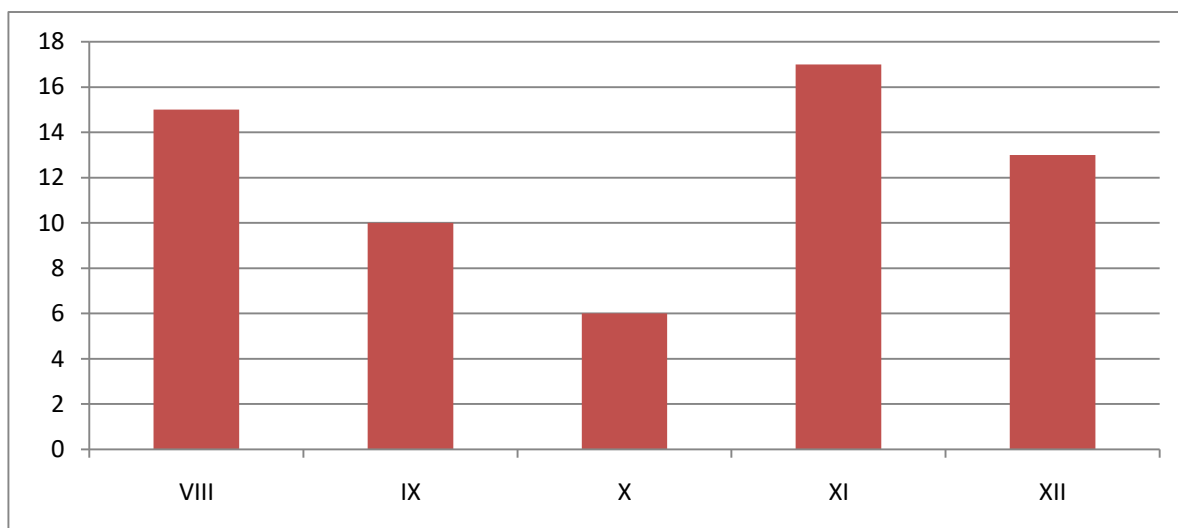


Рис. 2.6 - – Количество антициклонов разных типов (ср. число случаев)

Непосредственное действие циклона на территорию Новосибирской области чаще всего не превышает одних суток. При этом юго-западные циклоны чаще проходят быстрее (в течение 12 ч), чем северо-западные и западные. При благоприятных условиях может осуществиться выход в районы Сибири целой серии южных циклонов, вследствие чего действие предшествующего циклона перекрывается влиянием следующего за ним циклона. Действие северо-западных циклонов может быть более продолжительным - до двух суток. Это происходит вследствие влияния гор Алтая, которые замедляют движение циклонов этого типа и меняют направление их движения на восточное и северо-восточное.

В целом, число циклонов и антициклонов разных типов над Новосибирской области по годам изменяется в широких пределах: от 41 до 157 - для циклонов и от 29 до 99 - для антициклонов. Число барических образований в год, когда наблюдалось минимальное количество барических образований, может отличаться от периода с максимальным количеством барических образований, в 2-3 раза.

### 3. Агрометеорологические характеристики Новосибирской области

#### 3.1 Солнечная радиация

Известно, что для вегетации растений большое значение имеет радиационный баланс, продолжительность солнечного сияния и другие характеристики солнечного излучения. Радиационный баланс определяется прямой, рассеянной и отраженной солнечной радиацией и разностью излучения земли и противоизлучения атмосферы. В Новосибирске актинометрические наблюдения составляющих радиационного баланса не проводятся. Для Новосибирской области по станции Огурцово где проводятся эти наблюдения, годовая величина радиационного баланса равна 1430 МДж/м<sup>2</sup>. С октября по март он имеет отрицательное значение, с апреля по сентябрь - положительное. Смена знака радиационного баланса осуществляется в третьей декаде октября и во второй декаде марта. Максимальная сумма радиационного баланса достигается в июне (348 МДж/м<sup>2</sup>). При этом на три месяца (май - июль) приходится около 70 % годовой суммы радиационного баланса. Суточный ход солнечной радиации характеризуется максимумом в полдень. В ночное время отмечается выхолаживание земной поверхности.

Продолжительность солнечного сияния измеряется числом часов, в которые солнце освещало окрестности станции. Число часов солнечного сияния зависит от продолжительности дня, облачности и закрытости горизонта около станции. Продолжительность дня, которая зависит от широты места и времени года, определяет теоретически возможную продолжительность солнечного сияния. Отношение действительной продолжительности солнечного сияния к теоретически возможной дает представление о возможном отсутствии облачности (ясное небо). На графике 3.1 представлены данные по средней продолжительности солнечного сияния в Огурцово, расположенном в 98 км севернее Посевной.

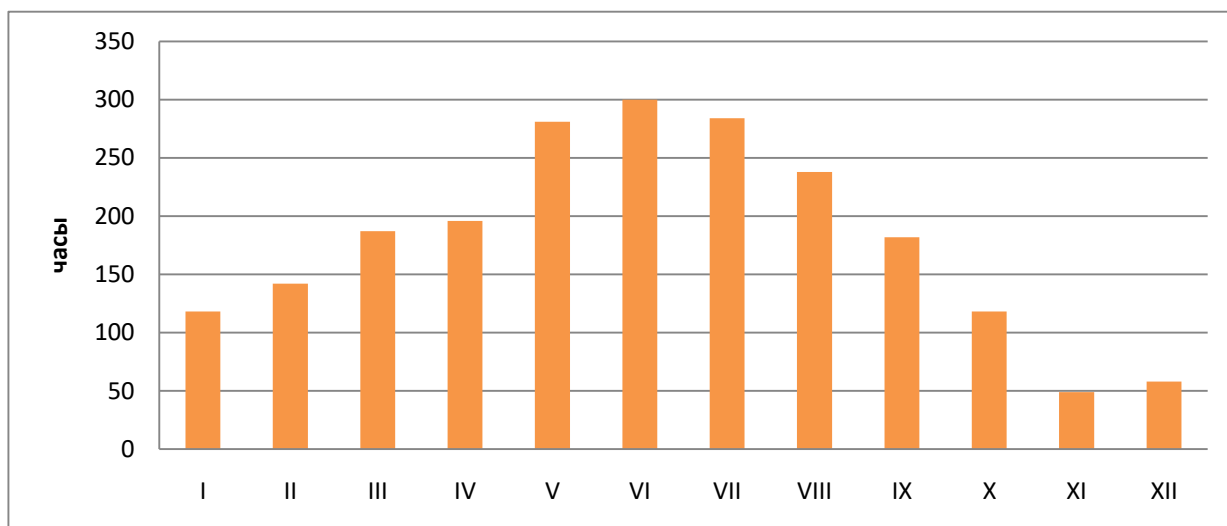


Рис.3.1 – Действительная продолжительность солнечного сияния

Из графика видно, что максимальные значения приходятся на май, июнь и июль, минимальные значения наблюдаются в ноябре и декабре. В отдельные годы продолжительность солнечного сияния может заметно отличаться от средней многолетней. Возможная продолжительность солнечного сияния в короткие зимние дни невелика, фактические ее величины составляют всего 11 -15% возможной величины. В летние месяцы относительная продолжительность солнечного сияния составляет в среднем 55-58 %. В утренние и вечерние часы продолжительность солнечного сияния мала и достигает максимальных значений в дневные часы (зимой это период с 12 до 13 ч, летом - с 10 до 12 ч).

Облачность принимает активное участие в формировании погоды и климата, поскольку от нее во многом зависит радиационный, температурный режим и осадки. Покрывая небо, она уменьшает приток солнечного тепла. Основной характеристикой облачности является повторяемость различного состояния неба: ясного и пасмурного.

На графиках (рис. 3.2 и 3.3) представлена повторяемость различного состояния неба по общей и нижней облачности в процентах от общего числа наблюдений за месяц. При этом учитывались все формы облаков без

подразделения их по высоте (общая облачность) и облака нижнего яруса (нижняя облачность). Данные получены непосредственным подсчетом за 5 лет.

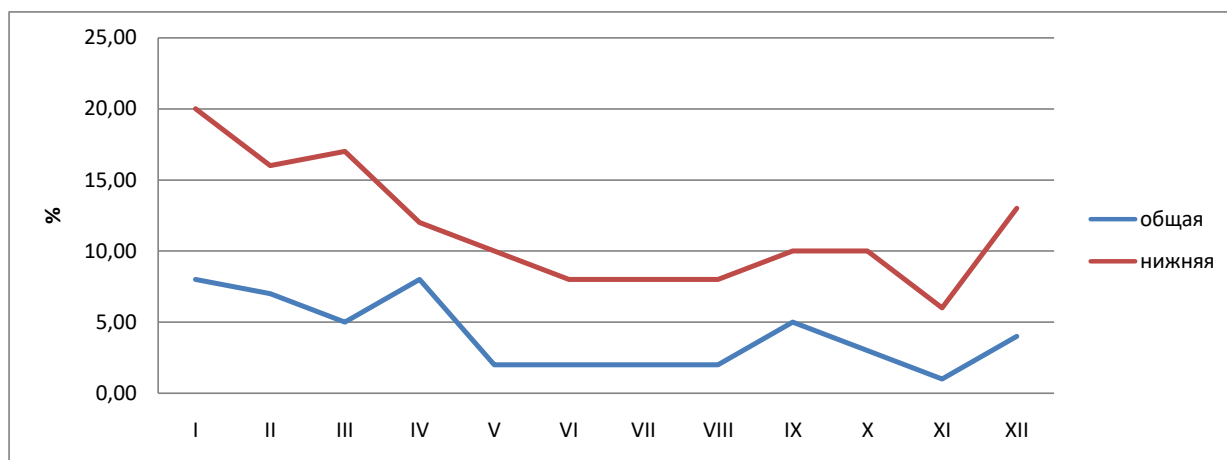


Рис. 3.2 – Повторяемость ясного (0-2 балла) состояния неба по общей и нижней облачности.

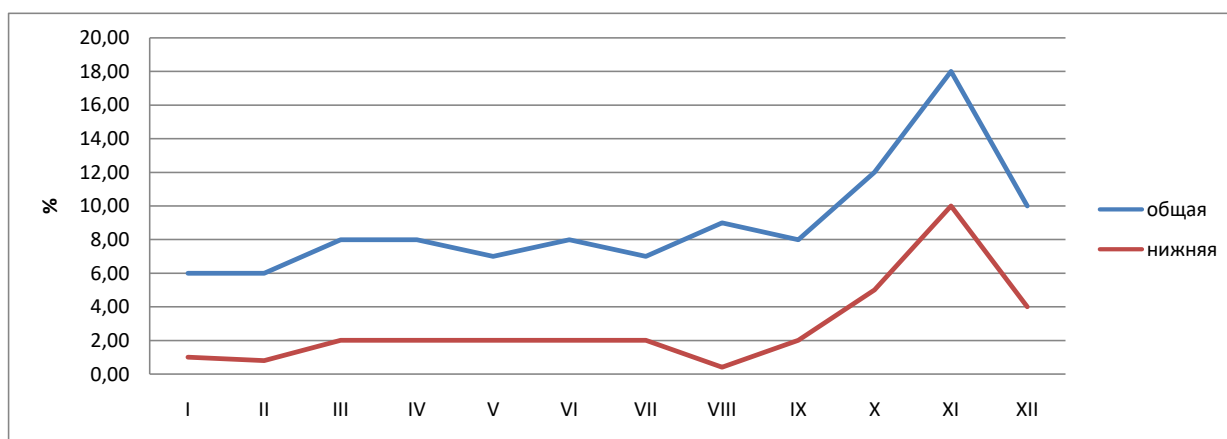


Рис. 3.3 – Повторяемость пасмурного (0-2 балла) состояния неба по общей и нижней облачности.

### 3.2 - Ресурсы тепла

Под тепловыми ресурсами в агроклиматологии понимают то количество тепла, которым располагает территория, где произрастают сельскохозяйственные культуры.

Термический режим исследуемого района в основном характеризуется температурой воздуха и почвы.

Для оценки температурного режима рассматриваемой территории использовались данные о средних, максимальных и минимальных температурах, которые были получены на основе показаний жидкостных (ртутных и спиртовых) термометров со шкалой Цельсия.

Средняя годовая температура воздуха за последние 5 лет в Новосибирске составила  $+1,0^{\circ}\text{C}$  (рис 3.4). По средним месячным значениям самый теплый месяц в году - июль ( $+18,5^{\circ}\text{C}$ ), а самый холодный - январь ( $-21,2^{\circ}\text{C}$ ). От месяца к месяцу температура меняется на несколько градусов. Весной и осенью эти различия равны  $6-8^{\circ}\text{C}$ , летом и зимой - в среднем составляют  $1-3^{\circ}\text{C}$ . Средние месячные температуры каждого года различны между собой, причем наиболее неустойчивая по температуре погода наблюдается зимой. Например, средняя месячная температура января в 2018 г. была  $-16,2^{\circ}\text{C}$ , а в 2019г.  $-26,3^{\circ}\text{C}$ . В отдельные годы самым холодным месяцем бывает февраль или декабрь, а самым теплым июнь или август.

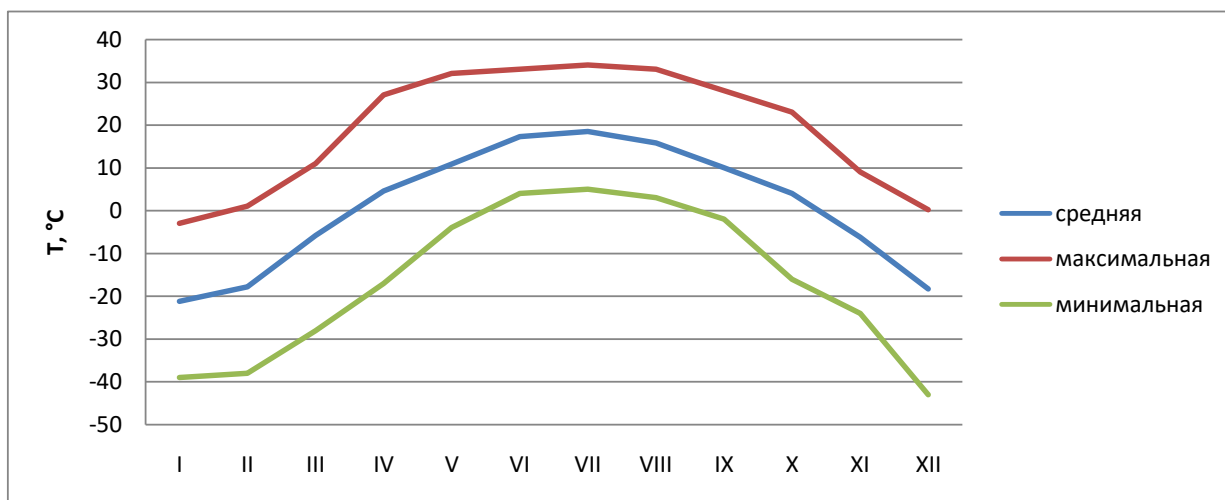


Рис. 3.4 - Средняя месячная (Т) и годовая температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ )



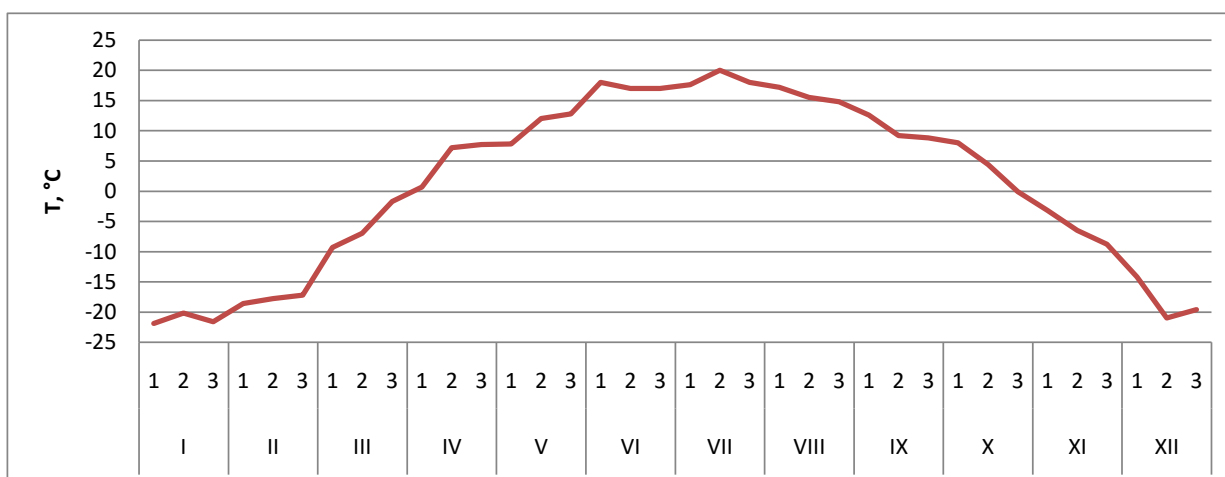


Рис. 3.5 - Средняя температура воздуха по декадам, (°C)

В среднем же наиболее холодная погода наблюдается в первой декаде января (средняя декадная температура  $-21,9^{\circ}\text{C}$ ), а наиболее жаркая - во второй декаде июля ( $20,0^{\circ}\text{C}$ ) (см. рис. 3.5).

То, что июль самый теплый месяц, а январь самый холодный, подтверждается повторяемостью средней месячной температуры, приведенной в таблице 3.1. Повторяемость различных значений средней месячной температуры определялась по фактическим данным.

В 20 % случаев в январе средняя месячная температура бывает ниже  $20^{\circ}\text{C}$ , а в июле в 74% случаев средняя месячная температура находится в пределах от  $15$  до  $20^{\circ}\text{C}$  и в 26 % случаев выше  $20^{\circ}\text{C}$ . Затем идет постепенное понижение температуры и уже в октябре в 87 % случаев она отмечается ниже  $5^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 3.1 - Повторяемость (%) средней месячной температуры воздуха в различных пределах

Температура, °C		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
30.0	25.1	7											
25.0	20.1	20	7										4
20.0	15.1	37	29	4								4	33
15.0	10.1	24	51	4								13	50

-10.0	-5.1	12	13	63							44	13
-5.0	-0.1			29	4					4	39	
0.0	5.0				74					87		
5.1	10.0				22	16				62	9	
10.1	15.0					77	25		21	38		
15.1	20.0					7	72	74	79			
20.1	25.0						3	26				

О том, что июль самый теплый месяц года, а январь самый холодный, свидетельствуют данные по средним максимумам и минимумам, подсчитанные из суточных значений: самый высокий средний максимум (33 °С) наблюдался в июле, а самый низкий (-22°С) - в январе (см. таблицу 3.2).

Таблица 3.2 - Средний максимум температуры воздуха, (°С)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средний	-11	-7	4	18	26	29	29	26	22	16	2	-6
Самый высокий	-3	1	11	27	32	32	33	32	28	23	9	0.2
Самый низкий	-22	-13	-0.9	4	17	26	25	23	14	8	-5	-28

Средние минимумы температуры наблюдались: низкие в январе (-32°С) и наиболее высокие в июле (12,0 °С) приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Средний минимум температуры воздуха, (°С)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средний	-32	-28	-17	-6	-1	8	9	7	1	-6	-15	-30
Самый высокий	-20	-17	-10	2	4	12	14	10	3.4	1	-9	-19
Самый низкий	-39	-38	-28	-17	-4	4	5	3	-2	-16	-24	-43

Сведения о средних температурах существенно дополняют экстремумы температуры (абсолютный максимум и абсолютный минимум).

Абсолютный максимум по данным характеризует самое высокое значение температуры воздуха. В суточном ходе он приходится обычно на 14 - 15 ч. Во времени абсолютный максимум температуры воздуха также изменчив, как и другие температурные характеристики.

Таблица 3.4 - Абсолютный максимум температуры воздуха, (°C)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средний	-13	-8	5	19	26	29	30	27	23	18	4	-4
Самый высокий	-1	1	12	29	33	32	34	33	29	24	11	1
Год							2019					

За исследуемый период наблюдений по данным таблицы 3.4 абсолютный максимум температуры воздуха равный +34°C, отмечался в июле 2019 г.

Абсолютный минимум температуры воздуха характеризует наиболее низкие температуры воздуха, измеренные по минимальному термометру в метеорологической будке (на высоте 2 м от поверхности земли). Величина абсолютного минимума температуры в большей степени зависит от формы рельефа местности: в низинах и на лесных полянах зимой и ночью температура бывает ниже в среднем на 1,5-2°C, чем на вершинах или склонах холмов. Абсолютный минимум температуры воздуха (- 43 °C) за исследуемый период отмечался в январе 2021 г. (см. таблицу 3.5).

Таблица 3.5 – Абсолютный минимум температуры воздуха, (°C)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средний	-33	-29	-19	-7	-1	7	8	6	1	-8	-16	-32
Самый низкий	-42	-38	-28	-17	-4	4	5	3	-2	-16	-24	-43
Год												2019

Основной термической характеристикой конкретных суток служит средняя суточная температура воздуха. Данные об этой метеорологической величине приведены в таблице 3.6. Данные этой таблицы представляют собой среднее число дней за месяц со средней суточной температурой воздуха определенных градаций через каждые 5 °C. С мая по сентябрь распределение средних суточных температур подчиняется нормальному закону, а в октябре – апреле вытянуто в сторону более низких температур.

Таблица 3.6 – Число дней со среднесуточной температурой воздуха в различных пределах

Температура		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
от	до												
-39.9	-35.0	2											11
-34.9	-30.0	20	7										8
-29.9	-25.0	18	21										13
-24.9	-20.0	33	19	2									25
-19.9	-15.0	27	44	6								17	34
-14.9	-10.0	29	20	27	1						1	17	33
-9.9	-5.0	9	20	36	8						9	31	19
-4.9	0.0		2	33	18						18	32	7
0.1	5.0			23	49	32				18	65	21	
5.1	10.0			4	39	42	6	1	4	19	38	3	
10.1	15.0				23	31	37	27	46	51	52		
15.1	20.0				6	34	55	57	79	14	16		
20.1	25.0					8	43	48	17	3			
25.1	30.0						1	3					

Изменение температуры от суток к суткам (междусуточная изменчивость) является показателем изменчивости погоды. Определяется междусуточная изменчивость температуры воздуха как разность средних суточных температур данного и предшествующих дней, поэтому влияние суточного хода сглажено и данные таблице 3.7 отражают только междусуточную изменчивость, вызванную адвекцией тепла или холода.

Таблица 3.7 – Средняя междусуточная изменчивость температуры воздуха, (°C)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0.01	-0.7	-0.4	0.02	-0.2	0.6	0.1	0.2	0.5	0.3	0.08	-1

Как показывают данные таблицы 3.7, средняя междусуточная изменчивость чаще всего бывает около  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

Для того чтобы иметь представление о возможных колебаниях температуры от суток к суткам, как положительных (повышение температуры), так и отрицательных (понижение температуры), приведем данные повторяемости (%) междусуточной изменчивости температуры воздуха в определенных пределах в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Повторяемость (%) междусуточной изменчивости температуры воздуха в определенных пределах

Температура $^{\circ}\text{C}$													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
от до													
-17.9 -16.0													1
-15.9 -14.0													3
-13.9 -12.0	1	1		1								1	
-11.9 -10.0	1	1	1									1	2
-9.9 -8.0	3	2		2								1	4
-7.9 -6.0	5	7	5	2	5					1	1	4	6
-5.9 -4.0	16	11	12	11	20	9	4	4	4	6	8	9	11
-3.9 -2.0	16	27	28	28	32	27	19	22	22	18	17	18	22
-1.9 -0.1	32	27	42	28	27	36	51	54	54	43	35	26	24
0.0 1.9	32	26	26	31	19	41	44	37	37	33	39	25	23
2.0 3.9	20	20	13	14	16	17	8	16	16	21	21	23	10
4.0 5.9	5	6	8	7	11	7	6	8	8	8	12	13	10
6.0 7.9	6	2	3	5	3	1	1	1	2	4	4	5	6
8.0 9.9	3	1	3	6	1	1	1	1	2	4		3	4
10.0 11.9	2	1		1	2					1		1	1
12.0 13.9	2	2			2	1			1				4
14.0 15.9													2
16.0 17.9				1		2	1						1

Крайние градации, в пределах которых наблюдалась междусуточная изменчивость в каждом конкретном месяце, указывают на наибольшие положительные и наибольшие отрицательные изменения температуры от суток к суткам. Зимой подобные изменения могут достигать от  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , однако повторяемость их невелика – около 0,3 %.

Определение дат перехода температуры воздуха через различные пределы является важнейшей оценкой термических ресурсов. Даты перехода температуры воздуха через различные пределы характеризуют периоды подъема и спада температур, а также начало и конец вегетационного периода сельскохозяйственных культур, которые определяются нижним пределом температур для их развития (см. таблицу 3.9)

Таблица 3.9 – Даты наступления средних суточных температур воздуха выше или ниже определенных пределов различной вероятности

Предел температуры, $^{\circ}\text{C}$	Средняя дата	Вероятность (%) указанных или более ранних дат наступления				
		10	25	50	75	90
0	7/04	23/03	30/03	6/04	11/04	15/04
5	17/04	10/04	14/04	20/04	26/04	2/05
10	13/05	27/04	2/05	10/05	18/05	25/05
15	6/06	29/05	8/06	16/06	23/06	1/07
0	31/10	18/10	25/10	30/10	5/11	10/11
5	16/10	4/10	10/10	14/10	19/10	28/10
10	16/09	2/09	9/09	16/09	22/09	29/09
15	27/08	13/8	19/08	25/08	31/08	7/08

Данные таблицы получены за 5 последних лет путем расчета дат устойчивого перехода температуры средней суточной температуры.

Обычно в практике на даты перехода средней суточной температуры

через 0 °С ориентируются как на признак начала и конца зимы. Даты перехода через 5 °С характеризуют начало и конец вегетационного периода холодостойких растений и озимых культур, через 10 °С – активную вегетацию большинства сельскохозяйственных культур. Период со средней суточной температурой выше 15 °С характеризует наиболее теплую часть лета, продолжительность которого обуславливает успешное возделывание теплолюбивых культур. Так, по данным таблицы, через 0 °С в сторону положительных значений средняя суточная температура переходит 7 апреля. Но в отдельные годы переход возможен в период от 26 марта до 15 апреля. Средний переход температуры воздуха к отрицательным значениям возможен 31 октября. При этом наступление этого явления 18 октября маловероятно, всего в 10 % лет, т.е. возможно один раз в 5 лет.

Продолжительность периода с температурой выше или ниже соответствующих пределов, приведенная в таблице 3.10, дает представление о длительности холодного или теплого времени года, периода вегетации теплолюбивых культур. При районировании тех или иных сельскохозяйственных культур необходимо учитывать возможность вызревания их в данной местности.

Таблица 3.10 – Продолжительность  $\tau$  (дни) периода со средними суточными температурами выше определенных пределов различной вероятности

Предел температуры, °С	$\tau$	Вероятность (%) указанной или большей продолжительности				
		90	75	50	25	10
0	211	224	218	210	203	194
5	183	196	188	180	172	165
10	128	146	140	131	121	111
15	76	97	90	80	70	61

Как показывают данные таблицы 3.104, средняя продолжительность периода со среднесуточной температурой выше 0 °С составляет 211 дня, а

выше 15 °С – всего 76 дней.

Суммы положительных температур являются хорошей характеристикой тепловых ресурсов теплого времени года. Представленные в таблице 3.15 суммы средних суточных температур воздуха выше 0, 5, 10 и 15°С подсчитаны за периоды с устойчивым переходом температуры через соответствующие пределы.

Таблица 3.11 – Суммы средних суточных температур воздуха выше 0, 5, 10 и 15°С различной вероятности

Предел температуры, °С	Средняя сумма	Вероятность (%) указанных или больших сумм температур				
		90	75	50	25	10
0	2539	2830	2720	2600	2500	2370
5	2413	2730	2650	2510	2370	2260
10	1951	2260	2150	2000	1850	1730
15	1230	1520	1400	1180	1010	890

В зависимости от погодных условий каждого года суммы температур могут существенно отличаться от приведенных средних значений. Так при средней температуре выше 10 °С равной 1951°С в холодные годы она может быть всего 1730 °С, а в особенно теплые возможно накопление до 2260°С.

Сумма температур, обеспечивающая рост и развитие растений, является одним из важнейших показателей ресурсов тепла. Если известна сумма температур, необходимая для созревания конкретных сельскохозяйственных культур, то очень просто установить, обеспечено ли созревание этих культур на данной территории. В агрометеорологии известны показатели ресурсов тепла в виде сумм положительных активных и эффективных температур.

В практике наиболее часто применяется сумма эффективных температур, в агроклиматологии – сумма активных температур как наиболее просто получаемая характеристика для оценки тепловых ресурсов территорий.



Сумма эффективных температур находится суммированием средних суточных температур за вычетом температуры ниже биологического минимума (для исследуемого района – это 5 °С).

Таблица 3.12 – Сумма эффективных температур выше 5 °С нарастающим итогом на конец месяца, (°С)

Характеристика	Месяц						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Эффективная температура выше 5 °С	48	296	696	1145	1229	1707	1760

Сумма активных температур подсчитывается как сумма положительных температур за период с устойчивой температурой выше 10 °С. Суммы температур, рассчитанные за каждый месяц периода вегетации, суммируются нарастающим итогом и получается общая сумма активных температур за период выше 10 °С (см. таблицу 3.13).

Таблица 3.13 – Сумма активных температур выше 10 °С нарастающим итогом на конец месяца, (°С)

Дата перехода через 10 °С		V	VI	VII	VIII	IX
весной	осенью					
13/05	16/09	87	303	572	753	800

В отдельные годы бывают значительные отклонения сумм активных и эффективных температур. Колебания сумм температур обуславливают опережение или отставание дат наступления фаз развития сельскохозяйственных культур. Между датой перехода температуры воздуха через 10 °С и суммой температур за этот период существует определенная

связь: чем позднее наступает дата устойчивого перехода температуры через 10 °С в каждом году, тем меньше будет сумма температур выше 10 °С.

Большое значение для жизнедеятельности растений имеет продолжительность безморозного периода (между окончанием поздних весенних и наступлением ранних осенних заморозков). В таблице 3.14 представлены средние и крайние даты первых осенних заморозков в воздухе и последних заморозков весной. Днем с заморозком считался день, когда по минимальному термометру в психрометрической будке было 0 °С или ниже.

Таблица 3.14 – Даты последнего и первого заморозка и продолжительность безморозного периода

Даты последнего заморозка весной			Даты первого заморозка осенью			Продолжительность безморозного периода (дни)		
средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	наименьшая	наибольшая
22/05	18/05	25/05	24/09	12/09	7/10	124	134	112
год	2019	2007 2017		2019	2018		2018	2019

Как показывают данные таблицы, средняя продолжительность безморозного периода в исследуемом районе за последние 5 лет составляет 124 дня. Колебания в сроках окончания и наступления заморозков обуславливают значительную изменчивость продолжительности безморозного периода. Продолжительный безморозный период наблюдался в 2018 году (134 дня), а в 2019 году продолжительность его составила всего 112 дней.

В различные годы заморозки прекращаются или начинаются раньше или позже их средней многолетней даты. Исследуемый район подвержен заморозкам почти весь теплый период, только в июле их не бывает. Обычно весной последние заморозки кончаются в конце мая, а осенние начинаются

во первой декаде сентября. Продолжительность заморозков, их интенсивность зависит от того, в какие периоды они образуются. Более ранние заморозки бывают продолжительнее и интенсивнее. Заморозки в конце мая – начале июня менее интенсивны, но не менее опасны, так как они наблюдаются в периоды цветения растений. Осенью заморозки образуются чаще.

Термический режим холодного периода обуславливается, прежде всего, продолжительностью устойчивых морозов, их датой наступления и прекращения (см. таблицу 3.15). За зиму с устойчивыми морозами принималась такая зима, когда не менее одного месяца температура воздуха была ниже 0° как по минимальному термометру, так и за отдельные сроки наблюдений. Внутри морозных периодов допускалось несколько дней с оттепелью (2 – 3 дня) не ранее, чем через 10 дней после начала периода и не позднее, чем за 10 дней до его конца. Длительность морозного периода определялась как число дней между средними датами.

Таблица 3.15 – Даты наступления, прекращения и продолжительность устойчивых морозов

Устойчивый мороз								
Дата наступления			Дата прекращения			Продолжительность (дни)		
средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	наименьшая	наибольшая
31/10	23/10	9/11	6/04	26/03	13/01	157	137	172
год	2017 2019	2018 2020		2018			2018	2019

Дополнительной характеристикой условий зимы на рассматриваемой территории является число дней с оттепелью 3.20 Оттепели определяются по числу дней с максимальной температурой выше 0° в период устойчивых отрицательных температур.

Таблица 3.16 – Число дней с оттепелью и максимальная температура при оттепелях

Число дней				Максимальная температура			
декабрь	январь	февраль	март	декабрь	январь	февраль	март
0,4	0	0,4	14	1		1	11

Наибольшее число дней оттепели бывают обычно в начале и конце морозного периода.

Как показывают данные таблицы (см. таблицу 3.16), в период устойчивых морозов максимальные значения температуры воздуха при оттепелях чаще всего бывают в пределах  $0 - 1^{\circ}\text{C}$ , а довольно высокие положительные температуры более  $+7 - +10^{\circ}\text{C}$  могут наблюдаться лишь поздней осенью и ранней весной, когда ночью бывает отрицательная температура, а днем положительная.

Агроклиматическим показателем ресурсов тепла служит и температура почвы. На метеостанции Посевная проводятся наблюдения за температурой поверхности почвы и температуры почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см. Наблюдения за температурой поверхности почвы проводились по показаниям срочного, максимального и минимального термометров, установленных летом на поверхности почвы, освобожденной от растительного покрова (оголенной поверхности), а зимой – на поверхности снега. Для характеристики термического режима поверхности почвы приведем данные средних максимальных и минимальных температур, а также абсолютные максимум и минимум температуры. Средний максимум и средний минимум температуры поверхности почвы получены путем осреднения суточных максимальных и минимальных температур. Эти данные характеризуют наиболее возможный прогрев поверхности почвы в

дневные часы и наиболее частое охлаждение ее ночью. Абсолютные значения температуры поверхности почвы характеризуют наибольшее или наименьшее значение температуры, отмеченное за исследуемый период наблюдений. В таблицах использованы данные за последние 5 лет (2017 – 2021 гг.).

Таблица 3.17 – Максимальная и минимальная температуры поверхности почвы, (°С)

Месяц	Температура поверхности почвы, °С			
	средний максимум	абсолютный максимум	средний минимум	абсолютный минимум
Январь	-17	-6	-29	-44
Февраль	-11	-1	-27	-41
Март	-2	2	-14	-30
Апрель	15	33	-3	-14
Май	33	50	3	-5
Июнь	44	56	10	4
Июль	45	56	12	5
Август	37	51	9	2
Сентябрь	27	42	3	-3
Октябрь	12	31	-2	-13
Ноябрь	-3	5	-11	-26
Декабрь	-14	-2	-26	-41
Год	1.2	60	-0.5	47
		2021		2021

По данным таблицы 3.17 можно сделать вывод, что температура поверхности почвы в июне – августе может достигать 50-56°С ежегодно. Это на 20...25°С выше абсолютных максимумов температуры воздуха.

Одной из важных характеристик температуры верхних слоев почвы является температура до глубины 20см (таблица 3.18). Данная температура измерялась только в теплое время по коленчатым термометрам Савинова,

которые устанавливаются рядом с поверхностными термометрами под оголенной от растительного покрова поверхностью почвы. Весной и осенью, в зависимости от погодных особенностей данного года коленчатые термометры устанавливались и убирались в разное время, поэтому в мае и октябре наблюдения проводились не ежегодно.

На термический режим верхнего слоя большое влияние оказывает механический состав почвы. В теплое время года супесчаные и песчаные почвы теплее суглинистых в среднем на 1-2°C вследствие большей теплоемкости и влагоемкости последних. Только поздней осенью глинистые и суглинистые почвы бывают теплее песчаных.

Таблица 3.18 – Средняя месячная температура верхних слоев почвы по коленчатым термометрам, °С

Глубина (м)	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Чернозем выщелоченный легкоголинистый				
0,05	18,8	20,9	17,5	11,4
0,10	18,6	21,4	17,9	11,0
0,15	18,6	20,6	17,9	11,3
0,20	17,7	19,7	17,8	11,4

Осенью с понижением температуры на поверхности почвы наблюдаются заморозки. Приведем в таблице 3.19 даты первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода на поверхности почвы.

Таблица 3.19 – Даты первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода на поверхности почвы

Даты последнего заморозка. Весна			Даты первого заморозка. Осень			Продолжительность безморозного периода, дни		
средняя	самая ранняя, год	самая поздняя, год	средняя	самая ранняя, год	самая поздняя, год	средняя	наиболь шая, год	наимень шая, год
27/05	2/06 2020	13/06 2017	13/09	25/08 2019	7/10 2018	112	134 2018	107 2019

По полученным результатам этой таблицы (см. таблицу 3.19) можно отметить, что заморозки на поверхности почвы в среднем кончаются 27 мая, а осенью начинаются 13 сентября, средняя продолжительность безморозного периода равна 112 дням.

### 3.3 Ресурсы влаги

В качестве показателя обеспеченности вегетационного периода влагой в агроклиматологических исследованиях используются атмосферные осадки и различные показатели увлажненности, а также запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы.

Для вегетации и урожая сельскохозяйственных культур имеют значение, как осадки летнего периода, так и предшествующего осенне-зимнего сезона, накопленные в почве к началу весны. Количество выпадающих осадков, выраженное в миллиметрах слоя воды, является наиболее широко используемым показателем обеспеченности влагой (см. таблицу 3.20). В агроклиматических расчетах применяются месячные и декадные количества осадков. Эти характеристики получены на основе измерений по осадкомеру Третьякова.

Таблица 3.20 – Среднее месячное и годовое количество осадков, (мм)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холодный период XI – III	Теплый период IV– X0	Год
14	16	21	23	34	47	47	50	26	38	54	29	134	265	399

В таблице 3.21 приведены декадные суммы осадков. Обычно их мало выпадает с первой декады января по первую декаду мая (6 – 8 мм) и много (более 20 мм) с первой декады июня по вторую декаду августа включительно.

Таблица 3.21 – Среднее и наибольшее декадное количество осадков  $x$ , (мм)

Месяц	Декада	$x$	$x_{\text{макс}}$	Месяц	Декада	$x$	$x_{\text{макс}}$	Месяц	Декада	$x$	$x_{\text{макс}}$
I	1	3	9	V	1	12	17	IX	1	9	21
	2	8	23		2	4	11		2	15	40
	3	3	7		3	18	66		3	7	9
II	1	9	25	VI	1	20	40	X	1	9	20
	2	4	6		2	12	20		2	15	30
	3	3	9		3	15	23		3	14	37
III	1	7	19	VII	1	11	15	XI	1	19	22
	2	12	19		2	11	35		2	20	33
	3	3	8		3	26	59		3	15	34
IV	1	5	16	VIII	1	11	26	XII	1	11	22
	2	8	21		2	17	30		2	11	14
	3	11	18		3	18	27		3	8	14

Осадки в исследуемом районе выпадают часто, при этом преобладают дни с небольшими осадками (5 – 10 мм) (см таблицу 3.22). За год обычно бывает только 39 дней с осадками не менее 5 мм и 12 дней с осадками не менее 10 мм. Общее число дней с осадками за май – сентябрь на территории Новосибирской области в среднем равно 68. Число дней с осадками больше



1мм и больше в среднем равно 51, значительно меньше дней с осадками больше 10 мм – 9, с осадками больше 20 мм отмечается в среднем 3 дня, а дни с осадками больше 30 мм бывают не ежегодно.

Таблица 3.22 – Среднее число дней с осадками различной величины

Месяц	Осадки, мм					
	≥0.1	≥0.5	≥1.0	≥5.0	≥10.0	≥20.0
I	21.6	18.4	13.4	2.0	0.1	0.0
II	16.4	13.9	10.0	1.8	0.1	0.0
III	16.6	13.6	10.6	2.5	0.3	0.0
IV	9.3	7.9	6.2	2.7	0.8	0.0
V	13.0	11.6	9.7	3.5	1.4	0.1
VI	12.8	11.2	9.6	3.7	1.3	0.6
VII	11.5	9.9	8.6	4.7	2.5	1.0
VIII	15.8	13.8	11.5	4.7	2.7	0.6
IX	15.0	12.9	11.1	3.6	1.4	0.2
X	15.4	13.4	10.6	4.3	0.6	0.1
XI	20.1	17.4	13.6	3.1	0.5	0.1
XII	21.2	16.9	12.3	2.4	0.2	0.0
Год	189	161	127	39	12	3

Одним из показателей режима увлажнения является влажность воздуха, имеющая большое значение для сельского хозяйства. О влажности воздуха можно судить по относительной влажности воздуха и по дефициту насыщения воздуха водяным паром.

Относительная влажность определяется как отношение фактической упругости водяного пара к упругости насыщающегося водяного пара при той же температуре (см. таблицу 3.23).

Таблица 3.27 – Средняя месячная относительная влажность воздуха, %

Характеристика	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Средняя	70	62	63	70	74	81	85
Наибольшая	83	72	74	79	82	88	92
Наименьшая	61	51	50	55	57	76	76

Как показывают данные таблицы 3.23, самый сухой воздух поступает в мае – июне (62 – 63 %). Затем, вследствие увеличения месячных сумм осадков в июле и августе, относительная влажность растет до 70 – 74 %. В последующие месяцы температура понижается, осадков хотя и выпадает меньше, но влагосодержание воздуха повышается.

Дополнительной характеристикой влажности воздуха служит число дней с низкой ( $\leq 30\%$ ) и высокой ( $\geq 80\%$  в 13 час.) влажностью, которое дает представление о сухости и влажности воздуха (см таблицу 3.24).

Таблица 3.24 – Число дней с относительной влажностью  $\leq 30\%$  в любой из сроков наблюдений и  $\geq 80\%$  в 13 часов

Влажность, (%)	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$\geq 80$	5.4	3.3	2.9	3.4	4.7	7.6	15.6
$\leq 30$	2.0	8.2	6.2	1.7	0.9	0.4	0.1

Еще одной характеристикой увлажнения является дефицит влажности воздуха (см таблицу 3.25). Он играет немаловажную роль в сельском хозяйстве и может служить показателем засушливых условий погоды и наличия суховеев.

Таблица 3.25 – Средний месячный и годовой дефицит влажности воздуха, гПа

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
0.3	0.4	0.8	2.6	2.8	8.2	7.6	5.6	2.8	1.2	0.6	0.4	3.0

По данным таблицы 3.25, наибольшие значения наблюдаются обычно в июне (около 8 гПа за месяц), наименьшие – в зимние месяцы (0,3 – 0,8 гПа).

#### 3.4 Условия зимнего периода

При оценке условий перезимовки сельскохозяйственных культур в агроклиматологии широко используются показатели в виде среднего из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха и почвы, суммы отрицательных температур, глубины промерзания почвы, высоты снежного покрова. Характеристики минимальных температур воздуха и почвы приведены в разделе «Ресурсы тепла».

Важной характеристикой морозного периода является промерзание почвы. Обычно промерзание почвы характеризуется данными наблюдений о глубине промерзания почвы на конец каждого месяца зимнего периода (таблица 3.30). Глубина промерзания почвы зависит от многих факторов: рельефа, типа почвы, растительности, характера залегания снежного покрова, близости грунтовых вод и др.

Данные таблицы 3.26 дают представление о средней глубине промерзания почвы и максимальной глубине промерзания почвы за зимний период в течение 5 лет (2017– 2021гг.).

Таблица 3.26 – Глубина промерзания почвы, (см)

Тип почвы	Дата					Максимальная глубина промерзания почвы за зимний сезон	
	30/11	31/12	31/01	28/02	31/03	наибольшая	наименьшая
Чернозем выщелоченный легкоглинистый	20	36	72	88	96	124 2021	76 2018

В дополнение к таблице 3.26 представим даты начала устойчивого промерзания и полного оттаивания почвы (см таблицу 3.27).

Таблица 3.27 – Даты начала устойчивого промерзания и полного оттаивания почвы

Даты начала устойчивого промерзания			Даты полного оттаивания		
средняя	самая ранняя, год	самая поздняя, год	средняя	самая ранняя, год	самая поздняя, год
13/11	1/11 2017г.	1/12 2019г.	19/04	7/04 2021г.	29/04 2018г.

Как показывают данные таблицы 3.27, средняя дата устойчивого промерзания верхнего слоя почвы – 13 ноября, в отдельные годы почва промерзала в первых числах ноября, а в 2019 году устойчивое промерзание отмечено 1 декабря. Полное оттаивание почвы во все годы исследуемого периода наблюдалось в апреле.

На глубину промерзания почвы большое влияние оказывает высота снежного покрова. В среднем в Посевной первый снег выпадает в конце сентября – начале октября, примерно через месяц появляется снежный покров. Первый снег и первый снежный покров сохраняются недолго. Перед тем, как образуется устойчивый снежный покров, снег несколько раз выпадает и сходит. Средняя дата установления устойчивого снежного

покрова за исследуемый период приходится на 11 ноября. Самые поздние сроки образования снежного покрова наблюдались в 2020 г. (18 ноября), а самый ранний сход снега отмечался 3 апреля 2021 г. (см. таблицу 3.28). Поэтому снежный покров в эту зиму сохранялся всего 145 дней (см. таблицу 3.28).

По полученным данным устойчивый снежный покров образуется во второй декаде ноября и сходит во второй декаде апреля.

Таблица 3.28 – Даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова и число дней со снежным покровом

Устойчивый снежный покров						Число дней со снежным покровом		
дата появления			дата схода			среднее	наибольшее	наименьшее
средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	157	182 2019	145 2021
11/04	23/10 2019	18/11 2020	10/04	3/04 2021	23/04 2019			

Сохраняется снежный покров в среднем 157 дней (см. таблицу 3.28), отклонение от средних в ту или иную сторону составляет 15 – 40 дней.

Для характеристики высоты снежного покрова использовались данные наблюдений по снегосъемкам. Как показывают данные таблицы 3.29, средняя высота из наибольших декадных высот снежного покрова за зиму составила 59 см.

Таблица 3.29 – Высота снежного покрова на последний день декады, см

Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Средняя из наибольших декадных высот (см)
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
6	13	23	34	38	43	41	44	43	49	49	48	49	52	49	59

Плотность снега в течение зимы увеличивается с 0,15 г/см<sup>3</sup> в ноябре до 0,32 г/см<sup>3</sup> в марте, когда вследствие оттепелей снег уплотняется. В этот же период снег насыщается водой и запасы воды в снеге увеличиваются с 9 мм (начало ноября) до 178 мм (вторая декада марта) (см. таблицу 3.34). В отдельные годы они достигали более 200 мм. Запас воды в снежном покрове в значительной степени определяет величину весеннего половодья, влагообеспеченность почвы в весенний период и в начале лета.

Таблица 3.30 – Запас воды в снежном покрове по снегосъемкам на последний день декады, (мм)

X			XI			XII			I			II			III			Среднее из наибольших за зиму, мм
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
9	24	34	46	55	74	99	107	122	139	147	156	168	178	176	118	26	-	182

## 4 Агроклиматическая характеристика условий произрастания сельскохозяйственных культур в Новосибирской области.

### 4.1 Общая характеристика агроклиматических условий Новосибирской области

Наиболее важными факторами, определяющими условия развития озимых, являются: их состояние ко времени прекращения вегетации, метеорологические условия в период прохождения закалки растений осенью и ранней зимой, их состояние при возобновлении вегетации.

За начало и конец вегетационного периода озимых, многолетних трав и древесной растительности приняты сроки перехода средней суточной температуры воздуха через  $5^{\circ}\text{C}$ . Начинается этот период в конце второй декады апреля (17-18 апреля) и продолжается до второй декады октября (16-17 октября), длится он в среднем 183 дня.

Для большинства сельскохозяйственных культур исследуемого района периодом активной вегетации является период со средней суточной температурой воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$ . Сумма средних суточных температур воздуха за период с температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$  равна  $1951^{\circ}\text{C}$ . Переход температуры воздуха через  $10^{\circ}\text{C}$  происходит в среднем 13 мая и длится 128 дней.

Начало и конец вегетационного периода ежегодно на описываемой территории сопровождается заморозками, которые сокращают возможность расширения ареала возделывания важных сельскохозяйственных культур. Безморозный период данного района по своей продолжительности близок к периоду с устойчивой средней суточной температурой воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  и в среднем равен 124 дням.

Повреждение сельскохозяйственных культур заморозками возможно, если минимальная температура станет ниже критической величины.

Всходы яровых зерновых (пшеницы, овса, ячменя), гороха переносят

без повреждений заморозки до  $-7... -8^{\circ}\text{C}$  на уровне травостоя ( $-2...-4^{\circ}\text{C}$  на уровне метеорологической будки), поэтому началом безморозного периода для этих культур считается прекращение периода с минимальной температурой  $-4^{\circ}\text{C}$  в воздухе (первая декада мая).

Начало безморозного периода для культур, неустойчивых к заморозкам (огурцы, помидоры), совпадает со средней датой прекращения заморозков на поверхности почвы (конец мая - начало июня).

Имея сведения о суммах активных температур, характерных для данной территории, и зная потребность той или иной культуры в тепле за период вегетации, можно определить теплообеспеченность возделываемой культуры.

Кроме сумм температур, необходимо учитывать также средние температуры самого теплого месяца, так как при недостаточном уровне их развитие растений будет задерживаться.

Самый теплый месяц - июль, средняя месячная температура воздуха которого  $+18... +19^{\circ}\text{C}$ ; в 10 % лет температура июля превышает  $+20^{\circ}\text{C}$ .

Основным источником обеспечения растений влагой являются атмосферные осадки.

За период активной вегетации (с температурой воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$ ) в среднем сумма осадков составляет 205 мм.

За три летних месяца (июнь - август) выпадает в среднем 144 мм, в июне и августе до 94 мм, в июле - около 47 мм.

Общее число дней с осадками за май - сентябрь на территории Новосибирской области в среднем равно 70. Число дней с осадками 1 мм и больше - 50, значительно меньше дней с осадками больше 10 мм - 9, с осадками больше 20 мм отмечается в среднем 2 - 3 дня, а дни с осадками больше 30 мм в последние 5 лет бывают в среднем 1 день.

Для характеристики увлажнения вегетационного периода можно пользоваться условным показателем увлажнения - гидротермическим коэффициентом (ГТК) Селянинова, определяющимся по уравнению:



$$\text{ГТК} = r / (0,1 \cdot \sum t_{>10^{\circ}\text{C}}), \quad (4.1)$$

где  $r$  – сумма осадков за период активной вегетации, мм;  $\sum t_{>10^{\circ}\text{C}}$  – сумма активных температур за тот же период,  $^{\circ}\text{C}$ .

Согласно уравнению (4.1), гидротермический коэффициент для исследуемого района равен:  $\text{ГТК} = 205 / (0,1 \cdot 800) = 2,6$ . Поэтому территория Новосибирской области относится к зоне оптимального увлажнения.

Как уже рассматривалось во второй главе, в связи со значительной континентальностью Новосибирской области большая часть ее, характеризуется устойчивой и продолжительной зимой. Зима – самый продолжительный сезон года, продолжающийся около 5 месяцев. Наступает она с переходом средней суточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  и с появлением первого снежного покрова. Устойчивый переход температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  отмечается в среднем во второй декаде октября.

Снежный покров в среднем появляется в третьей декаде октября. Первый снег лежит обычно недолго и исчезает вследствие потеплений и лишь позднее, во второй декаде ноября (в среднем 15 ноября), снова образуется уже в виде устойчивого покрова.

Зимний режим погоды устанавливается не сразу. Переход от осени к устойчивой зиме происходит постепенно, почти ежегодно наблюдается период предзимья. В это время погода очень неустойчива, морозные дни со снегом сменяются днями с оттепелью, снег сходит (от 1 до 3 раз), подмерзший слой почвы оттаивает. Средняя продолжительность предзимья равна 20 - 25 дням.

Снежный покров является одним из важнейших факторов, определяющих условия перезимовки озимых посевов, многолетних трав. Низкие температуры воздуха при малом снежном покрове или высокие

температуры воздуха при мощном снежном покрове приводят к гибели растений.

С образованием снежного покрова высотой 10 см озимые культуры предохраняются от вымерзания при кратковременных морозах до  $-40^{\circ}\text{C}$ . Снежный покров высотой 10 см и более образуется 20 ноября.

Зимы исследуемого района в основном многоснежные. Наибольшей высоты снежный покров достигает в конце февраля - первой половине марта. Средняя наибольшая высота снежного покрова составляет 59 см.

Снежный покров играет также большую роль в период весенней вегетации, являясь главным источником запасов почвенной влаги к началу вегетационного периода. Средние запасы воды в снежном покрове, определяемые по наибольшим значениям высоты снежного покрова за зиму составляют 178 мм. Запасы воды в снеге, так же, как и высота снежного покрова, различны в отдельные годы.

В зимний период основными метеорологическими условиями, оказывающими влияние на перезимовку растений, являются температура воздуха и почвы, и снежный покров.

Наиболее холодным периодом зимы бывает январь - первая половина февраля. К этому времени высота снежного покрова на полях района достигает 49 см.

Абсолютный минимум, характеризующий наиболее низкие температуры воздуха, составляет  $-43^{\circ}\text{C}$ , средний из абсолютных годовых минимумов равен  $-34^{\circ}\text{C}$ .

С установлением отрицательных температур воздуха ( $-4...-5^{\circ}\text{C}$ ) начинается период с устойчивым промерзанием почвы (в среднем 13 ноября). За последние 10 лет, средняя из максимальных глубина промерзания за зиму составляет около 96 см. Глубина промерзания зависит не столько от температуры воздуха, сколько от высоты снежного покрова: чем меньше снежный покров, тем больше промерзание. Небольшое промерзание почвы в исследуемой области (96 см) обусловлено повышенным температурным

режимом и мощным снежным покровом.

Продолжительность периода с мерзлым состоянием почвы (до полного оттаивания) составляет 156 дней.

Исход перезимовки озимых культур зависит от температуры на глубине узла кущения (3 см), которая в свою очередь зависит от температуры воздуха, высоты и характера снежного покрова, глубины промерзания почвы. Наиболее благоприятные условия для перезимовки озимых создаются при минимальной температуре почвы на глубине узла кущения в пределах от -5 до -10°C.

#### 4.2 Яровая пшеница

Посевная площадь под яровую пшеницу составляет 1165 тыс. га.

В Новосибирской области районированы сорта яровой пшеницы - Памяти Воейкова, (среднеспелый), Лука (среднеспелый), Омская 14 (среднеспелый).

Массовый сев яровой пшеницы, по средним многолетним данным, начинается в третьей декаде мая. К этому времени почва просыхает до мягкопластичного состояния и прогревается до 5 °С. Дата сева яровых культур меняется от года к году в зависимости от погоды весной.

Всходы яровых появляются в среднем в первой декаде июня, через 10 - 12 дней после посева. В конце первой начале второй декады июня растения яровой пшеницы вступают в фазу 3-й лист. Кущение отмечается в конце второй декады июня, выход в трубку наступает в среднем через 10 дней. Колошение яровой пшеницы происходит в основном во второй декаде июля.

В период от выхода в трубку до колошения происходит формирование колоса, рост основной вегетативной массы и растения проявляют максимум потребности во влаге. При недоборе осадков в период колошения колос бывает мелким, а стеблестой низкорослым. От увлажнения почвы в этот период зависит число образующихся колосков в колосе.

Цветение яровой пшеницы начинается в среднем в начале третьей декады июля. Продолжительность периода от колошения до цветения составляет в основном 10 дней.

Во второй половине августа у яровой пшеницы наступает восковая спелость.

Массовая уборка ранних яровых проходит в конце августа - начале сентября.

Таблица 4.1 – Даты наступления фаз развития яровой пшеницы

Посев	Входы	3-й лист	Кущение	Выход в трубку	Колошение (выметывание)	Цветение пшеницы	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость
20-25 мая	1-5 июня	9-13 июня	14-17 июня	15-19 июня	14-18 июля	16-21 июля	28/7-3/08	20-24 августа	1-4 сентября

Метеорологические условия во время уборки яровых в основном удовлетворительные.

#### 4.3 Картофель

Наблюдения за развитием и ростом картофеля метеостанция каждого района проводит на участках ближайшего частного огорода.

Картофель предъявляет умеренные требования как к теплу, так и к влаге. Для получения высокого урожая большое значение имеют сроки посадки картофеля.

Оптимальными сроками посадки является конец второй декады мая. Однако напряженность посевного периода, а иногда и переувлажненность почвы приводят к тому, что массовая посадка в районе проводится в конце второй – третьей декаде мая. Поздние сроки посадки могут приводить к

снижению урожая за счет сокращения вегетационного периода.

Спустя 20 дней после посадки появляются всходы картофеля. В период посадка – всходы потребность картофеля во влаге невелика, так как для формирования всходов растение в основном использует влаготпасы клубня.

После появления всходов решающее значение для картофеля имеют запасы влаги в полуметровом слое почвы. Многолетние данные агроклиматических справочников по Новосибирской области о запасах влаги в почве показывают, что запасы влаги в полуметровом слое почвы бывают достаточными и составляют в среднем 60 – 80 мм на всей территории области.

Образование соцветий у картофеля происходит в третьей декаде июня, цветение – в первой декаде июля. Температура воздуха в июле для картофеля близка к оптимальной и составляет 18 – 20°С.

Увядание ботвы наблюдается обычно в третьей декаде августа – начале сентября, в основном бывает естественным.

Таблица 4.2 – Даты наступления фаз развития картофеля

Сорт	Посадка	Всходы	Образование соцветий	Цветение	Увядание ботвы	Уборка
несортовой	15-19/05	16-21/06	26/6-2/07	14-18/07	25/8-1/09	8-12/09

Погодные условия в сентябре для уборки картофеля хорошие. В октябре условия погоды ухудшаются, частые осадки приводят к переувлажнению почвы, заморозки снижают качество клубней. Следовательно, хозяйства района должны убирать картофель в сжатые сроки.

#### 4.4 Клевер и злаковые травы естественных сенокосов

Многолетние травы составляют основу кормопроизводства области. Под многолетними травами занято 3432 тыс. га, под сенокосы естественные и пастбища - 280 тыс. га.

Вегетация многолетних трав начинается с переходом средней суточной температуры воздуха через 5°C, в среднем по району в третьей декаде апреля.

Цветение злаковых трав на естественных суходольных лугах и пастбищах наблюдается в третьей декаде июня, клевера красного одноукосного - в первой декаде июля.

Условия уборки сена за исследуемый период были удовлетворительные.

## Заключение

На основании детального исследования показателей агроклиматических ресурсов Новосибирской области можно сделать следующие выводы:

- климат описываемой территории можно считать сравнительно благоприятным для земледелия;
- морозная, но многоснежная зима обеспечивает удовлетворительную зимовку озимой ржи и многолетних трав;
- вегетационный период длится в среднем 183 дня, что достаточно для выращивания яровых зерновых культур;
- сумма температур между переходами среднесуточной температуры воздуха через 10°C составляет около 1951°C. При потребности в ней для яровых зерновых в размере 1600°C, тепловые ресурсы исследуемого района достаточно обеспечивают созревание яровых зерновых культур. Для выращивания теплолюбивых культур на данной территории агроклиматические условия менее благоприятны;
- с апреля по октябрь на территории области выпадает достаточное количество осадков: около 265 мм или более 50 % годовой суммы, что очень важно для формирования урожая яровых культур;
- ГТК (гидротермический коэффициент) за летние месяцы составляет 2,6. Это говорит о том, что территория района относится к зоне оптимального увлажнения;
- почвенные и климатические условия Новосибирской области благоприятствуют выращиванию многолетних трав и силосных культур, что очень важно для животноводства.

В целом биологические особенности возделываемых на территории Новосибирской области сельскохозяйственных культур соответствуют основным параметрам его агроклиматических условий.

## Список использованных источников

- 1 Серякова Л.П. Агрометеорология. – Учебное пособие. Ленинградский ордена Ленина Политехнический институт им. М.И.Калинина, 1978. – 158 с.
- 2 Грингоф И.Г., Пасечнюк В.В. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. – СПб.: 2005 – 552 с.
- 3 Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология. – М.: Колос, 2004. – 301 с.
- 4 Грингоф И.Г., Попова В.В., Страшный В.Н. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 2005 – 310 с.
- 5 Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – 416 с.
- 6 Руднев Г.В. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 277 с.
- 7 Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 197 с.
- 8 Гулинова Н.В. Методы агроклиматической обработки наблюдений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974 – 148 с.
- 10 Синицина Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1973. – 344 с.
- 11 Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 197 с.
- 12 Агроклиматические ресурсы Новосибирской области/ Под ред. А.С. Андреевой. Отв. редактор М.И. Черникова. Составители М.А. Гальперина и Т.Н. Черненко – Л.: Гидрометиздат, 1971 – 155 с.
13. Архив данных метеонаблюдений на МС Новосибирск.
13. Архив данных агрометеорологических наблюдений на АМС Огурцово