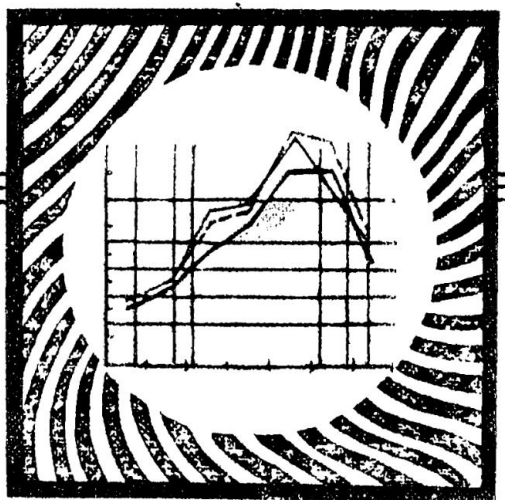
Д. И. ШАШКО

АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СССР



УДК 63:551.58]:91 (47+57)

4-3-6
66-67

904120
Центральная

ВВЕДЕНИЕ

Быстрый рост производства сельскохозяйственных продуктов возможен только при правильном, высокоэффективном использовании земли — главного средства производства в сельском хозяйстве. Для этого необходимо глубокое знание природных (в том числе климатических) условий. Они влияют на все стороны сельскохозяйственного производства — на способы обработки почвы и ухода за растениями, сроки и дозы внесения удобрений, способы и сроки борьбы с вредителями и болезнями растений и др. Элементы климата — тепло, влага и свет, как и питательные вещества, поставляемые почвой, ассимилируются растительными организмами в процессе образования органического вещества. Поэтому эти элементы следует рассматривать как климатические ресурсы сельского хозяйства, которые, как и другие природные ресурсы, нужно строго учитывать и рационально использовать.

Однако учет климатических условий и ресурсов — не простое дело. Сложность заключается в трудности увязки климатических условий с требованиями сельскохозяйственных объектов, в частности с требованиями сельскохозяйственных культур.

Еще К. А. Тимирязев в 1897 г. отмечал, что «Климатические условия представляют интерес лишь тогда, когда нам рядом с ними известны требования, предъявляемые им растением; без этих последних сведений бесконечные вереницы цифр метеорологических дневников останутся бесплодным балластом» *.

Увязка климатических условий с требованиями сельскохозяйственных объектов осуществляется посредством

---

* Земледелие и физиология растений. Избр. соч., т. 1. Сельхозгиз, М., 1957.

агроклиматических показателей, разработка которых является предметом специальной научной дисциплины — сельскохозяйственной метеорологии. В настоящее время разработаны агроклиматические показатели тепло-, влагообеспеченности, условий перезимовки и др., которые должны широко использоваться при учете климата в сельском хозяйстве.

Наиболее совершенной формой учета климата является агроклиматическое районирование, представляющее систему подразделений территории, различающихся между собою климатическими условиями развития, роста, перезимовки растений и особенностями сельскохозяйственного производства — специализацией, характером агротехнических и технических мероприятий и др. Такое районирование территории СССР составляет основное содержание настоящей книги.

В СССР были проведены широкие исследования по разработке методики и самого агроклиматического районирования разных масштабов (Г. Т. Селянинов, 1933, 1955, 1961; П. И. Колосков, 1947, 1958; С. А. Сапожникова, 1958; Ф. Ф. Давитая, 1938, и др.). Этими исследованиями, однако, не достигнуто единство в понимании таксономических единиц, их признаков и количества в системе районирования. В результате этого имеется пестрота и несопоставимость выполненных районирований, особенно региональных, приведенных в областных агроклиматических справочниках и в изданных красочных атласах Украины, БССР, Армении и др.

Нами поставлена задача разработать систему агроклиматического районирования, которая, с одной стороны, позволила бы наиболее полно вскрыть агроклиматические ресурсы и условия сельского хозяйства и с другой — способствовала устранению отмеченных недостатков. Для учета положительных сторон и недостатков предшествующего опыта агроклиматического, общеклиматического и других видов природного районирования мы критически проанализировали работы по указанным видам районирования.

После такого анализа элементы агроклиматического районирования (тепло-, влагообеспеченность, условия перезимовки растений, континентальность климата) рассматриваются в книге главным образом в разработке автора.

Большую часть книги занимает бонитировка климата, или сравнительная производственная оценка его, и бонитировка культур, или сравнительная оценка их продуктивности. Последнее позволило составить биоклиматическую классификацию сельскохозяйственных культур по их продуктивности. Важным практическим выводом, вытекающим из бонитировки климата и сельскохозяйственных культур, является биоклиматическое обоснование подбора культур для той или иной местности. Этому вопросу посвящен специальный раздел «Биоклиматические предпосылки правильного подбора сельскохозяйственных культур».

Климатические условия влияют и на экономическую эффективность возделываемых культур. В связи с этим в книге уделяется внимание экономической оценке культур и климатических условий. Такая оценка относится к новому научному направлению — экономической агроклиматологии. Это направление должно получить значительное развитие, так как агроклиматические рекомендации по подбору культур, по техническим мероприятиям (орошение, осушение и пр.) имеют производственное значение лишь тогда, когда они обоснованы экономически, применительно к данным климатическим условиям.

В настоящее время большое внимание уделяется мелиорации земель. Между тем остается недостаточно выясненным вопрос, в каких местах для получения высоких урожаев достаточно только агротехнических мероприятий и в каких местах эти мероприятия должны сочетаться с коренными мелиоративными — орошением или осушением. Полученные выводы по бонитировке климата и экономической оценке сельскохозяйственных культур позволяют правильно ответить на этот вопрос, что является содержанием раздела «Эффективность агротехнических и мелиоративных мероприятий в различных почвенно-климатических зонах».

Критический анализ предшествующего опыта различных видов природного районирования, составление агроклиматических районирований территории СССР по элементам климата на основе унифицированных шкал классификации, выполнение работ по бонитировке и экономической оценке климата и сельскохозяйственных культур — все это позволило построить более совершенную систему агроклиматического районирования. Она состоит из трех качественно различных ступеней.

Первую ступень составляют макроклиматические образования: агроклиматические пояса и подпояса по обеспеченности растений теплом; агроклиматические области и подобласти по сочетанию и режиму элементов климата; агроклиматические зоны по сочетанию температурных полос и зон увлажнения с природными зонами; агроклиматические провинции по континентальности климата; агроклиматические секторы по сочетанию показателей тепло-, влагообеспеченности и суровости зимы.

Вторую ступень составляют мезоклиматические образования: агроклиматические округа и районы, выделенные по конкретному сочетанию природных элементов, обусловливающих особенности местного климата.

Третья ступень — это микроклиматические образования.

Построение трехступенчатой системы районирования дает возможность удовлетворить потребности республиканских, областных, районных организаций, а также колхозов и совхозов в оценке климата.

В книге наиболее подробно рассматривается макрорайонирование СССР.

Глава о системе агроклиматического районирования сопровождается рекомендациями по применению основных положений районирования к составлению агроклиматических характеристик отдельных территорий и хозяйств.

Книга завершается главой «Мировые агроклиматические аналоги СССР», в которой выявляются агроклиматические особенности территории СССР в системе материков земного шара. Особое внимание уделено сопоставлению и сравнительной оценке климатических ресурсов и условий сельского хозяйства СССР и США.

Работа является обобщением исследований по учету климата в сельском хозяйстве, выполненных автором в системе Гидрометслужбы СССР, Якутском филиале АН СССР и Совете по изучению производительных сил при Госплане СССР.

Автор выражает искреннюю благодарность П. А. Забазному (Министерство сельского хозяйства СССР) и Л. А. Чубукову (Институт географии АН СССР), А. Т. Никифоровой, М. А. Махмутовой (Совет по изучению производительных сил при Госплане СССР) и Е. С. Моновой — редактору (издательство «Колос») за существенную помощь при подготовке книги к печати.

Глава I

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ ОПЫТ ПРИРОДНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

ОПЫТ ОБЩЕКЛИМАТИЧЕСКОГО И ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Прежде чем перейти к описанию системы агроклиматического районирования и признаков составляющих ее таксономических единиц, остановимся на предшествующем опыте общеклиматического и комплексного (природного) районирования. Эти виды районирования содержат ряд схем, понятий и положений, имеющих существенное значение для построения системы агроклиматического районирования. В общеклиматическом районировании определилось несколько направлений:

1) по особенностям циркуляции атмосферы;

2) на основе эмпирического подбора тех или иных климатических показателей, описывающих границы определенных природных образований;

3) на основе причинно-следственных связей между компонентами физико-географической среды.

Рассмотрим некоторые из них *.

По классической схеме, земная поверхность делится на следующие климатические пояса: *тропический, или жаркий* (по обе стороны экватора), *средние, или умеренные* (между тропиками и полярными кругами каждого полушария), и *полярные, или холодные* (между полярными кругами и полюсами).

Основоположник русской сельскохозяйственной метеорологии А. И. Воейков (1948), сочетая температурный режим с циркуляционным режимом атмосферы, уточнил границы указанного астрономического деления территории на пояса. Границей тропического пояса он считал примерно 25° северной и южной широты, а не тропики, так как пассаты, наиболее характерный признак тропического пояса, проникают довольно далеко за тропики.

* Подробный обзор схем общеклиматического районирования содержится в работах В. В. Орловой (1938), Н. Н. Иванова (1948), А. И. Кайгородова (1955).

Границей умеренного и холодного поясов принят им не полярный круг, а примерно 65° северной и южной широты. Это обосновывается тем, что за данной чертой «земледелие почти нигде не составляет главного занятия жителей, и лишь рыбные и звериные промыслы привлекают сколько-нибудь густое население».

Примерные границы тепловых поясов, указанные А. А. Воейковым, согласуются с границами, проведенными нами на основе учета суммарных показателей тепловых ресурсов (см. прохождение изолиний $\Sigma t > 10° — 8000°$ и изолинии 1200° (1000°) на карте Мировые климатические ресурсы сельского хозяйства).

П. И. Броунов (1904, 1924, 1928) в основу выделения поясов положил барический рельеф земли, определяющий циркуляцию атмосферы и связанные с ней особенности климата. Им выделены пояса: 1) *экваториальный* дождливый пониженного давления; 2) два *жарких* в пределах от экваториальной полосы до изотермы годовой температуры 20°; 3) *два субтропических*, ограниченных изотермой 20° и осями затропических максимумов; 4) два *умеренных*, лежащих в пределах затропических максимумов и полярных минимумов; 5) два *полярных* пояса.

Пояса расчленяются на районы по распределению в них почв, растительности и по возможностям возделывания определенных видов сельскохозяйственных культур.

В классификации Броунова большое значение имеет выделение субтропических поясов. Однако оси барометрического максимума давления нельзя принять за границы, отделяющие субтропические пояса от умеренных, хотя для субтропических поясов и характерно высокое давление с антициклональным режимом погоды в летние месяцы. На территории СССР, по Броунову, ось затропического максимума проходит через пункты Кишинев, Харьков, Полтава, Саратов, Уральск; на азиатской территории она подходит к Байкалу. На этой линии температура наиболее холодного месяца меняется от —3 до —25°. Места с такими зимними температурами не могут быть отнесены к субтропическому поясу. При такой температуре нельзя возделывать субтропические теплолюбивые культуры, в восточных же районах — даже среднерусские формы плодовых культур.

Распределение атмосферного давления определяется не только широтным взаимодействием воздушных масс,

но и взаимодействием водных пространств и суши, влиянием подстилающей поверхности, времен года и других факторов. Поэтому распределение только давления не может быть взято за признак поясности. Основной признак поясности — поступление тепла солнечной радиации и связанные с этим особенности природы и хозяйственной деятельности людей.

Генетическая классификация климата Броунова получила дальнейшее развитие в работах Б. П. Алисова (1950, 1956). Его классификация климата предусматривает выделение климатических поясов и в их пределах областей и подобластей. Алисов в качестве основного признака пояса принимает преимущественное пребывание над той или иной территорией в течение года определенных типов воздушных масс. По этому признаку в пределах СССР выделяются пояса: арктический, субарктический, умеренный и субтропический.

В арктическом поясе в течение всего года преобладают массы арктического воздуха. Его распространение в теплый период препятствует развитию лесной растительности. Средняя температура наиболее теплого месяца здесь ниже 10°.

В субарктическом поясе в летний период происходит трансформация арктического воздуха в воздух умеренного пояса. Температура значительно повышается и колеблется в июле от 10 до 15°*, что обусловливает произрастание древесной растительности, относящейся преимущественно к редкостойной тайге.

В умеренном поясе преобладают воздушные массы умеренных широт.

В субтропическом поясе летом преобладают тропические массы, зимой — воздух умеренных широт. Для субтропических районов характерен засушливый летний период, наблюдающийся почти повсюду, кроме западного Закавказья, где он затушеван местными орографическими осадками. Резкий контраст в увлажнении весной и летом вызывает появление в пустынной зоне эфемеровой растительности, распространение которой послужило Алисову обоснованием для проведения северной границы субтропического пояса в Средней Азии и Восточном Закавказье.

* Здесь и в дальнейшем положительные температуры указаны без знака +.

За пределами СССР автор выделяет экваториальный, субэкваториальный и тропический пояса с пассатной и муссонной циркуляцией атмосферы; внутри каждого пояса — климатические области в зависимости от особенностей циркуляции атмосферы и величин солнечной инсоляции. Климатические границы областей и поясов проведены в соответствии с естественной сменой почвенно-растительного покрова. Всего выделено 24 области. Некоторые из них расчленены еще на подобласти по степени изменения свойств воздушных масс. Следует отметить, что границы выделенных подобластей весьма условны, определенного критерия для их проведения Алисовым не найдено.

Значение этой классификации климата заключается в том, что она построена на учете общециркуляционных особенностей атмосферы, которые определяют режим и сочетание элементов климата, имеющих важное значение для сельскохозяйственного производства.

Из эмпирических схем большой популярностью пользуется классификация климата В. Кеппена, которая разрабатывалась в период 1900—1936 гг.

В основу классификации положен количественный учет температуры воздуха и осадков. По их взаимодействию с окружающей средой Кеппен выделяет пять основных типов климата.

А. *Тропический дождливый.* Средняя температура самого холодного месяца не ниже 18°. Годовая сумма осадков при преобладании летних выше 2 (t +14) см, а при преобладании зимних выше 2t см (t — средняя годовая температура в градусах Цельсия).

В. *Сухой.* Средняя температура самого теплого месяца выше 10°. Годовая сумма осадков менее 2 (t +14) см.

С. *Умеренно теплый* с достаточным увлажнением. Средняя температура самого холодного месяца меньше 18 и больше —3°. Годовая сумма осадков более 2t см при зимнем максимуме дождей и более 2 (t+14) см при летнем их максимуме.

Д. *Умеренно холодный* с достаточным увлажнением. Средняя температура самого теплого месяца выше 10°, самого холодного ниже —3°. Осадки, как в умеренно теплом типе климата.

Е. *Снеговой.* Температура самого теплого месяца ниже 10°.

Типы климата, кроме типа Е, в зависимости от годо-

вого хода осадков, подразделяются на подтипы: с равномерным увлажнением (*f*), относительно сухим летом (*s*) и сухой зимой (*w*). В подтипах выделяются еще вариации климата, обозначаемые индексами.

Классификация Кеппена представляет интерес со стороны климатических признаков природных образований и подхода автора к оценке атмосферных осадков, увлажнительный эффект которых связывается с температурой. Однако градации показателей, по которым выделяются климатические типы и подтипы, слишком широкие. Так, тип умеренно холодного климата характеризуется температурой самого теплого месяца выше 10°, а самого холодного ниже — 3°. Тип сухого климата характеризуется только температурой самого теплого месяца выше 10°. Такая характеристика совершенно недостаточна для оценки температурных условий произрастания растений как естественной, так и особенно культурной растительности. Существенным недостатком этой классификации является логическая непоследовательность в выборе классификационных признаков типов климата. На одинаковых основаниях берутся как температурные показатели, так и показатели увлажнения. В этой классификации типы климата (B, C) не выражают широтную поясность, которой определяются особенности сельскохозяйственного производства. Ряд недостатков этой классификации отмечали Г. Т. Селянинов (1955), А. И. Кайгородов (1955) и др.

Общеклиматической классификацией А. И. Кайгородова (1955), названной автором естественной классификацией, предусматривается выделение зон и подзон, типов и разновидностей климата по температурным условиям и ареалов — по одинаковому относительному увлажнению.

Зоны и подзоны, являющиеся синонимами температурных поясов и подпоясов других авторов, выделяются по средней температуре наиболее теплого (в верхних широтах) и наиболее холодного (в низких широтах) месяцев. Кайгородовым выделены зоны: *экваториальная* — температура холодного сезона выше 18°; *тропические* — температура того же сезона выше 11°; *субтропические* — температура холодного сезона выше —3° для территории с жарким летом (больше 26°) и выше 4° — для территории с очень теплым летом (22°); *средних широт* — температура теплого сезона выше 14°; *субполярные* — температура того же сезона выше 5°; *полярные* — температура ниже 5°.

Климатические зоны разделены на подзоны также по температуре теплого и холодного сезонов. Подзоны далее делятся на климатические типы по признаку континентальности местности, характеризуемой автором величинами годовой амплитуды температуры.

Наиболее мелкая таксономическая единица классификации климата — разновидность. Для выделения разновидностей разработана система индексов, выражающих характеристику участков земной поверхности по температуре наиболее теплого и наиболее холодного месяцев. Индексам придано начертание дроби, у которой числитель и знаменатель, выраженные римскими цифрами, символизируют определенный температурный интервал указанных месяцев. Исходя из амплитуды температур земного шара, принят интервал для холодного периода 7°, а для теплого 4°. При этом число интервалов для обоих периодов года составляет 12.

Каждому интервалу температуры придана словесная характеристика. По температурному ощущению различается зима (*X*): мягкая, холодная, суровая, жестокая и лето (*T*): прохладное, теплое, жаркое, знойное. Эти основные характеристики детализируются промежуточными: очень холодная зима, умеренно теплое лето и т. д. Граничные изотермы Кайгородов согласовывает с теми или иными природными образованиями и явлениями, поэтому классификация климата и названа естественной.

Для характеристики территории по степени увлажнения используется отношение годовой суммы осадков к широтной их норме в процентах.

Классификация Кайгородова в значительной мере базируется на классификации Кеппена, но отличается более дробной дифференциацией. В ней соблюдено условие соподчинения классификационных признаков и выделенных территориальных образований.

Эта классификация интересна также подходом к унификации названий определенного теплового состояния периодов года, а также выбором температурных показателей для выделения зон и подзон.

Наиболее обоснованным, на наш взгляд, является выбор следующих граничных изотерм, указывающих на качественные различия природных явлений и процессов.

1. Изотерма наиболее теплого месяца 14°, которая отделяет субполярную зону от зоны средних широт. С этой

изотермой приблизительно связывается северная граница полевого земледелия.

2. Изотерма наиболее теплого месяца 26° и соответствующая ей изотерма наиболее холодного месяца —3° (в континентальных местах), отделяющие в северном полушарии зону средних (умеренных) широт от субтропической зоны. Для мест с температурой выше 26° характерно частое повторение дневной температуры в 30° и более, тормозящей развитие культур умеренного пояса из-за нарушения нормального течения фотосинтеза. С изотермой —3° связана граница устойчивого снегового покрова.

3. Изотерма наиболее холодного месяца 4°, разделяющая субтропическую зону на подзоны мягкой и очень мягкой зимы.

Другие граничные изотермы, как правило, не очерчивают соответствующие природные образования. Кайгородов, сообразуясь с общепринятым отнесением территории к той или иной природной зоне, выбирает различные температурные показатели. Пестрота последних связана с расчленением территории через равные интервалы средней температуры —7° для зимнего и 4° для летнего сезонов. Средняя температура, однако, недостаточно полно отражает энергетические условия, определяющие природные процессы и явления.

В методическом отношении большой интерес представляет применение Кайгородовым в своей классификации показателя степени континентальности для выделения типов климата. Однако форма этого показателя — годовая амплитуда температуры — неудачна. Она явно непригодна для характеристики степени континентальности климата в низких широтах. По его шкале южные пустынные районы Средней Азии с годовой амплитудой менее 28° относятся к континентально-морскому климату. В действительности это районы с очень континентальным климатом.

Из других положительных сторон исследования Кайгородова следует подчеркнуть его оценку значения средних климатических величин, особенно средней температуры воздуха. По обе стороны какой-либо нанесенной на карту изотермы на всем протяжении той или иной зоны можно охарактеризовать температурный режим обширной территории, представляющий сложный итог самых разнообразных тепловых процессов — непосредственного

притока прямой и рассеянной солнечной радиации и адвективного тепла, приносимого сменяющимся воздухом различного происхождения, конденсации водяных паров в нижней и средней тропосфере, теплообмена земной поверхности и атмосферы отражением и излучением, теплообмена с атмосферой и глубинными слоями почвы и, наконец, жизнедеятельности человека и различных живых организмов. Следовательно, в одном показателе — средней температуре воздуха данного места и за данный интервал времени объединяется вся совокупность перечисленных воздействий. Можно ли после этого говорить,— отмечает автор,— что средние величины в климатологии не имеют реального значения.

Показатель увлажнения, предложенный Кайгородовым, не имеет преимуществ перед другими формами, учитывающими непосредственно сопряженность осадков с факторами испарения.

Л. С. Берг (1938) предложил климатическую классификацию, основанную на ландшафтно-географическом принципе. Он различает следующие типы климата соответственно определенным ландшафтно-географическим образованиям.

1. *Климат тундры.* Средняя температура самого теплого месяца от 0° до 10—12°.

2. *Климат тайги или сибирский.* Температура самого теплого месяца от 10 до 20°. Осадков 300—600 мм с преобладанием их летом. Зима суровая.

3. *Климат лиственных лесов умеренной зоны или климат дуба.* Средняя температура четырех теплых месяцев от 10 до 22°. Преобладают летние осадки.

4. *Муссонный климат умеренных широт.* В теплое время года (с апреля по ноябрь) выпадает 85—95% годовой суммы осадков. Зима малоснежная. Половодье летом.

5. *Климат степей.* Температура летних месяцев от 20 до 23,5°. Осадков 200—450 мм, максимум в июне, июле.

6. *Климат средиземноморский.* Лето жаркое, сухое, зима теплая, влажная. Осадки выпадают осенью, зимой и весной. Летом господствует пассат, зимой — западные ветры и циклоны.

7. *Климат зоны субтропических лесов.* Температура самого холодного месяца выше 2°. Лето жаркое, богатое осадками. Зимой осадков мало.

8. *Климат внутриматериковых пустынь умеренного пояса.* Осадков меньше 300 мм. Особенно сухое лето. Температура самого холодного месяца ниже —2°, самого теплого 25—32°.

9. *Климат субтропических пустынь* (областей пассатов). Самый холодный месяц с температурой не ниже 10°.

10. *Климат саванн или тропического лесостепья.* Температура самого холодного месяца не ниже 18°. Дождей много, но не более 2000—2500 мм. Зимой и весной ясно выраженный сухой период.

11. *Климат влажных тропических лесов.* Осадков не менее 1500 мм в год. Сухого сезона нет или он очень короток. Температура самого холодного месяца не ниже 18°. Годовая амплитуда температуры 1—6°. Дожди имеют обычно два максимума, приходящиеся на время около периодов равноденствия.

Некоторые типы климата Берг делит еще на 2—3 подтипа.

Классификация Берга, как и классификация Кеппена, имеет познавательное значение. Ею устанавливается географическое распределение ландшафтно-географических образований. Однако дифференциация климатических условий этих образований недостаточна. Так, тип климата тайги сибирской подразделяется только на западный и восточный подтипы, весьма неоднородные по сочетанию климатических элементов. Известно, что районы Центральной Якутии, относящиеся к восточному подтипу климата тайги, отличаются сильной засушливостью, тогда как таежные районы Охотского побережья, прибрежные районы Камчатки, северные районы Приморского края того же подтипа имеют достаточное и избыточное увлажнение.

Общеклиматической классификацией Н. Н. Иванова (1948) предусматривается выделение климатических поясов, областей с однородной динамикой годового увлажнения и зон увлажнения.

В классификации Иванова по температуре используется ряд показателей Кеппена и Берга, а по увлажнению — коэффициент, разработанный самим автором. Этот коэффициент выражает отношение годового количества осадков к годовой испаряемости, рассчитанной по формуле:

$$E_м = 0{,}0018\,(25 + t)^2\,(100 - a),$$

где $E_м$ — испаряемость за месяц (в мм);
t — средняя температура месяца (в°);
a — средняя относительная влажность воздуха за месяц.

По условиям годового увлажнения выделены следующие зоны:

	Показатель увлажнения
В. Избыточно влажная	>1,50
Д. Достаточно влажная	1,00—1,49
У. Умеренно влажная	0,60—0,99
С. Недостаточного увлажнения	0,30—0,59
Н. Скудного увлажнения	0,13—0,29
А. Ничтожного увлажнения	<0,13

По Иванову, при наличии необходимого тепла климат зоны В соответствует *влажным лесам*, Д — *лесам* умеренно увлажненным, У — лесостепи, С — степям, Н — полупустыне, А — пустыне.

Эта классификация климата отличается от других общеклиматических классификаций тем, что в ней при выделении поясов наряду со средними и экстремальными показателями температуры используются суммы температур. Применение такого показателя улучшает классификацию климата, так как природные процессы и явления, в том числе и произрастание типов растений, определяются не только тепловым напряжением, но и суммарным воздействием тепла. Однако суммы температур Иванов использует только для проведения границ некоторых поясов, а не как количественный показатель теплообеспеченности. Поэтому его *температурные пояса не отражают* потенциальные возможности накопления биомассы. Отмеченный недостаток свойствен и многим другим общеклиматическим классификациям климата.

Большим достоинством отличается классификация климата по увлажнению. Предложенный Ивановым показатель увлажнения достаточно надежно выражает природные зональные особенности территории и динамику увлажнения теплого периода. Показатель увлажнения находится в определенном количественном соотношении с формой показателя, принятой нами и вычисляемой по дефициту влажности воздуха $\left(Md = \frac{P}{\Sigma(E-e)}\right)$. Значения показателей увлажнения могут быть пересчитаны по условию $K = 2\,Md$. Показатель увлажнения в предложенной нами форме

обоснован изучением взаимосвязи транспирации и испарения с урожаем органического вещества (Д. И. Шашко, 1961, 1962), а также массовым определением связи урожая сельскохозяйственных культур со значениями этого показателя (см. рис. 21, стр. 150).

В шкале классификации климата по увлажнению одноименные природные зоны мы ограничиваем несколько иными величинами показателя. Наша шкала построена на основе более детального анализа распределения значений показателя увлажнения с привлечением большего количества станций на территории СССР, чем шкала Иванова. Ею также предусматривается значительно большая дифференциация увлажнения, особенно области недостаточного увлажнения.

А. А. Григорьев и М. И. Будыко (1959, 1960) строят схему общеклиматического районирования на причинно-следственных связях между компонентами физико-географической среды — климатом, почвой, растительностью и др. При этом они исходят из положения, что во взаимообусловленных географических процессах ведущая роль принадлежит климатическим факторам и что природная зональность — главнейшая особенность географической среды — обусловлена распределением радиационного баланса (энергетической базы поверхностных физико-географических процессов) и радиационного индекса сухости (отношения радиационного баланса к количеству тепла, необходимого для испарения годовой суммы осадков). На основании этого Григорьевым и Будыко (1956) сформулирован закон периодичности географической зональности, по которому в различных тепловых поясах одним и тем же величинам радиационного индекса сухости соответствуют природные зоны, сходные по ряду существенных признаков. Схема периодичности географической зональности, положенная в основу их климатической классификации, приведена в таблице 1.

По данным Будыко, суммы температур земной поверхности за период с температурой воздуха выше 10° прямо пропорциональны годовой величине радиационного баланса (для увлажненной подстилающей поверхности) и превосходят ее значение (в ккал/см², год) приблизительно в 100 раз. По его же выводам, испаряемость, вычисленная по радиационному балансу для увлажненной поверхности, количественно соответствует комплексной

Таблица 1

Классификация климатов СССР (по А. А. Григорьеву и М. И. Будыко)

Термические условия теплого периода (сумма температур земной поверхности)	Условия увлажнения (комплексный индекс сухости)			
	I. Избыточно влажные, меньше 0,45	II. Влажные, 0,45—1,0	III. Недостаточно влажные, 1,0—3,0	IV. Сухие, больше 3,0
1. Очень холодные — температура воздуха весь год ниже 10°	I1C * Арктическая пустыня	—	—	—
2. Холодные — меньше 1000°	I2A, I2B, I2C, I2D, I2E — Тундра и лесотундра	—	—	—
3. Умеренно теплые — 1000—2200°	I3E — Альпийские луга	II3A, II3B, II3C, II3D, II3E — Хвойный лес	III3A, III3C, III3D, III3E — Горная степь и степи Сибири	IV3C, IV3D — Горная пустыня
4. Теплые — 2200—4400°	—	II4C, II4D, II4E — Смешанный и широколиственный лес	III4C, III4D, III4E — Степь и лесостепь	IV4C, IV4E — Северная пустыня
5. Очень теплые — больше 4400°	—	II5F — Субтропический лес	III5E, III5F — Ксерофитная субтропическая растительность	IV5E, IV5F — Пустыня

* В приведенных трехчленных формулах типов климата на первом месте стоит индекс увлажнения, на втором — поясности и на третьем — суровости и снежности зимы согласно шкале таблицы 2.

испаряемости, рассчитанной с учетом влияния температуры, влажности и радиационного баланса. На основании указанного в климатической классификации Григорьева и Будыко для поясного деления территории принимаются величины сумм температур земной поверхности вместо величин радиационного баланса и величины индекса сухости по комплексной испаряемости вместо величин индекса по радиационному балансу.

Согласно таблице 1, на территории СССР Григорьев и Будыко выделяют 12 типов основных климатических зон, соответствующих определенным типам географической зональности и 31 тип внутризональных климатических областей (*A*, *B*, *C*...). Последние выделены по условиям зимнего периода согласно шкале для оценки зимних условий (табл. 2).

Таблица 2

Шкала для оценки зимних условий

Характеристика условий зимы	Метеорологические показатели зимнего периода
A. Суровая малоснежная	Температура января ниже —32°, наибольшая среднедекадная высота снегового покрова менее 50 см
B. Суровая снежная	Температура января ниже —32°, наибольшая средняя высота снегового покрова больше 50 см
C. Умеренно суровая малоснежная	Температура января от —13 до —22°, наибольшая средняя декадная высота снегового покрова меньше 50 см
D. Умеренно суровая снежная	Температура января от —13 до —32°, наибольшая высота снегового покрова больше 50 см
E. Умеренно мягкая	Температура января от 0 до —13°
F. Мягкая	Температура января выше 0°

Идея Григорьева и Будыко о причинно-следственных связях компонентов природы и о ведущих факторах физико-географических процессов имеет важное значение для разработки как общеклиматических, так и отраслевых классификаций климата. Однако форма выражения этой идеи у авторов, на наш взгляд, неудачна. Это относится к выбору показателей теплообеспеченности и увлажнения, градаций этих показателей, а также градаций температуры января и средней высоты снегового покрова.

В предложенной классификации для характеристики энергетической базы выбран показатель в форме сумм температур земной поверхности, так как эти суммы пропорциональны радиационному балансу. Для подсчета сумм температур используются, однако, температуры не по данным наблюдений, а по сложной расчетной формуле (по методу теплового баланса), не обеспечивающей получение достаточно точных их величин.

Неточность их связана с меняющимся характером деятельной поверхности при различном использовании сельскохозяйственных угодий. Например, температура деятельной поверхности поливного поля будет значительно ниже неполивного.

Расчетные суммы температур земной поверхности за период с температурой воздуха выше 10° больше сумм температур воздуха за этот период на 300—500° в центральных и северных районах и на 800—1000° и более в южных районах. Те и другие суммы корреляционно связаны между собой. Поэтому нет надобности суммы температур, точно фиксированные наблюдениями в метеорологической будке, заменять суммами, полученными из расчетных, недостаточно надежных данных. К тому же биологическая значимость сумм температур земной поверхности не выяснена, тогда как суммы температур воздуха апробированы и широко используются при разных агроклиматических расчетах.

Замечание о недостаточной достоверности может быть отнесено и к расчетным величинам радиационного индекса сухости. Для его определения Будыко пользуется способом расчета испаряемости по радиационному балансу (1956), по суммам температур воздуха и земной поверхности (1956, 1958), по комплексному способу, учитывающему влияние температуры, влажности воздуха и радиационного баланса (Григорьев, Будыко, 1959). Однако перечисленные способы неравноценны. Только отмеченное выше расхождение сумм температур земной поверхности и сумм температур воздуха дает относительную ошибку в расчетах испаряемости по ним в размере 25% и более. При расчетах индекса сухости непосредственно по радиационному балансу ошибки могут возникнуть вследствие принятого автором допуска, по которому величины радиационного баланса для всех широт и мест с различным типом климата исчисляются по одинаковой величине альбедо, равной 0,18.

Вследствие неточности расчетных величин Будыко не применяет их для характеристики увлажнения за месячные отрезки времени, а также увлажнения горных мест.

Из-за недостаточной точности величин радиационного индекса сухости и вследствие допускаемых систематических ошибок в оценке увлажнения по этому индексу на составленной Григорьевым и Будыко красочной карте климатического районирования СССР обнаруживаются существенные несоответствия в оценке увлажнения определенных территорий. Так, территория Якутии явно недостаточно увлажнена в районах Амги, Усть-Маи, Верхоянска, Оймякона. Однако эти районы отнесены авторами к влажному климату.

По методике Будыко, испаряемость примерно одинакова во всех местах прохождения изолиний определенных сумм температур. Это не согласуется с распределением дефицита влажности воздуха — основного фактора испарения. Согласно составленной нами таблице 3, условия испарения, а следовательно, и испаряемости в местах более континентальных напряженнее, чем это показывают расчеты по сумме температур, а вследствие отмеченной пропорциональности и по радиационному балансу.

Таблица 3

Испаряемость по суммам температур (радиационному балансу) и по суммам дефицита влажности воздуха за год *

Станция	Суммы		Испаряемость		Разность испаряемости	Показатель увлажненности	
	d	$t>10°$	по $\Sigma d\,(fd)$	по Σt (ft)		по $\frac{P}{\Sigma d}$	по $\frac{ft}{P}$
Ленинград	855	1681	385	420	—35	0,73	0,51
Сыктывкар . . .	843	1430	379	357	22	0,60	0,51
Киренск	988	1610	445	402	43	0,37	0,78
Сковородино . . .	1041	1559	468	389	69	0,39	0,69
Братск	1076	1606	484	401	83	0,28	0,96
Якутск	1047	1550	471	387	84	0,18	1,45
Оймякон	810	920	365	240	125	0,21	0,99

* Испаряемость по дефициту влажности воздуха вычислена по эмпирической формуле $f=0{,}45\ \Sigma d$, а по температуре — по формуле $f=0{,}25\ \Sigma t > 10°$.

Согласно таблице 3, по мере увеличения континентальности разность между испаряемостью по дефициту влажности воздуха и по суммам температур систематически увеличивается. Этим и объясняются указанные ошибки Будыко в оценке увлажнения — преувеличение увлажнения явно засушливых восточных районов.

Климатические условия испарения и транспирации выражает дефицит влажности воздуха по данным наблюдений температуры и влажности воздуха в метеорологической будке.

Дефицит влажности воздуха определяется по показаниям сухого и смоченного термометров. Смоченный термометр является по существу миниатюрным, поэтому весьма чувствительным испарителем, реагирующим на условия испарения так же, как и термометр на температуру воздуха. Поэтому дефицит влажности воздуха и выражает наиболее полно условия транспирации и испарения. По данным наших опытов (1940), связь между суточными величинами транспирации и дефицитом влажности воздуха характеризуется коэффициентом корреляции более 0,9.

В свое время Г. Н. Высоцкий (1905) вслед за В. В. Докучаевым (1903, переиздание в 1948 г.) определял показатель увлажнения как отношение осадков к испарению по испарителю Вильда. В данном случае испаритель реагирует на условия испарения так же, как термометр на температуру воздуха. Вот почему показатель увлажнения Высоцкого, учитывающий напряженность факторов испарения в репрезентативных условиях размещения метеорологических станций, не потерял своего практического значения и до настоящего времени.

Приведенные критические замечания по применению расчетных величин сумм температур земной поверхности и испаряемости по радиационному балансу для целей климатического районирования не умаляет их значения для решения ряда частных практических вопросов. Например, расчетные величины возможного испарения по радиационному балансу имеют значение для обоснования оросительных норм в условиях сплошного полива; расчетные величины температуры деятельной поверхности — для оценки микроклиматических изменений при проведении тех или иных агротехнических мероприятий и т. п.

Градации показателей, принятых Григорьевым и Бу-

дыко для построения классификации климата, слишком большие и не позволяют провести дробную, отвечающую практическим запросам, дифференциацию территории по особенностям климата. Градации сумм температур 1000—2200°, 2200—4400° и более 4400°, а также градации температуры января от 0 до —13°, от —13 до —32° и ниже —32° не выражают температурных условий произрастания определенных типов естественной и культурной растительности. Очень упрощенная шкала снежности зимы (менее 50 см — малоснежная зима и более 50 см — снежная зима) недостаточна для производственной оценки зимних условий.

Градация индекса сухости 1,0—3,0 объединяет ряд природных зон — лесостепь, степь, сухую степь. В таком интервале индекс сухости не отражает конкретных условий роста растений.

В соответствии с законом периодичности географической зональности Григорьев и Будыко все природные зоны с лесной растительностью (средняя и южная тайга, лиственные леса) на всем их протяжении относят к влажному климату. Это не согласуется с действительностью.

Господство лесной растительности в восточных районах страны не связано с индексом сухости, а определяется зимними условиями и соотношением длины холодного и теплого периодов года. Зимними условиями определяется наличие вечной и длительной сезонной мерзлоты, способствующей аккумуляции влаги в почве. Этой влаги вместе с влагой атмосферных осадков бывает достаточно для удовлетворения потребности в ней лесной растительности на протяжении короткого периода вегетации.

Основываясь на зависимости географической зональности только от суммарных величин радиационного баланса и радиационного индекса сухости, Григорьев и Будыко дают неудовлетворительное объяснение отклонениям от закона периодичности. Исчезновение зоны лиственных лесов в ряде мест Сибири, где таежная и степная зоны непосредственно граничат, они объясняют большим сближением индекса сухости, при котором существование самостоятельных географических зон невозможно. Между тем исчезновение зоны лиственных лесов связано не столько с индексом сухости, сколько с зимними условиями и континентальностью климата (низкими температурами воздуха при небольшом снеговом покрове), а также с влажностью почвы и другими природными условиями.

Таким образом, системой общеклиматического районирования Григорьева и Будыко не учитываются важнейшие факторы природной (климатической) зональности, относящиеся к зимнему сезону, что и приводит к отмеченным недостаткам. Их классификация нуждается в существенном усовершенствовании.

По нашему мнению, при построении климатических классификаций, как общих, так и отраслевых, следует избегать косвенных расчетных величин, особенно при заданных условиях.

Следует присоединиться к мнению Григорьева и Будыко о том, что до сих пор отсутствуют более или менее общепринятые точки зрения в отношении основных принципов климатической классификации. Разделяя такое утверждение и положительно оценивая исходные принципы их климатической классификации, необходимо вместе с тем заметить, что эти принципы уже были приняты советскими агроклиматологами для построения схем агроклиматического районирования.

В основу такого вида специального районирования кладутся биоклиматические показатели примерно того же значения, что и показатели, взятые Григорьевым и Будыко, именно суммы температур, показатель увлажнения в разных формах, температура зимнего периода и высота снегового покрова.

Для учета и оценки климатических условий большой научный и практический интерес представляет метод комплексной климатологии в разработке Е. Е. Федорова (1949), Л. А. Чубукова (1949) и др. Этот метод, однако, еще не применяется для построения климатических классификаций. Обычно строящиеся по нему графики структуры климата используются для наглядной сравнительной характеристики климатических особенностей подразделений территорий, выделенных другими способами. Можно указать на карту «Агроклиматические ресурсы сельского хозяйства СССР», помещенную в атласе сельского хозяйства СССР (1960), которая сопровождена графиками структуры климата.

Для совершенствования системы агроклиматического районирования большое значение имеет опыт почвенно-географического районирования. Система такого районирования разработана Н. Н. Розовым совместно с Е. Н. Ивановой, П. А. Летуновым, В. М. Фридляндом и

С. А. Шуваловым (Почвенно-географическое районирование СССР, 1962).

Предложенная авторами схема районирования имеет следующий вид.

1. Почвенно-биоклиматический пояс
2. Почвенно-биоклиматическая область

Для равнинных территорий	*Для горных территорий*
3. Почвенная зона	3. Вертикальная почвенная структура (или горная провинция)
4. Почвенная провинция	4. Вертикальная зона
5. Почвенный округ	5. Горный почвенный округ
6. Почвенный район	6. Горный почвенный район

При выделении почвенно-биоклиматических поясов учтено давно принятое в климатологии и географии деление земного шара на четыре климатических и природных пояса: 1) холодный (полярный), 2) умеренный (бореальный), 3) теплый (субтропический) и 4) жаркий (тропический). Учитывая реальное распределение почвенных зон, они детализируют указанную схему, разделяя умеренный (бореальный) пояс на подпояса умеренно холодный и умеренный, а теплый (субтропический) — умеренно теплый и теплый. Выделенные подпояса приняты затем за почвенно-биоклиматические пояса.

Границы поясов характеризуются определенными суммами температур выше 10° (табл. 4).

Таблица 4

Почвенно-биоклиматические пояса северного полушария

Почвенно-биоклиматические пояса и подпояса	Суммы температур > 10° на южной границе поясов	
	на западе Евразии	на востоке Евразии
Холодный	400—600	400—600
Умеренно холодный	2400	1800
Умеренный	4000	3200
Умеренно теплый	6000	5000
Теплый	8000	7000
Жаркий	>8000	>7000

Согласно таблице 4, на западе Евразии суммы температур больше, на востоке меньше, что объясняется особыми термическими условиями муссонного климата.

Термические границы между поясами являются лишь придержкой к установлению границ почвенно-климатических поясов. Конкретные границы этих поясов проводятся по границам почвенных зон. В пределах поясов выделены 13 почвенно-биоклиматических областей по сходству условий увлажнения и континентальности и вызываемых ими особенностей почвообразования, выветривания и развития растительности.

Области расчленены на 23 зоны и подзоны, которые, в свою очередь, подразделяются на 72 равнинных и 36 горных провинций.

Приведенная схема почвенно-географического районирования, на наш взгляд, наиболее совершенна в ряду схем отраслевого природного районирования. Она построена на основе биоклиматических показателей, в связи с чем по своей структуре соответствует схеме агроклиматического районирования. В ней лишь почвенно-географические провинции выделены по не совсем четким показателям. Хотя от одной провинции к другой наблюдается закономерное изменение биоклиматических показателей, вследствие нечетких признаков границы провинций следует считать условными.

Надо также отметить неточное объяснение авторами сдвига изолиний сумм температур биоклиматических поясов (от 600° на границе умеренно холодного подпояса до 1000° — на границе теплого пояса). Этот сдвиг они объясняют особыми термическими условиями лета в области муссонного климата, которые, по их мнению, сказываются на ускорении биологических процессов и на более быстром созревании сельскохозяйственных культур.

Причина сдвига сумм заключается, однако, не только в этом. Ускорение процесса развития растительных организмов в условиях резко континентального климата обусловливает сдвиг границ не более чем на 100—300° (С. А. Сапожникова, 1958; Д. И. Шашко, 1958). Основная причина снижения сумм температур заключается, на наш взгляд, в большей длительности и суровости зимы, что, как уже отмечалось, способствует произрастанию древесной растительности в засушливых местностях и определяет особенности других биологических процессов.

По форме и понятиям таксономических единиц к рассмотренной выше схеме почвенно-географического районирования относится схема природного районирования, разработанная в КНР с использованием опыта СССР (Хуан Бин-вей, 1958) *. Различие в схемах можно проследить лишь в установлении поясных и областных границ. В советской схеме эти границы совмещаются, как правило, с границами почвенных зон. В китайской схеме границы проведены строго по распределению биоклиматических показателей — поясные границы по изолиниям сумм температур выше 10°, а областные — по изолиниям показателей атмосферного увлажнения в форме гидротермического коэффициента (ГТК):

$$K = \frac{0{,}16\Sigma t > 10^\circ}{P\ (\text{осадки за период с } \Sigma t > 10^\circ)}.$$

Такой подход к выделению указанных таксономических единиц еще больше, чем в советской схеме, сближает агроклиматическое районирование с комплексным природным районированием.

По схеме комплексного районирования КНР можно сделать следующие замечания. В общепланетарном плане недостаточно обоснованы некоторые критерии сумм температур для выделения тепловых поясов (1700° для умеренного пояса и 4500° — субтропического). Неопределенны признаки провинций. Недостаточно совершенна форма показателя увлажнения. В связи с последним автор схемы климатического районирования КНР (Чан Бао-кунь, 1958) пользуется, как и С. А. Сапожникова (1957), дифференцированной шкалой показателя увлажнения для выделения одних и тех же природных зон (табл. 5).

Приведенный обзор наиболее распространенных видов климатического районирования показывает, что общей климатологией разработан ряд понятий и положений, имеющих существенное значение для построения системы агроклиматического районирования.

Выработано общее понятие климатических поясов как тепловых природных образований: арктический — уме-

---

* Материалы комиссии природного районирования Китая, АН КНР, 1958; фонды СОПС при Госплане СССР.

Таблица 5

Шкала увлажнения по Чан Бао-куню

Показатель увлажнения: $K = \frac{0{,}16\Sigma t_{>10^\circ}}{P}$	Степень увлажнения	Естественная растительность	Мероприятия
<0,49	Очень влажно	Леса	Дренирование
0,50—0,49	Влажно	»	»
1,00—1,50 или 1,00—2,20	Полувлажно	Лесостепь	Сохранение влаги
1,50—2,20 или 1,20—2,00	Слабо влажно	Степь	Нужно орошение
2,00—4,00	Полуаридно	Пустынные степи	Нужно орошение
>4,00	Аридно	Пустыни	Нужно орошение

ренный — тропический пояса (Воейков, Броунов, Берг, Кайгородов, Иванов, Алисов и др.).

Признано необходимым увлажнительный эффект осадков увязывать с факторами испарения (Докучаев, Высоцкий, Кеппен, Иванов, Будыко и др.).

Природные образования в значительной мере увязаны с общециркуляционными особенностями атмосферы, определяющими режим и сочетание элементов климата (Алисов).

Установлен ряд климатических признаков зон (Кеппен, Берг, Кайгородов, Григорьев и Будыко и др.).

Показана важность учета в системе климатического районирования совокупного показателя особенностей климата — степени его континентальности; раскрыто физическое и производственное значение средних величин элементов климата и разработана методика унифицированной оценки этих величин на примере показателя температуры (Кайгородов).

Разработаны в общих чертах принципы климатического районирования, основанные на причинно-следственных связях между компонентами физико-географической среды при ведущей роли радиационного баланса и фактора увлажнения, выражаемого соотношением тепла и влаги (Григорьев, Будыко).

На основе биоклиматических показателей создана система почвенно-географического районирования, которой предусматривается выделение таксономических единиц от наиболее высоких — поясов до самых низких — районов (Розов и др.).

Вместе с тем в схемах общеклиматического районирования выявлены и существенные недоработки как результат недостаточного учета классификационных признаков и логической непоследовательности в их выборе. Все еще не устранена пестрота признаков границ климатических поясов. Например, южная граница субарктического пояса у Григорьева и Будыко связывается с температурой воздуха наиболее теплого месяца 12° и распространением тундровой растительности, а у Алисова и Кайгородова с температурой 14—15° и распространением преимущественно редкостойной северной тайги. Наблюдается эмпиризм в подборе климатических признаков для выделения природных образований (Кеппен, Кайгородов и др.).

Схема климатической классификации, основанная на законе периодичности географической зональности по двум главнейшим факторам — термическим условиям теплого периода и годовому увлажнению (Григорьев и Будыко) — также не исчерпывает и не объясняет многообразия природных образований.

Схемы общеклиматических классификаций отличаются недостаточной дифференциацией климатических признаков, что в значительной мере снижает производственное значение этих схем (Кеппен, Берг, Григорьев и Будыко и др.). Схемы, за исключением классификации Григорьева и Будыко, не учитывают ресурсные показатели климата, особенно показатель теплообеспеченности в виде сумм тепла в калориях или сумм активных температур.

Современные общеклиматические классификации построены, как правило, на увязке соответствующих климатических показателей с природными образованиями. Увязка же этих показателей с формами и объектами производства или отсутствует, или недостаточна, В этом — основной недостаток современных климатических классификаций.

Указанные недостатки, как и отмеченные выше положительные результаты, учитывались нами при построении системы агроклиматического районирования.

ОПЫТ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

В конце прошлого и начале текущего столетия на базе общеклиматических исследований начала развиваться сельскохозяйственная климатология, которая, в свою очередь, не могла не влиять на дальнейшее развитие общеклиматических исследований, что отмечают Григорьев и Будыко (1960). Через систему агроклиматических (биоклиматических) показателей эта прикладная климатология связывает науку о климате с сельскохозяйственным производством.

В сельскохозяйственной климатологии определилось также несколько направлений агроклиматического районирования.

1. Как самостоятельная форма природного районирования (Г. Т. Селянинов, П. И. Колосков, С. А. Сапожникова и др.).

2. Как составная часть комплексного природного районирования (В. П. Попов, Л. Н. Бабушкин).

3. Как сочетание специального отраслевого с комплексным природным районированием (Д. И. Шашко).

Рассмотрим результаты агроклиматических исследований за предшествующий период.

Еще основоположники сельскохозяйственной метеорологии А. И. Воейков и П. И. Броунов свои общеклиматические исследования связывали с запросами сельского хозяйства. Однако агроклиматические исследования с применением специальных показателей (тепло-, влагообеспеченности растений, условий перезимовки) начали развиваться позднее.

Г. Т. Селянинов (1928, 1930) обосновал ряд показателей для сельскохозяйственной оценки климата. Это показатель *теплообеспеченности растений* в форме сумм активных температур, *показатель влагообеспеченности* в форме гидротермического коэффициента *, *показатель условий перезимовки растений* в форме средней из абсолютных минимумов температуры воздуха.

По показателю теплообеспеченности он (1933) выделил следующие термические зоны.

---

* Гидротермический коэффициент (по Селянинову) — это отношение осадков к сумме температур за летние месяцы, уменьшенной в 10 раз.

I. Зона северного огородничества или исключительно кормовая (сумма температур выше 10° 1000—1400°).

II. Зона северных зерновых культур с сильным развитием льна, картофеля, кормовых растений (сумма температур выше 10° 1400—2200°).

III. Зона кукурузы, масличных растений и частично сахарной свеклы совместно с озимой пшеницей на западе и твердыми яровыми пшеницами на востоке (сумма температур выше 10° 2200—3500°).

IV. Зона субтропических однолетних растений с очень длинным вегетационным периодом — хлопчатник, табак, клещевина, кенаф, арахис, люфа (сумма температур выше 10° больше 3500°).

V. Зона собственно субтропическая. Сумма температур выше 10° больше 4000° (даже больше 3000°, но с наличием зимнего вегетационного периода и с возможностью культуры субтропических многолетников — инжир, лавр, чай). Граница зоны — изолиния средней из абсолютных минимумов температуры воздуха — 10°.

По показателю влагообеспеченности выделены следующие зоны.

I. Зона избыточного увлажнения, или зона дренажа. Баланс влаги, или гидротермический коэффициент, больше 1,3.

II. Зона обеспеченного увлажнения. Баланс влаги 1,3—1,0.

III. Зона засушливая. Баланс влаги 1,0—0,7.

IV. Зона сухого земледелия. Баланс влаги 0,7—0,5.

V. Зона сухая, или зона ирригации. Баланс влаги меньше 0,5.

Показатели тепло- и влагообеспеченности впервые были применены Селяниновым (1933) для составления комплексной карты агроклиматического районирования СССР. Карта построена совмещением указанных выше термических зон и зон обеспеченности растений влагой. Таким способом выделены следующие зоны специализации.

1. Пастбищная — северные районы и горы (сумма температур выше 10° меньше 1000°).

2. Исключительно кормовая (1000—1400°).

3. Льняно-картофельная со злаками (1400—2200°).

4. Зерновая (рожь, овес, ячмень, пшеница) (1400—2200°).

5. Свеклосахарная (>2200°).

6. Кукурузно-масличная (>2200°).
7. Зона сухого земледелия (ГТК 0,5—0,7).
8. Зона субтропических однолетников (>3500°).
9. Хлопковая неполивная (>3500°).
10. Южные пастбища полупустыни (ГТК <0,5, сумма температур >4000°).
11. Субтропическая (многолетние субтропические культуры).
12. Рисовая на Дальнем Востоке (>2500°).
13. Зона необеспеченной богары в Средней Азии (ГТК >>0,5 за апрель—июнь).

Селянинов намечает территории с различными условиями перезимовки озимых. Однако классификационной шкалы для районирования территории по этому признаку он не предложил.

Позднее (1955, 1957, 1958, 1961) Селянинов разработал систему агроклиматического районирования, состоящую из следующих основных подразделений территории: агроклиматические пояса, области и провинции. Эти территориальные образования выделяются им на основе широкого комплекса климатических элементов и определенных хозяйственных признаков.

На территории СССР он выделил следующие пояса.

Арктический — температура самого теплого месяца ниже 5°. Сельскохозяйственная деятельность представлена оленеводством и охотой на дикого зверя.

Субарктический — сумма активных температур выше 10° на южной границе пояса 1000—1200°. Климатические условия позволяют возделывать в открытом грунте ранние корнеплоды, капусту, картофель с неполным клубнеобразованием, сильно развита культура овощных растений в закрытом грунте.

Умеренный — сумма активных температур на южной границе пояса в местах с континентальным климатом 4000 и 3000° — в приморском с теплой зимой. Ведущее значение имеют однолетние яровые и в значительной мере озимые культуры. На территории пояса ясно выражены все четыре сезона года.

Субтропический — сумма активных температур более 4000° (3000°), наибольшая длина дня 15 и наименьшая 9 часов. По некоторым видам естественной растительности, характерной для субтропических широт (рододендрон, лавровишня), к субтропическому поясу отнесены и гор-

ные местности. Тепловые ресурсы пояса (в низких местах с теплой зимой) позволяют возделывать субтропические растения.

Агроклиматические тепловые пояса далее делятся на области по совокупности условий увлажнения и степени выраженности континентальности климата, именно: по годовому ходу обеспеченности влагой культурных растений, характеру осадков (ливневые, затяжные дожди, твердые осадки), повторяемости засух, весенним запасам влаги в почве, интенсивности стока и испарения.

По вышеуказанным признакам субтропический пояс подразделен на семь областей: 1) Средиземноморская (с засушливым летом и дождливой зимой); 2) Колхидская (с дождливым летом и избыточно влажной наиболее теплой в СССР зимой); 3) Туранская (с сухим летом и сырой зимой); 4) Большой Кавказ; 5) Малый Кавказ; 6) Среднеазиатская горная с богарным земледелием; 7) Закопетдагская (с теплой зимой).

Умеренный пояс подразделен на пять областей: 1) полупустыни Казахстана; 2) засушливая антициклоническая; 3) влажная циклоническая; 4) область наибольшей континентальности климата (с наиболее суровой малоснежной зимой и коротким летом, вечномерзлыми грунтами); 5) область муссонных дождей.

Арктический и субарктический пояса на области не подразделены.

В умеренном поясе, кроме областей, по характеру увлажнения, выделены переходные зоны: неустойчивого увлажнения (лесостепь) и сухого земледелия (сухая степь).

Агроклиматические области делятся на провинции.

Признаками провинций являются: степень континентальности, продолжительность вегетационного периода (включая сев и уборку); отношение продолжительности периода с температурой больше 10° к безморозному, устойчивость и глубина снегового покрова, степень морозоопасности первой половины зимы, повторяемость засух. На территории СССР всего выделено 32 провинции.

Совокупность основных агроклиматических подразделений (подпоясов, областей, провинций) расчленяется по системе Селянинова на фитоклиматические зоны. Такие зоны на мелкомасштабных картах выделяются по суммам активных температур через 200°; на картах крупного

масштаба автор предлагает интервал сумм температур уменьшить до 100°.

При районировании субтропиков Селянинов (1961) выделяет фитоклиматические зоны по признаку морозостойкости субтропических культур, именно: зону цитрусовых — средний из абсолютных минимумов температуры больше — 6°, зону чая, лавра — средний из абсолютных минимумов —6—8°, зону хурмы, инжира, граната, пробкового дуба, миндаля, каштана — средний из абсолютных минимумов —8—10° и ниже.

Фитоклиматические зоны по степени обеспеченности влагой и теплом подразделяются на подзоны; зоны и подзоны по микроклиматическим особенностям — на агроклиматические районы.

Необходимо подчеркнуть важность высказывания Селянинова (1958) о совпадении материальной основы климата и сельскохозяйственного производства, что, по его мнению, коренным образом меняет содержание климатических характеристик и порядок учета климатических явлений.

К недоработанным вопросам, на наш взгляд, относится недостаточная согласованность выделенных агроклиматических подразделений территории с природными образованиями, в частности с основным звеном физико-географического районирования — природной зоной.

Селянинов вводит понятие фитоклиматической зоны, которое, по его мнению, развивает учение В. В. Докучаева о природных зонах. Однако понятие фитоклиматической зоны у автора весьма неопределенно. В работе 1933 г. такие зоны он выделяет через интервалы сумм температур 400, 800, 1300, 1900°, а в работах более позднего периода (1955, 1958) — через 200, 100° и менее. Таким образом, фитоклиматическая зона в более поздних работах фактически сводится к изолинии сумм температур.

В системе Селянинова обнаруживается недостаточная увязка агроклиматического районирования с природным и на ступени дробного районирования. В субтропическом поясе он выделяет агроклиматические районы по микроклиматическим особенностям, которые совпадают не с физико-географическими, а с административными районами.

Существенный недостаток агроклиматического районирования Селянинова — неопределенность границ основных агроклиматических подразделений территории. Это вы-

ражается, например, в непонятном отклонении на равнинной территории границ агроклиматических поясов от изолиний сумм температур. Неясно, какими агроклиматическими показателями определяются во многих местах областные и провинциальные границы. В проведении указанных границ автор, видимо, в значительной мере руководствовался субъективными соображениями, а не объективными природными показателями. Выделенные им агроклиматические подразделения объединяют территории с весьма различными природными свойствами. Так, наиболее континентальная область включает засушливые центральные районы Якутии, где по обеспеченности теплом возможно возделывание яровой пшеницы, и избыточно влажные районы горнопромышленного Алдана, в которых по обеспеченности теплом невозможно возделывание самых скороспелых форм яровых. То же можно сказать об Алтайско-Саянской провинции и некоторых других подразделениях территории.

Из недостатков можно указать также на нелогичность использования одинаковых признаков для выделения разных таксономических единиц и разных признаков для единиц одинакового ранга.

Признак континентальности климата Селянинов применяет для выделения областей и провинций; фитоклиматические подзоны, то есть подразделения одинакового ранга,— по двум признакам: обеспеченности теплом и обеспеченности влагой. Нелогично также выделение вне системы районирования на одной части территории переходных зон увлажнения, тогда как ряд равнинных и горных мест, особенно восточных районов, не характеризуется по признаку увлажнения.

Эта система не предусматривает соответствия классификации климата с классификацией объектов сельскохозяйственного производства.

Существенный вклад в разработку методики агроклиматического районирования сделал П. И. Колосков (1925, 1947, 1958). Принятая им схема общего агроклиматического районирования в систематическом изложении приведена в работе «Вопросы агроклиматического районирования СССР» (1958). Этой схемой предусмотрено разделение территории на: 1) тепловые пояса, 2) зоны увлажнения, 3) области по суровости зимы, 4) округа по снежности зимы. На основе сочетания указанных четырех порядков

подразделений территории он выделяет агроклиматические регионы, которые, в свою очередь, подразделяются на провинции.

Остановимся подробнее на указанных подразделениях территории.

Тепловые пояса — наиболее крупные единицы районирования. В основу деления на пояса положены суммы средних суточных температур выше 0°. Они сопряжены с зональным распространением естественной растительности в условиях достаточного увлажнения. Выделенные автором пояса и их признаки приведены в таблице 6.

Таблица 6

Тепловые пояса

Пояс	Растительность	$\Sigma t > 0°$
I. Арктический	Тундра	<1000
II. Полярный	Хвойные леса (тайга)	1000—2000
х) более холодная половина		1000—1500
т) более теплая половина		1500—2000
III. Умеренный	Широколиственные и смешанные леса	2000—4000
х) более холодная половина		2000—3000
т) более теплая половина		3000—4000
IV. Субтропический	Субтропические леса	4000—8000
V. Тропический	Тропические леса	>8000

Зоны увлажнения. Пояса делятся на зоны по условиям общей увлажненности и сопряженной с нею почвенной зональности. В качестве показателя увлажненности автор использует отношение годовой суммы осадков (в мм) к сумме среднемесячных величин дефицита влажности воздуха в мб $\left(\frac{H}{E-e}\right)$.

Указанным способом выделены следующие зоны (табл. 7).

Области. Зоны делятся на области по температурным условиям холодной части года и сопряженным с ними особенностям древесной растительности. В качестве критерия для выделения областей принимается годовая сумма всех

Таблица 7

Зоны увлажнения

Индекс	Степень увлажненности зоны	Географическое наименование	Почва	Показатель увлажнения
А	Сухая	Пустыня	Пустынная	<2
Б	Засушливая	Полупустыня	Бурая	2—4
В	Недостаточного увлажнения	Степь	Каштановая	4—8
Г	Умеренного увлажнения	Лесостепь	Черноземная	8—16
Д	Достаточного увлажнения	Лес	Подзолистая	16 - 32
Е	Избыточного увлажнения	Болото, тундра	Болотная, тундровая	>32

отрицательных значений среднесуточных температур. Указанным способом выделены следующие области (табл. 8).

Таблица 8

Области по суровости зимы

№ п/п	Характер зимы	$\Sigma t<0°$	№ п/п	Характер зимы	$\Sigma t<0°$
1	Очень мягкая	<500	5	Холодная	2000—4000
2	Мягкая	500—1000	6	Суровая	4000—6000
3	Типичная русская	1000—1500	7	Жестокая	>6000
4	Более холодная	1500—2000			

Округа. По мощности снегового покрова в середине зимы территория областей делится на округа (табл. 9).

Таблица 9

Округа по снежности зимы

Индекс	Степень снежности зимы	Высота снегового покрова (в см)
а	Бесснежная	<5
б	Очень малоснежная	5 - 10
в	Малоснежная	10—20
г	Умеренно снежная	20 - 40
д	Многоснежная	40 - 60
е	Очень многоснежная	>60

Агроклиматические регионы. Эти подразделения территории, по Колоскову, отличаются более или менее однородным климатическим потенциалом сельского хозяйства. Как правило, агроклиматический регион укладывается в один общий тепловой пояс и в одну общую для него зону увлажнения. Он более или менее однороден по почвам и растительности. Климатический потенциал регионов выявляется в специализации сельского хозяйства и системах земледелия. На территории СССР Колосков выделяет семь агроклиматических регионов. Каждый из них делится на провинции по степени суровости и снежности зимы.

Система агроклиматического районирования в разработке Колоскова представляет большой интерес в научно-методическом отношении. Заслуживает внимания оригинальный подход его к выбору критериев или меры количественных климатических изменений, отображающих качественные изменения природных явлений и явлений сельскохозяйственной жизни. На основании сопряженного анализа изменений природных явлений и климатических показателей он приходит к выводу, что качественные изменения природных явлений наступают тогда, когда количественная характеристика определяющего их климатического фактора возрастает вдвое.

Руководствуясь этим, Колосков устанавливает границы теплозых поясов и зон увлажнений путем удвоения соответствующих значений того или иного показателя. Таким же путем с некоторыми изменениями устанавливаются границы климатических областей и округов *.

Анализируя более детально сопряженность границ основных природных и агроклиматических подразделений территории, можно признать, что указанная закономерность качественных изменений природных явлений при удвоении ведущего фактора проявляется только в самом общем виде. Границы природных образований определяются комплексом природных факторов теплого и холодного периодов года. В связи с этим при наличии закономерности в изменении природных явлений по ведущему фактору бывают и закономерные отклонения.

---

* Аналогичный порядок изменения показателя увлажнения обнаруживает шкала классификации климата по увлажнению Торнтвейта (C. W. Thorntweit, 1933).

Например, закономерное отклонение границ природных зон от границ зон увлажнения происходит по мере усиления континентальности климата, что будет объяснено ниже (стр. 97).

При установлении границ по правилу удвоения фактора большое значение имеет выбор отправного критерия. Так, если за такой критерий для южной границы арктического пояса взята сумма температур выше 0° в 1000°, то тепловые пояса будут характеризоваться следующими суммами температур: 1000° — арктический пояс, 2000° — полярный, 4000° — умеренный, 8000° — субтропический, больше 8000° — тропический. При отправном критерии 1200°, что, как отмечает Колосков, больше соответствует действительности, поясность будет характеризоваться следующим рядом сумм температур: 1200° — арктический пояс, 2400° — полярный, 4800° — умеренный, 9600° — субтропический и больше 9600° — тропический. Неприемлемость второго ряда сумм температур для выделения тепловых поясов, особенно субтропического и тропического, очевидна. Сумма 9600° характерна для экваториальных широт, и она близка к максимальной сумме на земном шаре.

На цветной агроклиматической карте Колоскова можно заметить ряд неточностей, особенно в оценке увлажненности. По правилу удвоения фактора избыточное увлажнение характеризуется показателем 32, при котором осадки более чем вдвое превышают испаряемость. Фактически избыточное увлажнение наступает при меньшем соотношении осадков к испаряемости, примерно при 1—1,2, то есть когда происходит перегиб эмпирической кривой связи урожая со значениями показателя увлажнения. На карте показано завышенное увлажнение центральной и северо-восточной Якутии, Бурятской АССР. Для избежания неточностей целесообразнее, видимо, границы природных и агроклиматических образований увязывать между собой непосредственно. При обосновании критериев агроклиматических показателей для районирования территории следует также учитывать и отображение ими условий развития и роста культурной растительности, что у автора недостаточно соблюдено.

Большой интерес представляет подход Колоскова к выделению территорий с более или менее однородным климатическим потенциалом сельского хозяйства. Правомер-

ность вывода об однородности потенциала определенных территорий (регионов) подтверждается нашей разработкой вопроса бонитировки климата (1962).

Принятый Колосковым показатель теплообеспеченности в виде $\Sigma t > 0°$ не имеет преимуществ перед распространенным показателем в виде $\Sigma t > 10°$, количественно отображающим физиологически наиболее деятельную часть тепла солнечной радиации — радиационный баланс. При использовании сумм температур $> 0°$ трудно установить по ним климатические границы возможного произрастания сельскохозяйственных культур. Интервал сумм температур в 500—1000° и более недостаточен для установления климатических границ их возделывания, а интервал показателя увлажнения — 2, 4, 8, 16 единиц — для суждений о продуктивности климата. Выделенные Колосковым зоны приблизительно соответствуют нашим агроклиматическим областям увлажнения, которые делятся еще на ряд природных зон и зон увлажнения. Следует также отметить весьма широкое понимание автором зоны лесостепи. К ней он относит не только территорию настоящей лесостепи с соотношением годовых осадков к испаряемости, близким к единице, но и территорию типичной степи, а также степи на обыкновенных и даже южных черноземах, где испаряемость значительно превышает осадки.

В системе районирования Колоскова не соблюдено условие соподчиненности таксономических единиц. Агроклиматические регионы и провинции выделены вне основных подразделений территории: пояс, зона, область, округ.

Признаки области (по суровости зимы) и округа (по снежности зимы) нельзя считать в какой-либо мере соответствующими общепринятым понятиям подразделений территории этого ранга.

С. А. Сапожниковой (1958) предложена схема агроклиматического районирования, которой предусматривается выделение *термических поясов и подпоясов* по суммам температур больше 10°, *зон увлажнения* по гидротермическому коэффициенту и областей с *различными условиями перезимовки* по средним величинам из абсолютных минимумов температуры воздуха.

Все три указанных подразделения территории выделяются на одной комплексной карте. Интересен подход автора к установлению поясных границ и границ зон ув-

лажнения. Поясные границы по суммам температур сдвигаются в восточных районах на 100—200°. Здесь они проводятся по меньшим суммам температур на указанное число градусов.

Необходимость сдвига границ обосновывается особым температурным режимом восточных районов, что выражается в типе кривой обеспеченности сумм температур с меньшей амплитудой их колебания. Указанный сдвиг границ оправдывается также и меньшей потребностью растений в суммах температур, что, как показано нами (1961), связано с большей континентальностью климата восточных районов.

При установлении границ зон увлажнения Сапожникова пришла к выводу о необходимости пользоваться дифференцированной шкалой гидротермического коэффициента. В восточных районах страны с муссонным типом климата природные зоны описываются несколько большими значениями коэффициента. Необходимость дифференциации шкалы вызывается несовершенством этого показателя. При пользовании показателем увлажнения в форме отношения осадков к дефициту влажности воздуха за год, надобности в дифференциации шкалы нет.

К недоработанным и спорным вопросам следует отнести предложенную Сапожниковой классификацию климата по теплообеспеченности и суровости зимы.

Сапожниковой к умеренному поясу отнесена громадная территория Среднеазиатских республик с суммами температур более 4000° и даже 5400° только на том основании, что на этой территории средняя температура из абсолютных минимумов ниже —10°. Это не может быть принято за основной признак пояса. Многие агроклиматологи и климатологи (Селянинов, Колосков, Бабушкин, Алисов, Григорьев, Будыко, Кайгородов и др.) пользуются признаками, коррелирующими с природными поясами. Основным таким признаком является суммарное поступление тепла солнечной радиации, с чем связан процесс почвообразования и другие природные явления. Несколько более низкие зимние температуры в короткий зимний период не изменяют направление природных процессов на территории с указанными суммами температур, выражающими суммарную теплообеспеченность. В связи с этим почвоведы вполне правильно территорию с суммами температур более 4000° относят к субтропическому поясу.

Принятый Сапожниковой показатель в виде средней температуры из абсолютных минимумов —10° для разграничения умеренного и субтропического поясов не согласуется и с утвердившимися общеклиматическими признаками переходных широтных поясов, главным из которых является сезонная смена воздушных масс. Таким образом, поясным делением Сапожниковой не учитывается требование увязки агроклиматического районирования с комплексным природным и общеклиматическим районированиями на основе единства признаков. Пояса — реально существующие природные образования. Поэтому нет оснований выделять особые агроклиматические пояса вне природных поясов. В связи с указанным заметим, что Г. Т. Селянинов (1933), предложивший агроклиматический показатель в виде средней температуры из абсолютных минимумов —10°, пользовался этим показателем только для выделения фитоклиматической зоны субтропических многолетников, а не как поясным признаком. В качестве поясного признака он брал определенные величины сумм температур.

В схеме Сапожниковой нельзя считать также достаточно аргументированными интервалы сумм температур подпоясов. Названия подпоясов в умеренном поясе — теплый, жаркий и даже очень жаркий — не соответствуют смысловому понятию умеренного теплового состояния атмосферы, которое характерно для этого пояса.

Предложенной шкалой суровости зимы по средней температуре из абсолютных минимумов Сапожникова предусматривает выделение трех областей по условиям перезимовки: с мягкой, суровой и очень суровой зимой. Трехступенчатая шкала недостаточна для отображения условий перезимовки растений в пределах СССР. Отметим также, что средняя температура из абсолютных минимумов недостаточно полно отражает условия перезимовки определенных экологических типов культур. Поэтому возникает необходимость, как и в отношении гидротермического коэффициента, пользоваться дифференцированной шкалой средней температуры из абсолютных минимумов. Это и было сделано при совместном с нами составлении карты «Агроклиматические ресурсы СССР», помещенной в Сельскохозяйственном атласе СССР (1960). Текст к этой карте помещен в сборнике «Вопросы размещения и

специализации сельского хозяйства СССР». (Изд-во экономической литературы, М., 1962.)

Составлением указанной карты в некоторой мере обобщены исследования по агроклиматическому районированию СССР. Карта содержит характеристику территории по теплообеспеченности, влагообеспеченности и условиям перезимовки растений. Следует отметить, что при разработке классификации климата по теплообеспеченности между соавторами не была достигнута согласованность относительно поясной принадлежности территории Среднеазиатских республик с $\Sigma t > 4000°$. По предложению Сапожниковой, поддержанному редактором карты Ф. Ф. Давитая, эта территория отнесена на карте к умеренному поясу. В связи с этим была принята и несколько громоздкая шкала дифференциации умеренного пояса на семь подпоясов. Вопрос о поясной принадлежности указанной территории был оставлен как дискуссионный.

Большой методический интерес представляют агроклиматические исследования Дж. Ацци (1932, 1955). На основе учета и сопоставления метеорологических и климатоскопических эквивалентов он выделяет *физиографические области и зоны со сравнительно однородными условиями развития и роста растений*. Под метеорологическим эквивалентом понимаются градусы температуры, миллиметры осадков и пр., соответствующие эмпирическим понятиям избытка или недостатка данного элемента; под климатоскопическим эквивалентом (климаскопом) — фактическое наличие и повторяемость элементов по фенологическим периодам растений. Метеорологические эквиваленты Дж. Ацци соответствуют выработанным в СССР понятиям агроклиматических показателей, а климаскопы — понятиям показателей агроклиматических условий и ресурсов.

Для Италии сопоставлением метеорологических и климатоскопических эквивалентов выделены следующие области: *засушливо-знойная*, в которой потери урожая от зноя и засухи в 3 раза больше, чем от противоположной группы явлений; *влажно-холодная*, где потери урожая от избытка дождей и температуры превышают потери от противоположной группы явлений в 4 раза и более, и *промежуточная* — потери, свойственные первой и второй группам, почти равнозначны.

Области разделяются на зоны по характеру влияния климата на растения, например зоны с избытком влажности

и недостатком тепла (среди зимних невзгод преобладающим является избыток влаги), засушливо-холодная и др.

На карте мира выделены следующие физиографические зоны зерновых хлебов: сырая, засушливая, холодная, недостаточно выясненный невзгод.

Методика Дж. Ацци представляет интерес для усовершенствования агроклиматического районирования сельскохозяйственных культур и оценки агроклиматических условий развития и роста растений.

Фундаментальным агроклиматическим исследованием является работа И. Пападакиса (I. Papadakis, 1952). Изучая ареалы важнейших культур в сопряжении с распределением элементов климата и их комплексов, он обосновывает сельскохозяйственную классификацию климатов мира. Им составлена мировая карта, на которой выделены следующие типы климатов.

I. *По условиям зимы*: *Pr* — очень суровый климат для озимой пшеницы; *Ti* — достаточно мягкий для озимой пшеницы; *Av* — достаточно мягкий для озимого овса; *Ci* — достаточно мягкий для цитрусовых; *Tp* — полностью безморозный; *Ec* — средний годовой минимум температуры выше 15°.

II. *По температурным условиям лета*: *P* — очень прохладный для пшеницы; *Tr* — достаточно теплый для пшеницы; *M* — досточно теплый для маиса; *G* — достаточно теплый для хлопчатника.

III. *По показателю годового увлажнения*: *Д* — пустынный, $< 0{,}09$; *XX* — полуксерофитный, 0,09—0,22; *Xs* — ксерофитный, 0,22—0,44; *Xh* — менее ксерофитный, 0,44—0,66; *Ms* — мезоксерофитный, 0,66—0,88; *Mh* — более мезоксерофитный, 0,88—1,32; *H* — гигрофитный, 1;32—2,64; *HH* — полигигрофитный, $>2{,}64$.

Показатель увлажененния, по Пападакису, представляет отношение атмосферных осадков к потребной растениям влаге, количество которой определяется месячными величинами, вычисленными по условию $f = 20d$, где f — потребность во влаге (в мм); d — среднемесячная величина дефицита влажности воздуха (в мм).

IV. *По сезонному распределению показателя увлажнения*: *Me* — зима — дождливый сезон; *Is* — зима — недождливый сезон, но показатель увлажнения выше вес-

ной, чем летом; *Мо* — муссонный тип, показатель увлажнения выше летом, чем весной, или при равномерном распределении температуры имеется явно сухой сезон.

Исследования Пападакиса интересны в научно-методическом отношении и в отношении картографического оформления агроклиматических материалов. Разработанная автором система буквенных индексов, гаммы цветов и штриховки позволяет установить по карте агроклиматические особенности теплого и холодного периодов как по обеспеченности, так и по режиму тепла и влаги.

В. П. Попов (1958) в своих агроклиматических исследованиях исходит из положения, по которому значение климата для сельского хозяйства всегда определяется в сочетании с другими природными компонентами — почвенным покровом, рельефом местности, гидрологическим режимом и т. д. Наиболее правильным, по его мнению, является изучение распределения климатических элементов на фоне физико-географического районирования. В соответствии с указанным агроклиматическое районирование рассматривается как составная часть естественно-исторического районирования, выполненного применительно к запросам сельского хозяйства. Для придания естественноисторическому районированию характера агроклиматического автор рекомендует учитывать распределение агроклиматических показателей, отображающих три основные географические закономерности: *поясность*, *зональность*, *континентальность*.

Наиболее выразительным показателем поясности, по Попову, является продолжительность периода интенсивной вегетации с температурой выше 15°, а также наличие заморозков и морозов.

В пределах Украинской ССР по термическим признакам выделяются пояса: субтропический (южное побережье Крыма), пояс смешанных лесов и степей с продолжительностью периода интенсивной вегетации от 60 до 160 дней и пояс горной тайги (Карпаты) с периодом менее 60 дней.

Пояса далее разделяются на полосы интервалом, равным 20 дням, которые характеризуются определенным набором культур.

Агроклиматические зоны — лесная, лесостепная, степная — выделяются Поповым по показателю увлажнения, вычисленному по его формуле:

$$K = \frac{\Sigma q}{2 \cdot 4 (t - t_1) n},$$

где Σq — годовая величина эффективных атмосферных осадков (в мм) (из общих осадков исключены испарение с поверхности почвы и поверхностный сток);

$2 \cdot 4(t - t_1)^n$ — испаряемость для июня и июля, соответствующая расходу воды из почвы ранними яровыми культурами при урожае около 20 ц с 1 га;

t — температура по сухому термометру;

t_1 — температура по смоченному термометру в психрометрической будке;

n — число дней периода.

По признаку континентальности климата зоны делятся на секторы. В качестве показателя континентальности Попов принимает общую длину весеннего и осеннего сезонов в пределах температур 5—15°.

По сочетанию поясных, зональных и секторных признаков выделяются агроклиматические районы. Границы районов проводятся с учетом почвенного и растительного покрова. Эти границы, по Попову, являются поэтому и границами естественноисторического районирования.

Каждый из районов должен получать дополнительную характеристику по режиму увлажнения, повторяемости весенних и осенних заморозков, значительных морозов и др.

В подходе Попова к агроклиматическому районированию заслуживает внимания требование увязки агроклиматического и естественноисторического (природного) районирования. Однако было бы неправильно полностью их отождествлять. Агроклиматическое районирование с его границами, проведенными на основании определенных агроклиматических показателей, должно рассматриваться как специальное отраслевое природное районирование.

Близкого к Попову взгляда на агроклиматическое районирование придерживается Л. Н. Бабушкин (1960). По его мнению, агроклиматическое районирование должно строиться на основе общего климатического районирования, уточнять его и приспосабливаться к нуждам сельского хозяйства. Агроклиматическое районирование

рассматривается также как часть общего физико-географического районирования. На основу общего климатического и физико-географического районирования должно накладываться районирование по культурам и сортам с учетом природных и экономических условий.

В соответствии с указанным в работе «Агроклиматическое районирование хлопковой зоны Средней Азии» Бабушкин прежде всего вскрывает общие черты климата этой территории. По признакам сезонной смены воздушных масс (тропического воздуха летом воздухом умеренных широт зимой) и радиационных условий рассматриваемая территория относится к группе теплых климатов земли или климатов субтропического пояса, его континентального крайнего северного варианта.

Следующими характерными общими чертами климата являются резкая континентальность и крайняя засушливость. Уточнение общего климатического районирования, по Бабушкину, заключается в выделении агроклиматических округов и в их границах групп районов по комплексу физико-географических факторов, отдельным элементам климата и их сочетаниям. Округ характеризуется более или менее одинаковыми сочетаниями термического режима и режима влажности. Для выделения округов используются также сухость осени по средней относительной влажности воздуха в дневные часы, термический режим весеннего посевного периода, характер выпадения осадков весной, степень суховейности летом.

Схема агроклиматического районирования Бабушкина представляет интерес со стороны акцентирования необходимости тесной увязки агроклиматического районирования с общеклиматическим и физико-географическим районированием. Она интересна также подходом к выделению среднего звена агроклиматического районирования (мезорайонирования) — округов и районов.

Представляют интерес доводы Бабушкина (1959, 1960) в пользу отнесения республик Средней Азии к группе теплых климатов или субтропическому поясу. Учитывая разногласия по этому вопросу, он, кроме известных в литературе признаков (сезонная смена воздушных масс, теплообеспеченность растений), использует дополнительно степень субтропичности в виде повторяемости минимальной температуры воздуха, обеспечивающей зимнюю вегетацию растений. По этим расчетам субтропичность

разных мест республик Средней Азии колеблется в пределах 20—100%. Наличие условий вегетации в отдельные зимы и принимается автором за один из признаков субтропической зоны. Возможность возделывания многолетней субтропической растительности, что в свое время предлагал Г. Т. Селянинов (1933), по Бабушкину, должна использоваться лишь для уточнения наиболее теплых районов субтропического пояса.

Н. В. Бова (1956) для районирования территории юго-востока европейской территории СССР по увлажнению применил следующее условие:

$$K = \frac{10\,(H+Q)}{Wt},$$

где H — весенний запас доступной растению влаги в мертвом слое почвы, вспаханной осенью под зябь (в мм);

Q — сумма осадков в весенне-летний период (в мм);

Wt — сумма температур выше 0°.

Величина показателя K характеризует влагообеспеченность культур к определенному времени. По времени иссушения почвы автором выделены зоны увлажнения: сухая — иссушение почвы 31 мая, засушливая — 31 июля — и умеренного увлажнения — 3 августа и позднее.

А. П. Федосеев (1962) для выделения зон увлажнения на территории Казахстана использовал условие, аналогичное предложенному Н. В. Бовой. Форма этого условия следующая:

$$M = \frac{Bв + Oc}{\Sigma d},$$

где M — коэффициент увлажнения местности;

$Bв$ — весенние запасы доступной влаги в метровом слое почвы (в мм);

Oc — количество осадков с весны до времени максимального урожая травостоев (в мм);

Σd — сумма дефицитов влажности воздуха за тот же период.

Приведенное условие Федосеев использует также для учета перераспределения влаги. Для понижений принят коэффициент 1,56, для северных склонов — 1,10 и южных склонов мелкогорий — 0,81.

Условия Бовы и Федосеева представляют частные формы обычно применяемых показателей для характеристики увлажнения территории (по гидротермическому коэффициенту, годовым осадкам и суммам дефицита влажности воздуха и др.).

В агроклиматических справочниках Гидрометслужбы, опубликованных в период 1955—1960 гг., помещены картограммы комплексного агроклиматического районирования. Они составлены совмещением картограмм по отдельным элементам — теплообеспеченности, влагообеспеченности и условиям перезимовки растений.

Согласно методическим указаниям (1955 г.), в качестве показателей агроклиматического районирования территории берутся: а) сумма температур выше 10°, б) сумма осадков за период с температурой выше 10°. По этим показателям строятся картограммы, на которых изолинии сумм температур проводятся через 100°, а осадков — через 50 мм. Части территорий, выделенные по суммам температур, называются зонами, а по осадкам — подзонами. Территории, выделенные совмещением изолиний указанных элементов, составители указаний называют агроклиматическими районами.

Такой упрощенный подход к агроклиматическому районированию не отвечает требованиям ни сопоставимости агроклиматических условий, ни унифицированной их оценке, а также увязки агроклиматического районирования с природным.

Для устранения перечисленных недостатков дальнейшие работы по региональному районированию следует строить на основе системы агроклиматического районирования. Это позволит те или иные местности относить к соответствующим макро-, мезо- и микроклиматическим образованиям, а также давать производственную оценку климата по унифицированным шкалам его классификации.

В рассматриваемый период получили развитие мезо- и микроклиматические исследования.

Большой интерес представляют исследования С. А. Сапожниковой, которые обобщены ею в работе «Микроклимат и местный климат» (1950). В работе уделяется внимание физической стороне местных климатических условий, а также мероприятиям по преодолению вредных явлений климата и погоды в приземном слое воздуха и в почве. В основу понятий категорий климата ею положены

масштабы атмосферных явлений и их распределение по слоям атмосферы. «Под макроклиматом — пишет Сапожникова,— мы понимаем климатические явления, определяемые факторами крупного масштаба: общециркуляционными процессами, географической широтой местности, удаленностью от океанов и морей, макрорельефом. В чистом виде макроклиматические явления можно наблюдать лишь вне сферы возмущения... на высоте нескольких десятков и даже сотен метров...

Местный климат определяется климатообразующими факторами более мелкого масштаба: мезорельефом, растительными массивами и пр. Мы различаем местный климат лесов, поляны, города и т. п. Особенности местного климата проявляются в слое воздуха, измеряемом десятками и даже сотнями метров... Микроклимат объединяет явления, происходящие в слое воздуха, измеряемом 1,5—2,0 м над поверхностью почвы, в непосредственной зависимости от узкоместных свойств деятельного слоя: микрорельефа, характера растительности и т. п.».

В результате изучения климатических явлений, происходящих под влиянием местных факторов, у нас сложилось иное понятие местного климата и микроклимата (1961). Оно связано с признаками не вертикального, а горизонтального (площадного) распределения элементов климата и их сочетаний в зоне обитания живых организмов.

Под местным климатом или мезоклиматом мы понимаем климат природных округов и районов, под микроклиматом — климат типов местоположений (склонов, водоразделов и др.). Микроклимат объединяет явления в слое воздуха не только ниже 1,5—2 м над поверхностью земли, но и выше. Особенности макро-, мезо- и микроклимата выявляются наблюдениями на одной и той же стандартной высоте (2 м). Макроклимат обычно характеризуют данные метеорологических станций, максимально свободных от местных влияний; местный климат — данные станций, расположенных в наиболее репрезентативных условиях природного округа или района, и микроклимат — данные пунктов в разных местоположениях (поляна, склон, долина и т. д.).

Наше понимание мезо- и микроклимата позволяет эти категории рассматривать в системе агроклиматического районирования.

И. А. Гольцберг (1949) сделаны обобщения больших материалов по влиянию местных физико-географических условий на распределение заморозков. Из ее работы приводим данные об изменении средних дат заморозков в зависимости от местоположения (табл. 10).

Таблица 10

Изменение средних дат заморозков в воздухе под влиянием местоположения

Местоположение	Изменение средних дат заморозков на число дней		
	весной	осенью	длительности безморозного периода
Вершины и верхние части склонов . . .	+10	+10	+20
Долины в холмистой местности с относительной разностью высот бровка — дно от 50 до 100 м	−5	−10	−15
Долины в горах. Относительная разность высот бровка — дно свыше 100 м . . .	−12	−13	−25
Котловины и замкнутые долины в горах	−18	−22	−40
Горные плато	−5	−10	−15
Плоские котловины в континентальном климате (степи Казахской ССР)	−11	−14	−25
Сырые низины	−11	−14	−25
Поляны	−11	−14	−25
Острова среди моря	+10	+25	+35
Косы на взморье	+10	+15	+25
Побережье моря	+8	+12	+20
Долины больших рек	+5	+10	+15
Города	+5	+10	+15

Примечание. Знак плюс обозначает увеличение безморозного периода, знак минус — уменьшение.

В таблице 10 содержатся отклонения дат заморозков местоположений от соответствующей средней даты по району, снятой с карты для ровного открытого места; для горных местностей отклонения определены от дат для средней части склона, рассчитанных на условия вне инверсий.

Следует отметить, что отклонения дат заморозков в местоположениях от средней даты по району недостаточно полно характеризуют морозоопасность местоположений и температурные условия начала и конца вегетации растений, так как средние даты приходятся в разных по

условиям континентальности местах на различные уровни средней температуры воздуха.

На основе микроклиматических исследований в Якутии (1961), мы считаем, что наиболее совершенным показателем морозоопасности *являются отклонения* дат наступления и окончания безморозного периода от дат наступления и окончания основного периода вегетации (выше 10°) и отклонения продолжительности безморозного от продолжительности основного периода. Такой показатель был предложен И. А. Гольцберг (1936) , но он недостаточно используется в агроклиматических исследованиях.

В нашей работе по Якутии (1961) показатель отклонений лег в основу классификации местоположений по морозоопасности (табл. 11).

Таблица 11

Классификация местоположений по морозоопасности

Типы местоположений	Группы	Физико-географические условия типов местоположений
I. Теплые	1. Наиболее теплые с отклонением времени наступления заморозков от времени перехода температуры воздуха через 10° до 3 дней 2. Теплые с отклонением от 4 до 6 дней	Обмен воздуха и прогревание почвы на значительной территории хорошие (безлесные и малооблесенные места террас больших рек)
II. Умеренные	3. Умеренно теплые с отклонением от 7 до 9 дней 4. Умеренные с отклонением от 10 до 12 дней 5. Умеренно холодные с отклонением от 13 до 15 дней	Обмен воздуха и прогревание почвы значительной территории удовлетворительные (поля среди незагущенной тайги, на склонах к долинам таежных рек и аласов, обводненные аласы)
III. Холодные	6. Холодные с отклонением от 16 до 18 дней 7. Очень холодные с отклонением более 18 дней	Условия обмена воздуха и прогревание почвы плохие (аласы и долины таежных рек, малые поля среди загущенной тайги и на северных склонах)

Каждая группа местоположений по морозоопасности отличается от смежной по времени наступления заморозков на 3 дня, а по длине безморозного периода на 6 дней. При этом безморозный период очень холодных местоположений, относящихся к седьмой группе, короче безморозного периода наиболее теплых на 36 дней и более. По интенсивности заморозков каждая группа отличается от смежной на 1°. Это означает, что если в наиболее теплых местоположениях температура воздуха снижается до 0°, то в наиболее холодных она снизится до —6° и более. Такие контрастные температуры наблюдаются не только в пределах районов, но и на территории одного колхоза.

Приведенные в таблицах 10 и 11 материалы показывают, что наше определение местного климата и микроклимата, в основу которого положен учет распределения элементов климата по горизонтали, более полно выражает реальные климатические условия сельского хозяйства.

В заключение обзора схем и подходов к различным видам природного районирования как формы учета природных ресурсов остановимся на положениях, развитых акад. С. Г. Струмилиным (1947) о порядке учета этих ресурсов.

Чтобы мобилизовать все производительные силы страны на оптимальное использование ее естественных ресурсов, указывает Струмилин, нужно прежде всего знать, где, какого качества и в каких масштабах размещены в стране эти ресурсы. Районирование природных ресурсов хозяйственного значения — это первая ступень комплексного экономического районирования. Говоря об учете естественных ресурсов, Струмилин отмечает необходимость количественно-качественного учета земель для составления земельного кадастра. За критерий соизмерения качества земель принимается сравнительная их производительность на единицу площади за счет естественных факторов плодородия. Первое место среди этих факторов принадлежит, по Струмилину, солнечной энергии и влаге. В сочетании с другими условиями они образуют комплекс климатических условий, Второе место после тепла и влаги в ряду факторов плодородия занимает почва, поставляющая растениям питательные вещества. Наряду с этим учитываются особенности естественной растительности, рельеф, степень эрозии и др.

После учета естественных ресурсов и условий производства определяется, какими техническими мероприятиями и какой ценой можно с наибольшим производственным эффектом использовать природные ресурсы.

Только на следующей, последней, ступени экономического районирования вслед за представителями естествознания в работу включаются экономисты и статистики для обоснования производственных комплексов, обеспечивающих наилучшее использование природных ресурсов.

Изложенное можно отнести к учету и использованию климатических ресурсов и условий.

Положения об учете климатических ресурсов и условий сельскохозяйственного производства мы детально сформулировали в разделе «Предпосылки агроклиматического районирования» (стр. 201).

Приведенные материалы показывают, что предшествующий этап агроклиматических исследований характеризуется стремлением обеспечить научно-производственную оценку климата как ресурса и условия сельскохозяйственного производства. Результатом исследований этого этапа явилось районирование по отдельным элементам климата — по обеспеченности растений теплом, влагой, условиям перезимовки растений, комплексу климатических факторов и в некоторой мере по местным условиям, определяющим мезо- и микроклиматические различия территорий.

Однако ряд важных вопросов, обеспечивающих высокий уровень агроклиматического районирования и широкое внедрение его результатов в сельское хозяйство, не был выяснен. Не были четко обоснованы агроклиматические показатели оценки условий развития и роста растений, не четко сформулированы понятия таксономических единиц агроклиматического районирования, не был установлен порядок учета элементов климата, недостаточно вскрыто производственное значение агроклиматических показателей, не разработаны унифицированные шкалы классификаций элементов климата или требовалось их уточнение, без чего невозможна сравнительная оценка климата различных мест. В этот период отсутствовала разработанная методика производственной оценки (бонитировки) климата, так же как методика сравнительной оценки (бонитировки) сельскохозяйственных культур по идентичным с оценкой климата показателям.

В результате долголетних (1948—1962) агроклиматических исследований, особенно детальных исследований мезо- и микроклиматических условий земледелия Центральной Якутии, у нас накопились дополнительные данные, позволившие построить или уточнить унифицированные шкалы оценки тепло- и влагообеспеченности, суровости зимы, континентальности климата и др., выработать методику производственной оценки климата и сельскохозяйственных культур и тем самым значительно усовершенствовать агроклиматическое районирование — важную форму учета климата в сельскохозяйственном производстве.

Глава II

ЭЛЕМЕНТЫ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

□

Перейдем к вопросам, получившим развитие в наших исследованиях, имеющих значение для разработки более усовершенствованной системы агроклиматического районирования, а также к самому районированию территории СССР по элементам климата.

ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТЬ РАСТЕНИЙ

В предшествующий период не сложилось четкого представления о степени пригодности предложенных различными авторами агроклиматических показателей теплообеспеченности растений — сумм активных температур (Г. Т. Селянинов, 1928), сумм эффективных температур (Т. Д. Лысенко, 1928), сумм температурных показателей или индексов скорости развития растений (Ливингстон, Дж. Ацци, 1932), сумм степенных значений температур (П. И. Колосков, 1947; А. К. Филиповский, 1947). Мы в связи с этим сделали детальный анализ и сравнительную оценку предложенных форм температурных показателей (1961). В результате было выяснено, что для агроклиматической характеристики территории по теплообеспеченности преимущество имеет способ сумм активных температур при исключении из них низких и высоких температур, тормозящих развитие растений, и введении необходимых поправок.

Мы детализировали понятие показателя сумм активных температур. При оценке теплообеспеченности и установлении климатических границ сельскохозяйственных культур следует различать суммы климатических, биологических и биоклиматических температур.

Суммы климатических температур выражают общие ресурсы тепла в данной местности. Они слагаются из средних суточных температур за период возможной ве-

гетации культур, то есть за период в пределах лимитных температур развития растений.

Суммы биологических температур выражают потребность растений в тепле и составляются из средних суточных температур непосредственно за периоды вегетации данного вида и сорта.

Суммы биоклиматических температур выражают количество тепла, обеспечивающее ежегодное (или достаточно частое) созревание растений или наступление хозяйственно ценных фаз развития. Численно сумма биоклиматических температур равна сумме биологических температур, увеличенной на определенное число для гарантии наступления нужных фаз развития.

Суммы климатических температур, соответствующие по своим величинам биоклиматическим, указывают на климатические границы возможного возделывания культуры. Целесообразно суммы климатических и биоклиматических температур определять за период с температурой выше 10°. При этом для установления климатических границ разных культур можно пользоваться одной картой распределения суммы климатических температур.

Условие для определения сумм биоклиматических температур выше 10° имеет следующий вид:

$$\Sigma tбк > 10° = \Sigma tб + Рк + Пш + Пм + Пк + 200° (250, 300),$$

где $\Sigma tбк > 10°$ — сумма биоклиматических температур выше 10°;

$\Sigma tб$ — сумма биологических температур;

$Рк$ — разность сумм температур в пределах лимитных температур развития растений и за период с температурой выше 10°;

$Пш$ — поправка на широту местности;

$Пм$ — поправка на микроклиматические особенности местоположения;

$Пк$ — поправка на континентальность;

$200° (250,300)$ — отклонения сумм климатических температур, соответствующие обеспеченности 90%.

Величины климатических разностей ($Рк$) для некоторых культур приведены в таблице 12.

Поправка на широту местности ($Пш$) составляет примерно 10—15° на 1° широты.

Таблица 12

Климатические разности между суммами температур выше 10° и в пределах лимитных температур

Культура	Лимитные температуры (в °)		Средние климатические разности сумм температур ($Р_К$)
	всходов	созревания	
Пшеница, рожь, овес, ячмень, горох, чечевица, лен	5	10	—150
Кукуруза, просо	10	10	0
Подсолнечник, картофель	8	10	—50
Капуста (высадка в грунт)	10	5	—150
Томаты (высадка в грунт), огурцы	12	10	+100
Лук, морковь	5	8	—200
Свекла	8	8	—150
Хлопчатник	13	15	+500

Величина поправки *Пм* на микроклиматические особенности местности определяется преимущественно морозоопасностью местоположений. По нашим исследованиям в Якутии, в холодных местоположениях заморозки наступают на 18—20 дней раньше, чем в теплых. Это приводит к увеличению суммы биоклиматических температур примерно на 200°. В теплых местоположениях температурный эффект может быть выше на такое же количество градусов, которое приводит к снижению суммы. Поправку на микроклиматические особенности местности можно в среднем принять для северных широт (55—65°) ±100—200°, для средних (45—55°) ± 200—300° и для горных мест южных широт ±300—400° (знак плюс для относительно холодных и минус для теплых местоположений).

Для мест с очень континентальным и резко континентальным климатом, к которым относятся восточные районы страны, Казахстан и республики Средней Азии, обязательна поправка на континентальность. Она минусовая, то есть уменьшает биоклиматическую сумму и колеблется, в зависимости от продолжительности вегетационного периода культуры, в пределах 100—200° и более.

Для некоторых видов и сортов сельскохозяйственных культур мы определили суммы биоклиматических температур выше 10° (табл. 13, 14). При определении этих сумм учитывались средняя климатическая разность ($Р_К$),

Таблица 13

Потребность сельскохозяйственных культур в тепле

Культура и сортовая группа скороспелости	Общая группа скороспелости	Период	Широта (в °)	Сумма температур (в °)		Реакция на длину дня (в °)**
				биологических *	биоклиматических	
Яровая пшеница						
1. Наиболее скороспелые — северные скороспелки	*Р*	Посев — восковая спелость	55	1300	1350	—10
2. Скороспелые — Горнет	*Р*	То же	55	1400	1350	—10
3. Среднеспелые — Лютесценс 62, Эритроспермум 841	*Р*	» »	55	1500	1550	—15
4. Среднепоздние — Цезиум 111, Акмолинка 1	*Ср*	» »	55	1600	1650	—15
5. Позднеспелые — Мильтурум 321	*Ср*	» »	55	1700	1750	—15
Овес						
1. Скороспелые — Тулунский 86/5, Кюто	*Р*	» »	55	1300	1350	—15
2. Среднеспелые — Лоховский, Золотой дождь	*Р*	» »	55	1400	1450	—15
3. Позднеспелые — Победа	*Р*	» »	55	1500	1550	—15
Ячмень						
1. Скороспелые — Червонец, Пионер	*Р*	» »	55	1200	1250	—10
2. Среднеспелые — Европеум 353/133, Прекоциус 143	*Р*	» »	55	1300	1350	—10
3. Позднеспелые — Винер	*Р*	» »	55	1400	1450	—10

Продолжение

Культура и сортовая группа скороспелости	Общая группа скороспелости	Период	Широта (в °)	Сумма температур (в °)		Реакция на длину дня (в °)**
				биологических *	биоклиматических	
Просо						
1. Наиболее скороспелые — Сибирское желтозерное, Тулунское 39/9	*Ср*	Посев — восковая спелость	55	1300	1600	+15
2. Скороспелые — Омское 9, Стахановское	*Ср*	То же	55	1400	1700	+15
3. Среднеспелые — Омское 37, Казанское 506	*Ср*	» »	55	1500	1800	+15
4. Среднепозднеспелые — Саратовское 853, Долинское 155	*Ср*	» »	55	1600	1900	+15
5. Позднеспелые — Долинское 86	*Ср*	» »	55	1700	2000	+15
Озимая рожь						
Омка, Долинская	*Р*	» »	55	1350	1400	0
Озимая пшеница						
Лютесценс 329, Алабасская	*Р*	» »	50	1450	1500	0
Лен масличный						
1. Скороспелые — Урожайный 5296	*Р*	» »	50	1400	1600	—
2. Среднеспелые — Сибиряк, Шатиловский 39	*Ср*	» »	50	1500	1700	—
Подсолнечник						
1. Наиболее скороспелые — Омский скороспелый, Саратовский ранний	*Ср*	Посев — цветение	50	950	1150	—
		Посев — созревание	50	1600	1800	—
2. Скороспелые — Пионер Сибири	*Ср*	Посев — цветение	55	1150	1350	—
		Посев — созревание	55	1850	2050	—
3. Среднеспелые — Саратовский 169	*Ср*	Посев — цветение	55	1250	1450	—
		Посев — созревание	55	2000	2200	—

Продолжение

Культура и сортовая группа скороспелости	Общая группа скороспелости	Период	Широта (в °)	Сумма температур (в °)		Реакция на длину дня (в °)**
				биологических*	биоклиматических	
4. Среднепоздние — Степняк, К-1483	*С*	Посев — цветение	55	1350	1550	—
		Посев — созревание	55	2150	2350	—
5. Позднеспелые — Ждановский 8281, ВНИИМК 1646	*С*	Посев — цветение	55	1500	1750	—
		Посев — созревание	55	2300	2500	—
Кукуруза						
1. Наиболее скороспелые — Белозерное пшено, Казанская 108, Славгородская 270	*С*	Посев — выметывание	55	1100	1350	—
		Посев — молочная спелость	55	1700	1950	—
		Посев — созревание	55	2100	2350	—
2. Скороспелые — Безенчукская 41, Северодакотская	*С*	Посев — выметывание	55	1200	1450	—
		Посев — молочная спелость	55	1800	2050	—
		Посев — созревание	55	2200	2450	—
3. Среднеранние — Харьковская 23, Гибрид Донской	*С*	Посев — выметывание	55	1300	1550	—
		Посев — молочная спелость	55	2000	2250	—
		Посев — созревание	55	2400	2650	—
4. Средние — Гибрид ВИР 25, Миннезота 13, Гибрид Успех	*С*	Посев — выметывание	55	1400	1650	—
		Посев — молочная спелость	55	2100	2350	—
		Посев — созревание	55	2500	2750	—
5. Среднепоздние — Гибрид Краснодарский 4, Гибрид ВИР 50, Стерлинг	*Сп*	Посев — выметывание	55	1500	1750	—
		Посев — молочная спелость	55	2200	2450	—
		Посев — созревание	55	2700	2950	—

Продолжение

Культура и сортовая группа скороспелости	Общая группа скороспелости	Период	Широта (в °)	Сумма температур (в °)		Реакция на длину дня (в °)**
				биологических *	биоклиматических	
6. Поздние — Круг Грозненский, Лиминг	*Сп*	Посев — выметывание	55	1600	1850	—
		Посев — молочная спелость	55	2300	2550	—
		Посев — созревание	55	2900	3150	—
Другие полевые культуры						
Рис	*С — П*	Посев — созревание	45	2000—3200	2600—3800	—
Сорго	*Сп*	То же	55	2200—2800	2800—3400	—
Гречиха	*Р — Ср*	» »	55	1200—1400	1400—1600	—
Горох	*Ро — Ср*	» »	55	1050—1550	1150—1650	—
Фасоль	*Ср — С*	» »	55	1500—1900	2050—2450	—
Соя	*Ср—Сп*	» »	50	1800—3000	2050—3250	—
Кормовые бобы	*Р — Ср*	» »	50	1400—1800	1500—1900	—
Чечевица	*Р — Ср*	—	55	1400—1500	1500—1600	—
Чина	*Ср*	—	55	1600—1700	1700—1800	—
Нут	*Ср*	—	55	1400—1600	1550—1750	—
Лен на волокно	*Ро — Р*	—	60	950—1300	1150—1500	—
Конопля на волокно	*Р — Ср*	—	55	1300—1800	1500—2000	—
Хлопчатник	*П — По*	—	40	2900—4000	3650—4750	—
Сахарная свекла	*С*	—	50	2000—2300	2100—2400	—
Картофель	*Р — Ср*	—	50	1200—1800	1400—2000	—

* Суммы биологических температур по зерновым культурам, льну, подсолнечнику и соответствующая классификация этих культур определены автором по данным госсортсети; суммы температур по кукурузе взяты по Смирновой (1955), а по остальным культурам — по Колоскову (1947), Степанову (1957) и др.

* * Поправка к суммам температур на 1° широты. Поправка со знаком минус вычитается, а со знаком плюс прибавляется с продвижением к северу и вычитается с продвижением к югу.

Таблица 14

Потребность овощных культур в тепле

Культура	Сорт	Общая группа скороспелости	Период	Сумма температур		Сумма температур, по А. М. Алпатьеву (1947)
				биологических	биоклиматических	
Картофель	Местные сорта типа Ранней Розы	*Ро*	Посадка — цветение	850	1050	—
		Р	Посадка — промежуточная фаза от цветения до усыхания ботвы	1125	1325	—
		Ср	Посадка — усыхание ботвы	1400	1600	1500—1600
	Типа Курьер	*Ро*	Посадка — цветение	850	1050	—
		Р	Посадка — промежуточная фаза	1150	1350	—
		Ср	Посадка — усыхание ботвы	1450	1650	—
Капуста	Номер первый	*Ро*	Высадка в грунт — 10% технической зрелости	1000	1100	—
		Р	Высадка в грунт — 30% технической зрелости	1150	1250	—
		Р	Высадка в грунт — 75% технической зрелости	1350	1450	1300—1400
	Копенгагенская	*Ро*	Высадка в грунт — 10% технической зрелости	1050	1150	—
		Р	Высадка в грунт — 30% технической зрелости	1200	1300	—
		Р	Высадка в грунт — 75% технической зрелости	1400	1500	—

Продолжение

Культура	Сорт	Общая группа скороспелости	Период	Сумма температур		Сумма температур, по А. М. Алпатьеву (1947)
				биологических	биоклиматических	
Капуста	Слава	*Р*	Высадка в грунт — 10% технической зрелости	1150	1250	—
		Р	Высадка в грунт — 30% технической зрелости	1250	1350	—
		Р	Высадка в грунт — 75% технической зрелости	1250	1550	1400—1500
	Ефимовка	*Р*	Высадка в грунт — 10% технической зрелости	1200	1300	—
		Р	Высадка в грунт — 30% технической зрелости	1300	1400	—
		Ср	Высадка в грунт — 75% технической зрелости	1500	1600	—
Томаты	Бизон	*Ро*	Высадка в грунт — 1-й сбор	800	1150	900—1000
		Р	Высадка в грунт — 2-й сбор	1000	1350	1100—1300
		Ср	Высадка в грунт — последний сбор	1200	1550	—
Огурцы	Муромские	*Р*	Посев — 1-й сбор	900	1250	1000—1200
		Р	Посев — промежуточный сбор	1100	1450	—
		Ср	Посев — последний сбор	1300	1650	—

Продолжение

Культура	Сорт	Общая группа скороспелости	Период	Сумма температур		Сумма температур по А. М. Алпатьеву (1947)
				биологических	биоклиматических	
Морковь	Ранний Хорн	*Ро*	Посев — пучковая зрелость	800	850	—
		Ро	Посев — промежуточная фаза	1000	1050	—
		Р	Посев — техническая зрелость	1350	1400	—
	Шантенэ	*Ро*	Посев — пучковая зрелость	900	950	—
		Р	Посев — промежуточная фаза	1200	1250	1100—1200
		Р	Посев — техническая зрелость	1450	1500	1500—1600
Свекла	Египетская	*Ро*	Посев — пучковая зрелость	1000	1100	—
		Р	Посев — промежуточная фаза	1200	1300	1100—1200
		Р	Посев — техническая зрелость	1400	1500	1500—1600
Лук из севка	Мстерский	*Ро*	Прорастание — формирование луковиц	850	950	—
		Р	Прорастание — промежуточная фаза	1100	1250	—
		Р	Прорастание — созревание	1400	1500	—

поправка на широту (*Пш*) и величина отклонения сумм температур в 250°.

Порядок расчета биоклиматических сумм температур выше 10° показан в таблице 15.

В таблицах 13 и 14 сельскохозяйственные культуры отнесены к различным группам скороспелости. По сортовым различиям скороспелости культуры сведены в три или

пять групп. По признаку общей скороспелости культуры умеренного пояса сведены в семь групп *: *Ро* — очень ранние (< 1200°), *Р* — ранние (1200—1600°), *Ср* — среднеранние (1600—2200°), *С* — средние (2200—2800°), *Сп* — среднепоздние (2800—3400°) и *П* — поздние (3400—4000°). Седьмую группу составляют очень поздние культуры (*По*) или культуры теплого пояса (>4000°).

Таблица 15

Вычисление биоклиматических сумм температур

Культура и сорт	Температурные лимиты (в °)		Биологическая сумма температур на широте 55°	Поправка		Отклонение по кривой обеспеченности	Биоклиматическая сумма температур
	всходов	созревания		*Рк*	*Пш*		
Яровая пшеница Лютесценс 62	5	10	1500	—150	—50	+250	1550
Просо Омское 9 . .	10	10	1400	0	+50	+250	1700
Морковь Нантская	5	8	1450	—200	0	+250	1500
Огурцы Муромские	12	10	1300	+100	0	+250	1650

Пользуясь суммами климатических и биоклиматических температур, потребных для произрастания растений (табл. 13, 14), можно приблизительно определить вероятность созревания или достижения культурой определенной фазы развития в данном месте.

Для этого устанавливается разность между суммами температур, потребных для растений, и суммами климатических температур, а также соответствующий этой разности процент обеспеченности по кривым (рис. 1). Например, требуется определить в местах прохождения изолинии 1300° *вероятность достижения огурцами* (сорт Муромские) фазы посев — промежуточный сбор. Для достижения этой фазы требуется сумма температур за период 15—10° не менее 1100°, а за период 10—10° — 1200°. Отклонение суммы 1200° от суммы температур климатических ресурсов 1300° составляет —100° (1200—1300). Этому отклоне-

* В скобках приведены биоклиматические суммы температур.

нию по кривой обеспеченности типа *2* соответствует вероятность достижения указанной фазы развития 70%, то есть фаза наступит за 10 лет примерно 7 раз.

Климатические границы некоторых экологических типов сельскохозяйственных культур с обеспеченностью созревания или достижения хозяйственно ценных фаз развития в 90% лет указаны в таблице 16.

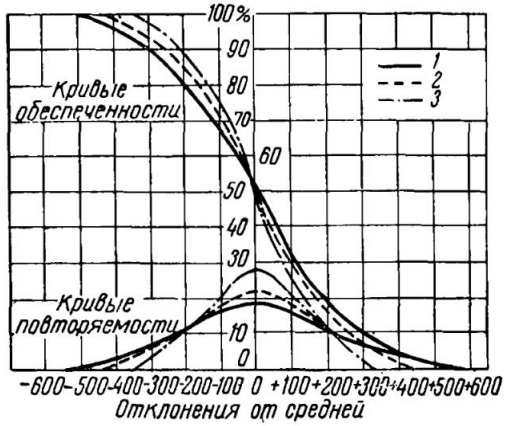


Рис. 1. Кривые обеспеченности сумм температур за период с температурой выше 10°:
1 — тип первый; *2* — тип второй; *3* — тип третий *.

Агроклиматические подразделения территории с одинаковым тепловым состоянием атмосферы у разных авторов получили разные климатические названия. Требовалась их унификация. Мы (1958) ввели двойные названия: климатические (по признаку теплового состояния атмосферы) и сельскохозяйственные (по признаку возможности возделывания определенных экологических типов растений).

Для выяснения возможности такого сочетания была построена шкала оценки теплового состояния атмосферы

* Первый тип кривой относится к европейской территории, Западной Сибири и Казахстану; второй тип — к восточным районам страны с очень континентальным климатом; третий тип — к восточным районам с резко континентальным климатом (рис. 10, стр. 107).

Таблица 16

Обеспеченность созревания или достижения хозяйственно ценных фаз развития растений в 90% общего числа лет
(таблица составлена совместно с С. А. Сапожниковой)

Показатель ресурсов тепла (сумма температур за период выше 10°) *		Культура (*р* – ранние, *с* – средние, *п* – поздние сорта)
европейская территория, Западная Сибирь	Восточная Сибирь и Дальний Восток **	
400	400	Овощные культуры в защищенном грунте
400	400	Редис, салат, шпинат, лук на перо
800	700	Репа, турнепс, капуста (*р*), картофель (*р*), при специальной агротехнике
1000	800 ***	Ячмень (*р*), озимая рожь (*р*), на более теплых участках
1200	1000	Ячмень (*р*), горох (*р*), лен на волокно (*р*)
1400	1200	Овес (*р*), ячмень (*с*)
1600	1400	Ячмень (*п*), яровая пшеница (*р*), озимая пшеница, кукуруза (*с*), в фазе выметывания, сахарная свекла на корм
1800	1600	Яровая пшеница (*п*), подсолнечник на зерно (*р*), сахарная свекла для переработки на сахар (*р*)
2200	2000	Кукуруза на зерно (*р*), фасоль (*р*), просо (*п*)
2400	2200	Кукуруза (*с*), в фазе молочно-восковой спелости (*р*), соя (*р*), виноград (*р*)
2500	2400	Абрикос (*р*), фасоль (*п*), подсолнечник (*п*) на зерно, рис (*р*)
2800	2600	Кукуруза на зерно (*с*), кукуруза (*п*) в фазе молочно-восковой спелости, сорго (*р*)
3000	—	Кукуруза на зерно (*с*), виноград (*с*)
3200	—	Кукуруза на зерно (*п*), грецкий орех ****, каштан ****
3400	—	Соя (*п*), арахис (*р*), сорго (*п*), инжир ****, гранат ****, хурма ****
3600	—	Хлопчатник (*р*), лимон ****, мандарин ****,
4000	—	Хлопчатник (*с*), рис (*п*), виноград (*п*) ****
4400	—	Маслины ****, апельсины ****
4800	—	Хлопчатник (*п*), джут

* Каждая последующая сумма температур обеспечивает созревание всех указанных выше культур.

** В условиях Восточной Сибири и Дальнего Востока растения требуют меньших климатических сумм температур в связи с меньшей их амплитудой колебания от года к году и большей континентальностью климата.

*** К востоку от Лены.

**** Граница возделывания определяется условиями зимы (см. характеристику зимы).

периода вегетации по температуре наиболее теплого месяца (табл. 17). Шкалой предусматривается выделение типов и подтипов теплового состояния. За градацию подтипа взята температурная ступень в 2,5°. Такая ступень удобна для увязки теплового состояния атмосферы на большей части территории СССР с температурными полосами обеспеченности растений теплом, выделенными по суммам температур выше 10° в интервале 400 и 600°.

Таблица 17

Шкала оценки теплового состояния периода вегетации

Тип периода вегетации	Температура наиболее теплого месяца (в °)	Подтип периода вегетации		Температура наиболее теплого месяца (в °)
		обозначение	название	
Холодный	<10,0	$Х^1$	Очень холодный	<7,5
		$Х^2$	Холодный	7,5—10,0
Прохладный	10,0—17,5	$П^1$	Очень прохладный	10,0—12,5
		$П^2$	Прохладный	12,5—15,0
		$П^3$	Умеренно прохладный	15,0—17,5
Теплый	17,5—25,0	$Т^1$	Умеренно теплый	17,5—20,0
		$Т^2$	Теплый	20,0—22,5
		$Т^3$	Очень теплый	22,5—25,0
Жаркий	25,0—32,5	$Ж^1$	Умеренно жаркий	25,0—27,5
		$Ж^2$	Жаркий	27,5—30,0
		$Ж^3$	Очень жаркий	30,0—32,5
Знойный	>32,5	$З^1$	Знойный	32,5—35,0
		$З^2$	Очень знойный	>35,0

В северных и средних широтах эти интервалы соответствуют примерно температурной ступени в 2,5°, и только в южных широтах интервал сумм значительно возрастает (табл. 18). Данные таблицы 18 показывают, что при одном и том же уровне средней температуры суммы температур изменяются в зависимости от континентальности местности — на западе суммы больше, чем в Сибири и на Дальнем Востоке.

За пределами СССР наблюдается и совершенно иное сочетание температуры наиболее теплого месяца и сумм температур.

Из вскрытого несоответствия между температурой наиболее теплого месяца и суммами температур за основной период вегетации более 10° следует, что полосам обес-

Таблица 18

Градации температуры наиболее теплого месяца и соответствующие им суммы температур выше 10°

Градации температуры наиболее теплого месяца	Долгота							Уровень	Разность уровней
	35°	55°	65°	75°	95°	115°	135°		
7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10,0	300	300	300	300	300	300	300	300	300
12,5	700	650	600	625	615	600	625	625	325
15,0	1200	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	475
17,5	1900	1600	1600	1600	1500	1400	1500	1600	500
20,0	2600	2200	2200	2200	2000	1900	2200	2200	600
22,5	3300	2800	2800	2900	—	—	—	2800	600
25,0	4000	3400	3300	—	—	—	—	3400	600
27,5	—	4100	4100	—	—	—	—	4100	700
30,0	—	4900	5000	—	—	—	—	5000	900

печенности растений теплом нельзя давать климатические названия по температуре периода вегетации. За ними целесообразно оставить только сельскохозяйственные названия, сопровождая их характеристиками теплового состояния периода вегетации по температуре наиболее теплого месяца. Климатические названия мы сочли возможным оставить лишь за температурными поясами и подпоясами.

Приведенные дополнительные материалы по теплообеспеченности позволили разработать более усовершенствованную классификацию по этому элементу. Классификацией предусматривается выделение агроклиматических поясов, подпоясов и температурных полос.

Основной признак пояса — тепловое состояние атмосферы, характеризуемое годовыми величинами радиационного баланса, а также определенным уровнем температуры воздуха (среднегодовой и за отдельные месяцы). Годовой радиационный баланс составляет физиологически деятельную часть тепла солнечной радиации. Величины этого баланса в ккал·см^2 приблизительно пропорциональны суммам температур (рис. 20, стр. 145). Поэтому вместо радиационного баланса в качестве показателя теплообеспеченности растений и потенциальной биологической

продуктивности климата используются суммы температур за период вегетации.

Тепловое состояние атмосферы приводит к возникновению широтных и вертикальных агроклиматических поясов. В настоящее время утвердилось понятие следующих широтных поясов: *арктический*, *субарктический*, *умеренный*, *субтропический* и *тропический*. Вертикальные тепловые пояса считаются аналогами широтных поясов. Эти пояса не получили определенных названий.

Влияние широты и высоты местности на тепловое состояние атмосферы переплетается. Поэтому бывает трудно разграничить широтную и вертикальную поясность. Для такого разграничения иногда используют показатель длины дня (Г. Т. Селянинов, 1955). В горных районах этот показатель, однако, противоречит фактическому распределению определенных природных образований (почв, растительности), характерных для соответствующих поясов. Для сельскохозяйственного производства целесообразно поэтому выделение общих широтных и вертикальных температурных поясов.

По сочетанию сумм температур выше 10° с простиранием природных зон и распространением определенных поясных типов культурной растительности целесообразно выделение следующих общих агроклиматических поясов: *холодного*, *умеренного*, *теплого* и *жаркого* (последний за пределами СССР).

К холодному поясу относится территория, обеспеченная суммами температур менее 1200° (1000)*. Условия теплообеспеченности позволяют возделывать малотребовательные к теплу овощные культуры. Поэтому пояс и назван холодным.

Пояс подразделяется на подпояса: очень холодный, или культур закрытого, полузакрытого грунтов и скороспелой овощной зелени в грунте, суммы температур выше 10° меньше 400°, и холодный, или малотребовательных к теплу ранних овощных культур, суммы температур 400—1200° (1000).

---

* Здесь и в дальнейшем в скобках приведены суммы температур для восточных районов (восточнее р. Енисея). Уменьшение сумм температур в этих районах вызвано, с одной стороны, меньшими отклонениями их от средней многолетней, а с другой — несколько меньшим накоплением сумм за вегетационный период вследствие большей континентальности климата.

В очень холодном подпоясе выделяются две температурные полосы (или зоны):

культур закрытого грунта с температурой самого теплого месяца <8,5°;

культур закрытого, полузакрытого грунтов и скороспелой овощной зелени в грунте — в границах сумм температур 0—400°.

В холодном подпоясе также выделяются две температурные полосы:

ранних овощных культур с коротким вегетационным периодом и пониженными требованиями к теплу (редис, салат, лук на перо, репа, капуста, ранний картофель яровизированный с неполным созреванием и др.) в пределах сумм температур 400—800°;

ранних овощных культур с большими возможностями их возделывания в пределах сумм температур 800—1200° (1000). В более теплых местах полосы, в южной ее половине, возможно также возделывание наиболее ранних форм зерновых (ячменя, овса, озимой ржи). Полосы холодного подпояса приходятся на северную редкостойную тайгу.

К умеренному поясу относится территория в пределах изолиний сумм температур 1200 (1000) — 4000°. Это пояс произрастания культур умеренных требований к теплу (зерновые, зернобобовые, технические и др.). Поэтому пояс и получил название умеренного. Пояс подразделяется на подпояса: холодно-умеренный, или ранних культур, с более пониженными требованиями к теплу и со сравнительно коротким вегетационным периодом (зерновые колосовые, зернобобовые, картофель, лен и др.), суммы температур 1200 (1000) — 2200° (2000), и умеренный, или средних и поздних культур со сравнительно повышенными требованиями к теплу (кукуруза на зерно, рис, соя, сахарная свекла на сахар и др.), суммы температур 2200 (2000) — 4000°.

За границу разделения умеренного пояса на указанные подпояса принята изолиния сумм температур 2200° (2000), которая является северной границей возделывания современных, наиболее ранних сортов кукурузы на зерно.

В умеренно холодном подпоясе выделены температурные полосы: ранних культур умеренного пояса — преимущественно серые хлеба, зернобобовые и др., суммы

температур 1200 (1000) — 1600° (1400). Полоса соответствует зоне средней тайги;

среднеранних культур умеренного пояса — пшеница, зернобобовые более поздних сортов, свекла на корм и сахар (в южной части полосы) и др., суммы температур 1600 (1400) — 2200° (2000). Полоса включает на европейской территории южнотаежные районы и районы лиственных и смешанных лесов; на азиатской — степные и лесостепные районы.

В умеренном подпоясе выделены полосы:

культур средней спелости умеренного пояса — кукуруза на зерно ранних и среднеранних сортов, подсолнечник на семена, соя, рис, сахарная свекла и др., суммы температур 2200° (2000) — 2800° (2600). Полоса простирается на европейской территории в пределах природных зон смешанных лесов, лесостепи и степи, в Западной Сибири и Казахстане в пределах сухой степи и частично полупустыни и на Дальнем Востоке в пределах зоны широколиственных лесов;

среднепоздних культур умеренного пояса — кукуруза на зерно средних сортов, рис более поздних сортов и др., суммы температур 2800 (2600) — 3400°. Полоса приходится на степные и сухостепные районы юга Украины и юго-востока европейской территории, на полупустынные и пустынные районы Прикаспия и Казахстана;

поздних культур умеренного пояса в пределах сумм температур 3400 — 4000°. Для полосы характерно произрастание поздних сортов кукурузы, риса и других культур сравнительно повышенных требований к теплу. В полосе имеются большие возможности возделывания пожнивных культур после сбора зерновых колосовых. Полоса приходится на северные склоны Кавказа и пустынные районы Казахстана.

К теплому поясу отнесена территория в пределах изолиний сумм температур 4000—8000°. Это пояс произрастания теплолюбивых субтропических культур и культур умеренного пояса в холодное полугодие. В теплое полугодие в континентальных местах данного пояса обычные культуры умеренного пояса (зерновые и др.) не используют все тепловые ресурсы. При температуре 30° и выше происходит торможение развития этих культур, вследствие чего за периоды развития накапливается значительно большая сумма температур, чем в умеренном поясе.

Указанные, обычно дневные, тормозящие развитие, температуры, соответствуют среднесуточной температуре 26° и выше. На такой температурный порог на северной границе субтропического пояса указывает А. И. Кайгородов (1955).

Изолинией средней температуры наиболее холодного месяца 0° теплый пояс подразделяется на подпояса: умеренно теплый, или однолетних теплолюбивых культур, с длинным вегетационным периодом (хлопчатник), и теплый, или субтропических многолетников.

В умеренно теплом подпоясе выделены полосы:

теплолюбивых однолетних культур с длинным вегетационным периодом (северная полоса) — хлопчатник средних сортов, два урожая сельскохозяйственных культур умеренного пояса за год. Суммы температур 4000—5200°. Полоса включает северные пустынные районы Среднеазиатских республик;

теплолюбивых однолетних культур с более поздним созреванием (центральная полоса) — хлопчатник поздних длинноволокнистых сортов, два-три урожая культур умеренного пояса за год. Суммы температур более 5200°. Полоса включает пустынные районы Среднеазиатских республик.

В теплом подпоясе выделяются полосы:

субтропических культур и культур умеренного пояса в холодное полугодие (северная полоса) — цитрусовые, инжир, лавр, чай, зимнее огородничество и др. Суммы температур 4000—5200°. Полоса включает влажные и сухие субтропики Закавказья;

субтропических культур с большими возможностями повторных посевов (центральная полоса). Суммы температур 5200—6600°. Полоса включает южные районы Среднеазиатских республик. Здесь зимние условия несколько суровее, чем в субтропических районах Закавказья. В этих районах успешное возделывание цитрусовых культур обеспечивается выращиванием в специальных траншеях и под пленкой;

субтропических культур с еще большими возможностями повторных посевов (южная полоса). Суммы температур 6600—8000°. Полоса находится за пределами СССР.

Рассмотренная классификация климата по теплообеспеченности приведена в таблице 19, а построенная по ней картограмма представлена на рисунке 2.

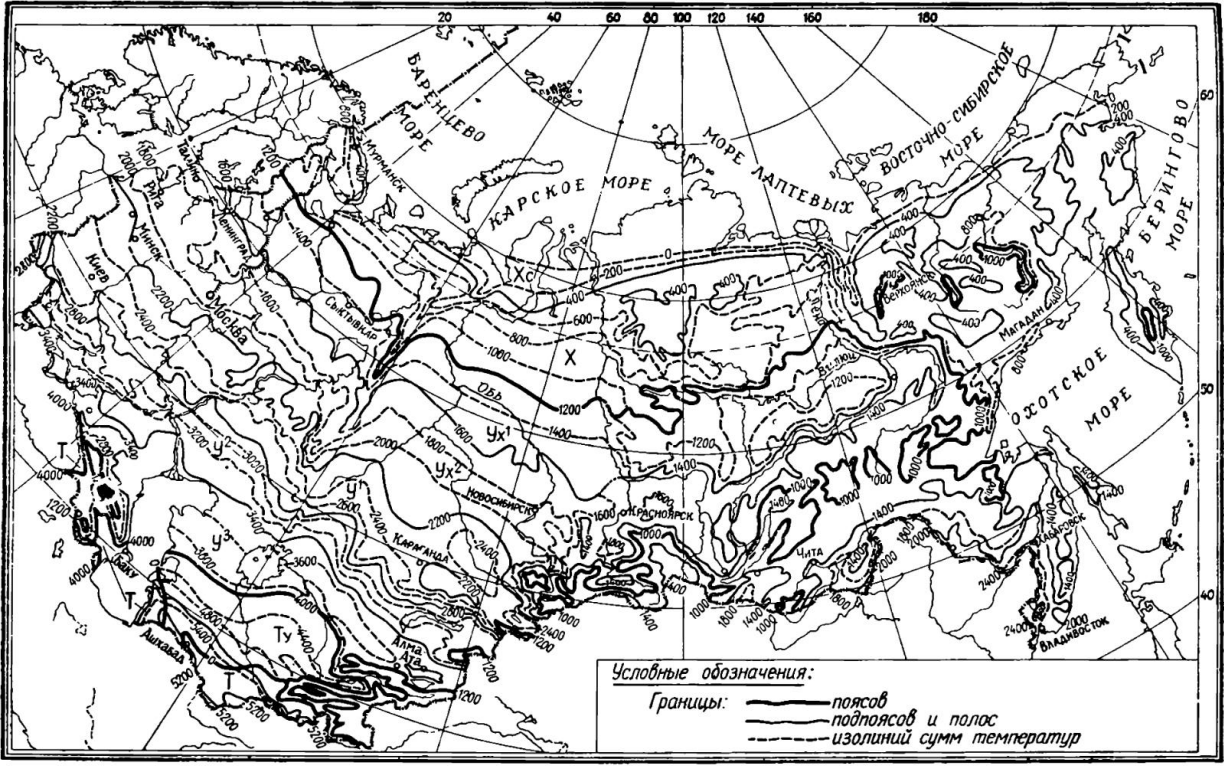


Рис. 2. Картограмма обеспеченности растений теплом (пояса, подпояса и полосы) (подробную легенду см. в табл. 19).

Таблица 19

Шкала классификации климата по условиям теплообеспеченности растений

Пояс	Подпояс	Температурная полоса: обозначение	Температурная полоса: название	Градации 10°	Экологические типы возделываемых культур
Холодный <1200° (1000)	Очень холодный <400°	X^1_0	Культур закрытого грунта		Овощные культуры под стеклом
		X^2_0	Культур закрытого, полузакрытого грунта и скороспелой овощной зелени в грунте	0—400 (8,5—11,0) *	Овощные культуры под стеклом и скороспелая овощная зелень в грунте
	Холодный 400—1200° (1000)	X^1	Ранних овощных культур с коротким вегетационным периодом и пониженными требованиями к теплу	400—800 (10,5—13,5) *	Редис, салат, шпинат, лук на перо, картофель яровизированный с неполным созреванием
		X^2	То же, но с бо́льшими возможностями их возделывания	800—1200 ** (800—1000) (13,0—16,0) *	Те же культуры, но с бо́льшими возможностями их возделывания и факультативно в более теплых местах — ранние зерновые
Умеренный 1200 (1000)— 4000°	Холодно-умеренный 1200 (1000)— 2200° (2000)	Yx^1	Ранних культур умеренного пояса	1200—1600 (1000—1400) ** (15,0—18,5) *	Серые хлеба, озимая пшеница и зернобобовые ранних сортов

Продолжение

Пояс	Подпояс	Температурная полоса: обозначение	Температурная полоса: название	Градации 10°	Экологические типы возделываемых культур
		$Ух^2$	Среднеранних культур умеренного пояса	1600—2200 (1400—2000) ** (16,5—21,0) *	Средние и поздние сорта пшеницы, зернобобовых, сахарная свекла на корм и на сахар (в южной части полосы) картофель, лен
	Умеренный 2200 (2000) — 4000°	$Ух^1$	Культур средней спелости умеренного пояса	2200—2800 (2000—2600) ** (18,5—22,5)	Кукуруза на зерно, подсолнечник на семена, соя, рис, бахчевые
		$У^2$	Среднепоздних культур умеренного пояса	2800—3400 (20,5—25,0) *	То же, более поздние сорта
		$У^3$	Поздних культур умеренного пояса	3400—4000 (23,0—27,0) *	Поздние сорта кукурузы, риса
Теплый 4000—8000°	Умеренно теплый*** >4000°	$Ту^1$	Однолетних теплолюбивых культур с длинным вегетационным периодом (северная полоса)	4000—5200 (25,0—30,0) *	Хлопчатник (средние сорта), два урожая культур умеренного пояса за год
		$Ту^2$	То же, но с более поздним созреванием (центральная полоса)	>5200 (>30)	Хлопчатник (поздние сорта), два-три урожая за год

Продолжение

Пояс	Подпояс	Температурная полоса: обозначение	Температурная полоса: название	Градации 10°	Экологические типы возделываемых культур
	Теплый *** >4000°	T^1	Субтропических культур и культур умеренного пояса в холодное полугодие (северная полоса)	4000—5200 (25,0—30,0) *	Субтропические культуры и повторные посевы однолетних культур
		T^2	То же, но с бо́льшими возможностями повторных посевов (центральная полоса)	5200—6400	Субтропические культуры и повторные посевы однолетних культур
		T^3	То же, но с еще бо́льшими возможностями повторных посевов (южная полоса)	6600—8000	То же
Жаркий >8000°	—	*Ж*	Тропических культур	>8000	Тропические культуры

* Уровень температуры наиболее теплого месяца, соответствующий приведенным градациям сумм температур.

** Суммы температур в восточных районах страны (Якутия, Дальний Восток).

*** Южной границей умеренно теплого и северной границей теплого поясов является изолиния средней температуры наиболее холодного месяца 0°.

Для построения картограммы использованы данные сумм температур, вычисленные в главной географической обсерватории (Е. С. Рубинштейн). При проведении изолиний сумм температур мы пользовались также специально построенными графиками связи сумм температур с высотой и широтой местности (рис. 3). По таким графикам можно приближенно судить о величинах сумм температур в горных районах, для которых масштаб карты не позволил провести соответствующие изолинии (Кавказ, Памир, Саяны и др.). Величина среднего квадратичного отклонения сумм температур, снятых с графиков от исчисленных по данным метеорологических станций, составляет ±100—300° и более. При таких величинах отклонений изолинии сумм температур нельзя проводить в строгом соответствии с изолиниями высоты местности. Большой практический смысл имеет анализ этих отклонений в связи с особенностями местных физико-географических условий. Покажем это на примере распределения сумм температур в Южной Якутии.

По данным микроклиматических наблюдений А. Т. Никифоровой, суммы температур на склоне южной экспозиции не изменяются при значительном (на 250 м) превышении пунктов наблюдений, что связано с условиями ночного охлаждения и дневного нагревания приземных слоев воздуха. Долины таежных рек вследствие ухудшения условий обмена воздуха днем лучше прогреваются, а ночью сильнее охлаждаются. По мере увеличения высоты местности условия обмена воздуха улучшаются, благодаря чему повышается минимальная и уменьшается максимальная температура. В среднем же температура за сутки, а следовательно, и сумма температур не изменяются. Можно полагать, что в восточных районах страны с очень и резко континентальным климатом подъем от долин на 200—250 м не особенно сказывается на изменении сумм температур. Малая изменчивость сумм температур на склонах южной экспозиции указывает на возможность выбора на них больших массивов под поля. Несмотря на более высокое местоположение, культуры на таких полях будут не хуже обеспечены теплом, чем в долинах рек.

Влияние же экспозиции склонов в горах выявляется очень резко. Разность сумм температур пунктов на южном и северном склонах при одинаковой высоте (450 м), по данным А. Т. Никифоровой, составила более 250°.

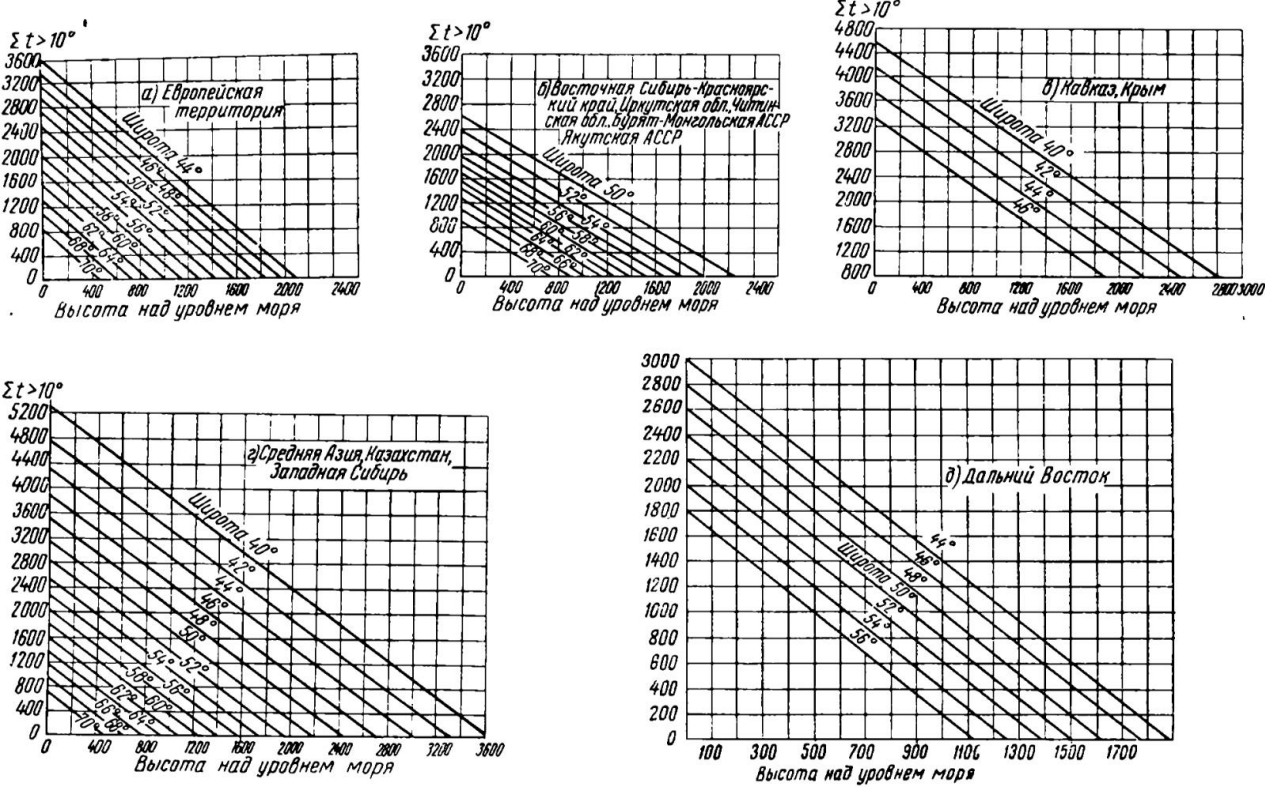


Рис. 3. Изменение сумм температур в зависимости от высоты и широты местности.

Принятая нами дифференциация территории по ресурсам тепла в общих чертах подтверждает положение П. И. Колоскова (1958) об изменении температурной поясности и связанных с ней природных образований и явлений сельскохозяйственной жизни по правилу удвоения фактора. Это положение иллюстрируется следующим рядом температурных показателей в виде $\Sigma t > 10°$:

<500°	очень холодный подпояс
1000°	холодный подпояс
2000°	холодно-умеренный подпояс
4000°	умеренный пояс
8000°	теплый пояс
>8000°	жаркий пояс

Небольшие отклонения (100—200°) наших градаций сумм температур для некоторых подпоясов от приведенных не искажает закономерность изменения поясности в связи с нарастанием сумм температур, так как среднюю температуру, из которой сложены суммы, нельзя строго считать за равнозначно действующий фактор развития растений.

Изменение по указанному правилу сумм температур, принятых для выделения поясов и подпоясов, является существенным дополнительным доказательством объективности разработанной нами шкалы классификации климата по теплообеспеченности, ее соответствия естественной поясности.

Б. П. Алисов (1956), Г. Т. Селянинов (1955) и др., как указывалось выше, выделяют физико-географические пояса, получившие название арктического, субарктического, умеренного, субтропического и тропического. Эти пояса являются широтными образованиями. Основной их признак — поступление тепла солнечной радиации, характеризуемое определенными суммами температур, которые, как уже отмечалось, принимаются в сельскохозяйственной метеорологии за индексы возможной продолжительности периода вегетации сельскохозяйственных культур и служат показателем потенциальной продуктивности климата. Это придает суммам температур значение основного показателя и для физико-географических поясов. Другие показатели поясности — смена воздушных масс, тип почвы, естественная растительность и др.— должны увязываться с основным показателем — суммами температур.

Учитывая широтное простирание физико-географических поясов, было бы неправильным не включать в них горные территории. В горных местах границы широтных физико-географических поясов следует проводить согласно характерным для них критериям сумм температур, но приведенных к уровню моря или к низким равнинам. Физико-географические пояса в местах, мало приподнятых над уровнем моря (низменностях), примерно совпадают с тепловыми поясами и подпоясами по нашей классификации теплообеспеченности сельскохозяйственных культур. Поэтому для указанного приведения могут быть использованы соответствующие показатели сумм температур этой классификации. Сопряжение агроклиматических и физико-географических поясов показано в составленной нами схеме агроклиматического районирования СССР (табл. 50, стр. 223).

В литературе до сих пор существуют противоречивые мнения в отношении установления северной границы субтропического пояса. Г. Т. Селянинов (1955), П. И. Колосков (1958) и другие придерживаются мнения о необходимости проведения этой границы по суммам температур.

Ф. Ф. Давитая и С. А. Сапожникова (1960) отстаивают мнение, по которому северная граница субтропического пояса должна проводиться по температурным показателям, описывающим фактическое произрастание субтропических многолетников, в частности по показателю средней температуры из абсолютных минимумов —10°. Это мнение противоречит изложенному доводу, что за основной показатель границы пояса следует брать суммы температур. Приведенные противоречивые мнения снимает наша классификация климата по условиям теплообеспеченности сельскохозяйственных культур, по которой теплый пояс и температурные полосы выделяются по суммам температур (показателю потенциальной продуктивности климата), а умеренно теплый и теплый подпояса разграничиваются по показателю возможного произрастания субтропических многолетников.

В сельскохозяйственном отношении важной характеристикой особенностей климата является, кроме сумм температур, продолжительность основного периода вегетации с температурой выше 10°. Нами принята следующая шкала продолжительности этого периода (табл. 20).

Таблица 20

Шкала продолжительности основного периода вегетации ($\Sigma t > 10°$)

Тип продолжительности основного периода вегетации	Продолжительность (в днях)
Очень короткий	<90
Короткий	90—120
Средней продолжительности	121—150
Длинный	151—180
Очень длинный	>180
С непрерывной вегетацией (период с температурой наиболее холодного месяца выше 0°)	—

Для характеристики холодного периода можно принять противоположные понятия продолжительности: очень короткий основной период — очень длинный зимний; короткий основной — длинный зимний; средней продолжительности основной — средней продолжительности зимний.

Приведенная шкала продолжительности основного периода вегетации с интервалом в один месяц приблизительно увязана с климатическими границами определенных экологических типов сельскохозяйственных культур.

Территория с продолжительностью периода с температурой выше 10° менее 90 дней соответствует преимущественно холодному поясу или поясу культур закрытого и полузакрытого грунтов. Территория с продолжительностью этого периода 90—120 дней соответствует подпоясу ранних культур умеренного пояса, где ведущие культуры — серые хлеба. На территории с продолжительностью периода 120—150 дней в составе культур значительно увеличивается удельный вес пшеницы. В полосе с продолжительностью периода 150—180 дней создаются благоприятные температурные условия для возделывания культур со сравнительно повышенными требованиями к теплу — кукурузы на зерно, сахарной свеклы (полное созревание), риса, сои, подсолнечника на семена и др. В полосе с продолжительностью периода более 180 дней создаются благоприятные температурные условия для позднеспелых сортов кукурузы, риса и других требовательных к теплу культур.

ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ РАСТЕНИЙ

Для оценки влагообеспеченности растений также необходимы надежные агроклиматические показатели. В предыдущий период недостаточно выясненной оставалась и степень пригодности предложенных различными авторами показателей увлажнения — гидротермического коэффициента (Селянинов, 1933), радиационного индекса сухости (Будыко, 1948), показателя увлажнения в форме отношения осадков к дефициту влажности воздуха (Колосков, 1947; A. Meyer, 1926, и др.), в форме отношения осадков к расчетным величинам испаряемости по основным факторам испарения (Иванов, 1948; Попов, 1950; Костяков, 1951) и др. Проведенной нами (1961) сравнительной оценкой предложенных показателей атмосферного увлажнения выявлено, что наиболее совершенен показатель в форме отношения осадков к основному фактору испарения — дефициту влажности воздуха в миллибарах (мб) или к испаряемости (возможному испарению), определяемой по эмпирической формуле:

$$f = 0{,}45\Sigma\,(E - e),$$

где f — условная испаряемость;

$\Sigma(E-e)$ — сумма среднесуточных значений дефицита влажности воздуха (в мб).

Вывод о преимуществе показателя атмосферного увлажнения в форме отношения осадков к дефициту влажности воздуха подтвержден и исследованиями В. А. Смирновой (1963). Оценка точности различных форм показателя увлажнения произведена ею по среднему квадратичному отклонению расчетного урожая от фактического. Величины такого отклонения, выраженные в процентах, составили: 100% при определении расчетного урожая по показателю увлажнения в виде отношения осадков к дефициту влажности воздуха; 130% по показателю в виде отношения осадков к сумме температур (гидротермическому коэффициенту); 164% только по осадкам. Наименьшая величина среднего квадратичного отклонения при использовании показателя в форме отношения осадков к дефициту влажности воздуха и является критерием большей точности этого показателя. Преимущество показателя увлажнения в форме $\frac{P}{\Sigma\,(E-e)}$ объясняется тем, что с дефицитом влажности воздуха лучше, чем с другими метео-

рологическими факторами, связано количество транспирации, а следовательно, и величина урожая. Гидротермический коэффициент Селянинова, как и индекс сухости Будыко, рассчитанный по радиационному балансу для влажной поверхности, неточно выражает реальные условия транспирации, поэтому эти формы показателя увлажнения менее достоверны.

Нашими исследованиями (1948, 1961) раскрыта биологическая значимость показателя атмосферного увлажнения. При разработке агроклиматических показателей условий роста мы исходили из положения, по которому величины транспирации и испарения служат интегральным показателем взаимодействия растительных организмов со средой. Чем благоприятнее условия внешней среды, тем мощнее растение, больше урожай растительной массы и связанная с ней испаряющая поверхность листьев, а следовательно, выше и суммарное испарение. Для оценки условий роста необходима поэтому увязка урожая с суммарным испарением и транспирацией. В связи с этим было проведено специальное изучение их.

Данные исследований позволили количество транспирации и испарения выразить следующими эмпирическими формулами:

$$T = M\,(E - e)\,m; \quad fc = Mc\,(E - e),$$

где T — транспирация;

fc — суммарное испарение;

M — коэффициент скорости транспирации (количество транспирации, отнесенное к единице растительной массы и единице дефицита влажности воздуха);

Mc — коэффициент скорости суммарного испарения (суммарное испарение, отнесенное к единице растительной массы и единице дефицита влажности воздуха);

$(E - e)$ — дефицит влажности воздуха;

m — количество (урожай) растительной массы на единице площади, с которым связана величина испаряющей поверхности листьев.

Из приведенных формул:

$$m = \frac{T}{M(E-e)} \quad \text{и} \quad Mc = \frac{fc}{(E-e)}.$$

Согласно этим выражениям, при достаточном плодородии почвы и доступности питательных веществ скорость

накопления и количество растительной массы будут тем выше, чем больше водные ресурсы (влажность почвы, осадки), обусловливающие потенциальные возможности транспирации и испарения, и чем менее выражено напряжение метеорологических факторов испарения, характеризуемых дефицитом влажности воздуха ($E-e$).

Приведенные выражения, связывающие урожаи с испарением, транспирацией и метеорологическими факторами, аналогичны условию показателя атмосферного увлажнения $Md=\frac{P}{\Sigma(E-e)}$, если осадкам (P) придать значение потенциальной величины транспирации (T) или суммарного испарения (fc). Эта аналогия и служит основанием для оценки климатических условий роста по значениям показателя атмосферного увлажнения.

Для вычисления эмпирических значений коэффициента скорости испарения Mc, суммарное испарение fc определялось по условию:

$$fc=w+P+w_1,$$

где w — запасы влаги в корнеобитаемом слое почвы в начале данного периода;

P — количество осадков за период;

w_1 — запасы влаги в почве в конце периода.

Дефицит влажности воздуха определялся по температуре и влажности воздуха. Числовые значения коэффициента испарения Mc (см. рис. 18 и 19 на стр. 143, 144) связаны с величиной растительной массы (урожаем), накопление которой, в свою очередь, зависит от плодородия почвы и агротехники.

Таким образом, значения коэффициента суммарного испарения Mc сочетают в себе основные факторы роста: влажность почвы, влажность воздуха, осадки, температуру, а также учитывают влияние плодородия почвы и агротехники. Все это позволяет рассматривать коэффициент суммарного испарения Mc, а по аналогии и показатель атмосферного увлажнения $Md=\frac{P}{\Sigma(E-e)}$ как показатель не только комплекса климатических, но и в известной мере комплекса физико-географических условий роста *. Такое

* Более подробное рассмотрение показателя атмосферного увлажнения как показателя условий роста приведено в наших работах (1957, 1961).

толкование показателя атмосферного увлажнения обосновывается также взаимной обусловленностью и взаимозависимостью природных факторов и явлений. Указанным и раскрывается биологическая значимость показателя атмосферного увлажнения.

Раскрытие биологической значимости показателя увлажнения позволило нам определить связь значений его с урожаем ряда культур и, кроме того, обосновать агроклиматический показатель продуктивности климата (1958). Такой показатель вычислен нами по условию: $m = ПЛ$, где m — расчетная величина урожая, служащая для сравнительной оценки продуктивности климата;

$П$ — коэффициент продуктивности климата, или средняя величина урожая на 100° сумм температур при определенном показателе увлажнения;

$Л$ — индекс возможной продолжительности периода вегетации в виде сумм активных температур.

Приведенное условие было использовано нами для производственной оценки (бонитировки) климата (1962).

При применении показателя увлажнения для районирования территории необходимо установить, за какой период этот показатель лучше характеризует естественную производительность климата (получение урожая определенной величины).

Селянинов (1955) предпочитает пользоваться значениями показателя за отдельные месяцы теплого периода, так как, по его мнению, решающее значение для роста имеют не суммарные годовые его величины, а сезонные. Другие исследователи (Колосков, 1958) используют годовые величины показателя.

Нами установлено, что естественная производительность климата полнее отражается значениями показателя увлажнения, вычисленными по годовым осадкам и дефициту влажности воздуха. Это объясняется тем, что растения, особенно при хорошей агротехнике, потребляют влагу не только осадков периода вегетации, но и влагу, оставшуюся в почве от предшествующих посеву периодов. Вследствие этого значения показателя увлажнения, вычисленные по количеству осадков и дефициту влажности воздуха за годовой период, больше значений, вычисленных по данным за теплый период. Это иллюстрируется графиками соотношения таких значений показателя увлажнения (рис. 4.). Только в районах с муссонным климатом

показатель увлажнения за теплый период несколько выше годовых его значений. Преимущество годового показателя увлажнения обосновывается также близким количественным соотношением его значений и значений коэффициента

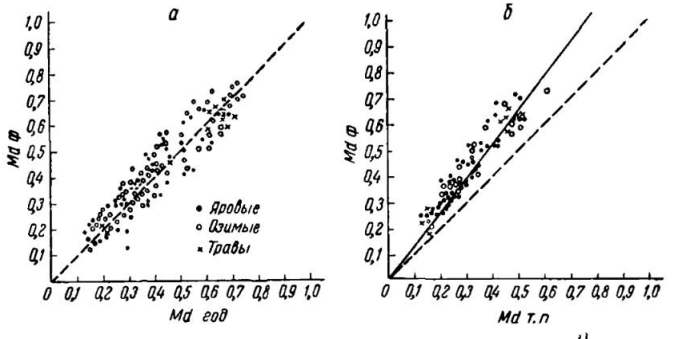


Рис. 4. Соотношение значений показателя увлажнения, вычисленных по фактическому испарению (Mdф) и по осадкам:
а — за год (Md год); б — за теплый период (Md т. п).

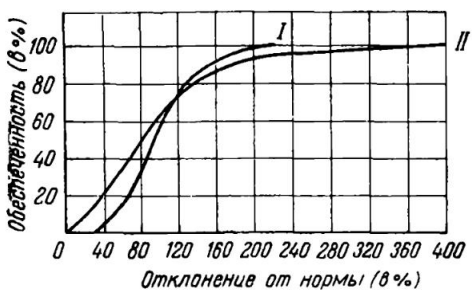


Рис. 5. Кривые обеспеченности показателя увлажнения в процентах от нормы (средней многолетней величины):
I — Md за год; II — Md за месяц.

суммарного испарения влаги с полей, занятых сельскохозяйственными культурами.

Показатель увлажнения за отдельные месяцы теплого периода не отражает расхода влаги на испарение с полей. Поэтому и оценка продуктивности климата по таким значениям показателя увлажнения будет менее достоверна, чем по годовым значениям.

Но и годовые значения показателя увлажнения дают только общее представление об увлажнении местности. Поэтому необходимо знать вероятность увлажнения. О вероятности различно увлажненных лет, месяцев, а по ним и сельскохозяйственных сезонов можно судить по разработанным нами графикам (рис. 5) и составленным по ним таблицам 21 и 22 (1962).

В климатических справочниках Гидрометслужбы не приводятся данные по дефициту влажности воздуха, необходимые для вычисления показателя увлажнения. Мы их определяли по среднемноголетней месячной температуре и абсолютной влажности воздуха, взятым из област-

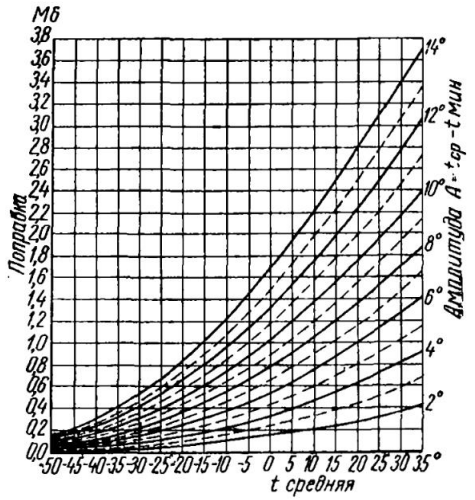


Рис. 6. График поправок месячных величин дефицита влажности воздуха, вычисленных по средним величинам месячной температуры и влажности воздуха.

ных климатических справочников Гидрометслужбы. Вычисленные по ним значения дефицита не соответствуют значениям, полученным по ежедневным наблюдениям в четыре срока, которые ближе к истинным. Требовалось определить поправку. Для этого был построен график связи поправки со средней месячной температурой и полуамплитудой между последней и средней из минимальных температур (рис. 6). Эта поправка более достоверна, чем

вычисленная по обычно применяемой формуле Ольдекона (1917). Расхождения между фактическими величинами дефицита по наблюдениям в четыре срока и величинами, вычисленными с учетом нашей поправки, обычно не превышают ±0,1—0,2 мб за месяц, а в среднем за год сводятся к нулю.

Для определения исправленных среднемесячных значений дефицита влажности воздуха можно пользоваться с достаточной точностью (±0,5 мб) и рисунком 7, которым значения дефицита, вычисленные по месячным величинам температуры и абсолютной или относительной влажности воздуха, непосредственно связываются со значениями по наблюдениям в четыре срока.

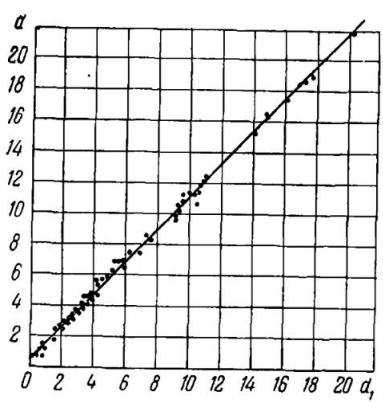


Рис. 7. Связь значений дефицита влажности воздуха без поправки (d_1) и с поправкой (d), вычисленных по средним месячным величинам температуры и влажности воздуха и по ежедневным определениям из наблюдений в четыре срока.

Уравнение прямой рисунка 7: $d=0{,}6+1{,}05d_1$, где d — значение дефицита влажности воздуха с поправкой; d_1 — значение дефицита влажности без поправки.

Разработанная нами шкала значений показателя увлажнения приведена в таблице 23. Построенная по ней картограмма влагообеспеченности растений представлена рисунком 8. Шкала обосновывается следующим.

Климатическая величина показателя увлажнения, равная 0,45, соответствует полосе сбалансированных годовых осадков и испарения (северная граница лесостепи), величина менее 0,15 — полосе, где земледелие без орошения нерационально (полупустыня, пустыня). Таким образом, величины показателя более 0,45 будут характеризовать влажную и избыточно влажную обстановку роста, в пределах 0,45—0,15 — обстановку роста в условиях недостаточного увлажнения и менее 0,15 — в сухих условиях.

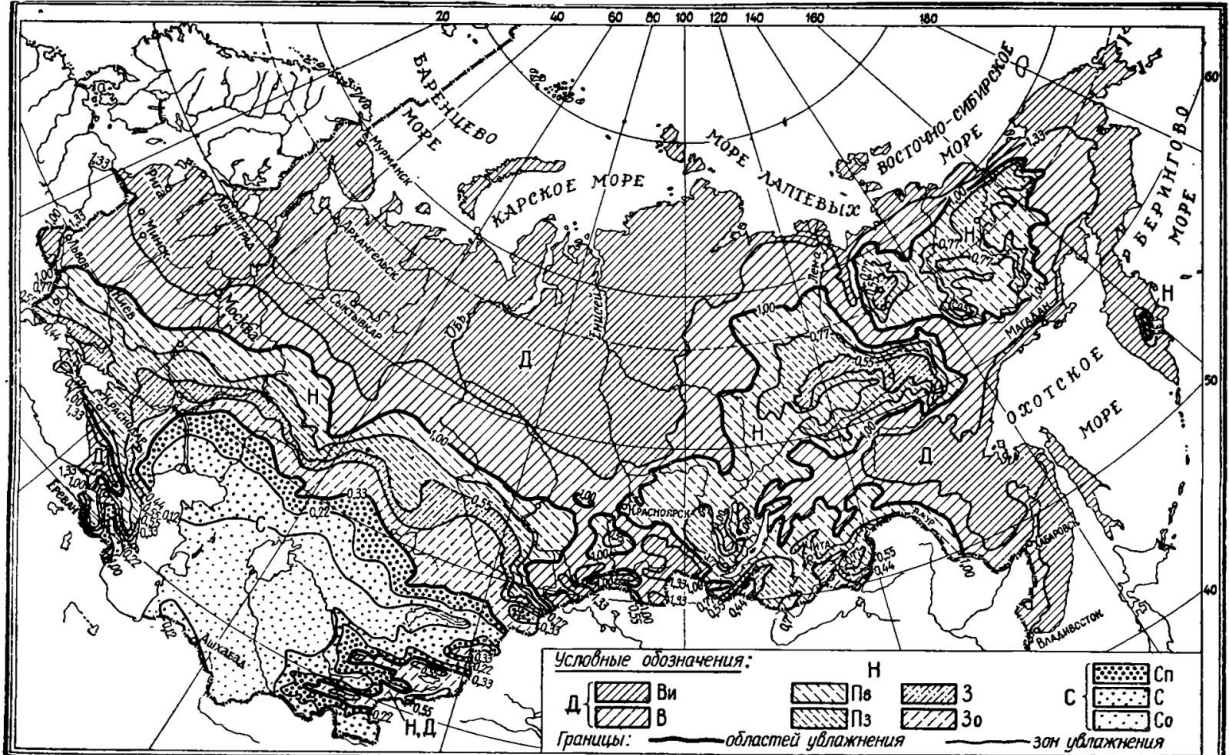


Рис. 8. Области и зоны обеспеченности растений влагой (подробную легенду см. в табл. 23).

Таблица 21

Вероятность различно увлажненных лет при разных среднегодовых значениях показателя увлажнения $\left(\frac{P}{\Sigma d}\right)$

Средняя величина показателя увлажнения за год	Зона увлажнения	Вероятность различно увлажненных лет (в %)					
		сухих	засушливых	полузасушливых	полувлажных	влажных	избыточно влажных
		показатель увлажнения					
		$\leqslant 0{,}15$	$0{,}15—0{,}25$	$0{,}25—0{,}35$	$0{,}35—0{,}45$	$0{,}45—0{,}60$	$\geqslant 0{,}60$
0,05	Сухая	100	0	0	0	0	0
0,10		92	8	0	0	0	0
0,15	Засушливая	57	40	3	0	0	0
0,20		25	54	19	2	0	0
0,25	Умеренно засушливая или полузасушливая	12	45	30	11	2	0
0,30		7	26	40	19	7	1
0,35	Умеренно влажная или полувлажная	3	20	34	25	16	2
0,40		2	11	25	30	24	8
0,45	Влажная	1	8	19	29	28	15
0,50		0	6	14	23	32	25
0,55		0	4	10	18	34	34
0,60	Избыточно влажная	0	3	8	14	32	43
0,65		0	2	6	12	27	53
0,70		0	1	5	10	20	64
0,75		0	0	4	9	17	70
0,80		0	0	3	8	14	75
0,85		0	0	2	7	12	80
0,90		0	0	1	6	11	82
0,95		0	0	0	5	10	85
1,00		0	0	0	4	9	87

Территория недостаточного увлажнения при показателе увлажнения 0,45—0,35 характеризуется как полувлажная (лесостепь), в пределах 0,35—0,25 как полузасушливая (типичная степь на обыкновенных черноземах)

Таблица 22

Вероятность различно увлажненных месяцев при различных средних значениях показателей увлажнения $\left(\frac{P}{\Sigma d}\right)$

Средняя величина показателя увлажнения за месяц	Вероятность различно увлажненных месяцев (в %)					
	сухих	засушливых	полузасушливых	полувлажных	влажных	избыточно влажных
	показатель увлажнения					
	<0,15	0,15—0,25	0,25—0,35	0,35—0,45	0,45—0,60	>0,60
0,05	98	2	0	0	0	0
0,10	80	16	4	0	0	0
0,15	63	22	10	3	2	0
0,20	45	28	13	8	4	2
0,25	34	29	14	10	8	5
0,30	27	24	21	8	10	10
0,35	21	21	21	11	12	14
0,40	17	18	19	13	13	20
0,45	15	15	18	15	12	25
0,50	13	13	15	15	19	25
0,55	11	10	16	13	16	34
0,60	10	9	13	13	18	37
0,70	8	9	9	10	17	47
0,80	7	8	7	8	15	55
1,00	5	6	6	7	10	66
1,20	4	4	5	5	8	74

и в пределах 0,25—0,15 как засушливая (степь на южных черноземах и темно-каштановых почвах).

Для обоснования значений показателя увлажнения, характеризующих влажную и избыточно влажную обстановку роста и соответствующие зоны увлажнения, мы, кроме наложения карт зон увлажнения на природные зоны, принимали во внимание и другие соображения.

Показатель увлажнения 0,45, изолиния которого является северной границей лесостепи, соответствует примерно коэффициенту испарения ($Д$) в формуле испарения с водной поверхности $f = Д\,(E-e)$ при средних, то есть наиболее частых, скоростях ветра (2—3 м/сек).

Согласно экспериментальным исследованиям, испарение с переувлажненной поверхности почвы идет примерно с такой же скоростью, как с водной. Поэтому можно полагать, что коэффициент $Д=0,45$ соответствует испарению в условиях достаточного увлажнения.

Таблица 23

Шкала классификации климата по условиям влагообеспеченности

Области и подобласти по типам годового увлажнения	Зоны увлажнения (и соответствующие им природные зоны в умеренном поясе в местах с хорошо выраженной широтной зональностью)	Значения показателя увлажнения в форме отношения			Вероятность различно увлажненных лет (в %)					
		$\frac{P}{\Sigma d}$	$\frac{P}{f}$	$\frac{f}{P}$	сухих	засушливых	полузасушливых	полувлажных	влажных	избыточно влажных
Д. Область достаточного увлажнения (осадки превышают испаряемость или возможное испарение)	*Ви*. Избыточно влажная (тайга преимущественно на глеево-подзолистых почвах)	>0,60	>1,33	<0,75	0	1	5	10	20	64
	В. Влажная (тайга и лиственные леса на подзолистых и бурых лесных почвах)	0,60—0,45	1,33—1,00	0,75—1,00	0	5	12	21	32	30
И. Область недостаточного увлажнения (осадки меньше испаряемости) Подобласти:										
а) слабозасушливая	*Пв*. Полувлажная (лесостепь)	0,45—0,35	1,00—0,77	1,00—1,28	2	11	25	30	24	8

Продолжение

Области и подобласти по типам годового увлажнения	Зоны увлажнения (и соответствующие им природные зоны в умеренном поясе в местах с хорошо выраженной широтной зональностью)	Значения показателя увлажнения в форме отношения			Вероятность различно увлажненных лет (в %)					
		$\frac{P}{\Sigma d}$	$\frac{P}{f}$	$\frac{f}{P}$	сухих	засушливых	полузасушливых	полувлажных	влажных	избыточно влажных
б) засушливая	*Пз.* Полузасушливая (типичная степь на обыкновенных черноземах)	0,35—0,25	0,77—0,55	1,28—1,80	7	26	40	19	7	1
	З. Засушливая (степь на южных черноземах)	0,25—0,20	0,55—0,44	1,80—2,25	18	50	25	6	1	0
	Зо. Очень засушливая (степь на темно-каштановых почвах)	0,20—0,15	0,44—0,33	2,25—3,00	41	47	11	1	0	0
С. Область незначительного увлажнения (испаряемость значительно превышает осадки, земледелие возможно только при искусственном орошении и за счет стока местных вод)	*Сп.* Полусухая (полупустыня на светло-каштановых почвах)	0,15—0,10	0,33—0,22	3,00—4,50	75	24	1	0	0	0
	С. Сухая (пустыня на бурых почвах)	0,10—0,05	0,22—0,12	>4,50	96	4	0	0	0	0
	Со. Очень сухая (пустыня на серо-бурых почвах)	<0,05	<0,12	—	100	0	0	0	0	0

Примечание. P — осадки за год: Σd — сумма среднесуточных значений дефицита влажности воздуха за год; f — испаряемость за год, вычисленная по формуле $f = 0{,}45\,\Sigma d$.

Большие величины показателя увлажнения указывают на значительные потери влаги атмосферных осадков на сток и инфильтрацию, ведущую к заболачиванию почв. Следует отметить, что в местах со слабым стоком (или его отсутствием) переувлажнение и заболачивание почвы может происходить не только на территории с достаточным, но и недостаточным увлажнением — в полувлажной и даже полузасушливой зоне. Здесь причиной переувлажнения почвы являются не испарительные возможности местности, а накопление грунтовых вод, особенно в результате таяния снега. Это особенно характерно для ряда мест Западной Сибири с недостаточным годовым увлажнением.

Равенство показателя атмосферного увлажнения и коэффициента испарения при средних скоростях ветра на северной границе лесостепи подтверждает мнение о том, что на этой границе количество годовых осадков равно количеству годового испарения.

Во влажной зоне количество осадков за год превышает годовую испаряемость. Но за основной период вегетации с температурой воздуха выше 10°, как видно из анализа средних месячных значений показателя увлажнения, испаряемость остается выше осадков за исключением районов с муссонным климатом. Превышение испаряемости над осадками за теплый период при обратном их соотношении за год и является признаком влажной зоны.

В избыточно влажной зоне не только за год, но и за теплый период осадки превышают испаряемость.

Влажная зона отделена от избыточно влажной изолинией показателя увлажнения за год 0,60. Такая величина показателя, согласно рисунку 4 (стр. 88), соответствует аналогичному значению, вычисленному по фактическому испарению за вегетационный период и величине показателя 0,45, вычисленной по количеству осадков только за теплый период.

Некоторые авторы утверждают, что природные зоны, особенно зоны области недостаточного увлажнения, ограничиваются изолиниями показателя атмосферного увлажнения. Детальный анализ географического распределения значений показателя увлажнения показывает, что такое утверждение не совсем точно. В действительности наблюдается переплетение, а местами некоторое отклонение изолиний показателя увлажнения от границ природных зон.

Это объясняется не несовершенством показателя атмосферного увлажнения, а условиями рельефа, определяющими местное перераспределение почвенной влаги, а также физическими и химическими свойствами почвогрунтов, влияющими на почвообразовательный процесс. Отклонение изолиний показателя увлажнения от границ природных зон определяется также степенью континентальности климата и соотношением продолжительности теплого и холодного периодов года. По этой причине в азиатской части СССР условия для произрастания леса создаются при меньших значениях показателя увлажнения, чем в европейской части. Для районов же вечной мерзлоты, аналогичных по увлажнению лесостепной и даже степной зонам (Якутия, Забайкалье и др.), характерно уже господство лесной растительности. Степные и лесостепные явления в этих областях недостаточного годового увлажнения встречаются в ограниченных местах.

О сближении границ природных зон и зон увлажнения можно говорить только относительно областей недостаточного и незначительного увлажнения. В областях достаточного увлажнения природные зоны соответствуют примерно температурным полосам и ограничиваются изолиниями сумм температур.

На основании изложенного (о признаках зон увлажнения и особенностях режима увлажнения) остановимся на некоторых спорных вопросах. По нашему мнению, Б. П. Колесников, Ю. А. Ливеровский и В. В. Никольская (1961) Зейско-Буреинскую и Приханкайскую равнины, входящие в муссонную область достаточного увлажнения, неправильно относят к зоне лесостепи. Поэтому не обоснованы и их рекомендации об использовании здесь «классического опыта лесостепного сельского хозяйства». Как уже отмечалось, для лесостепи характерно некоторое превышение годовой испаряемости над осадками. Недостаточно влажные годы здесь более вероятны (68%), чем достаточно влажные (32%). Для равнин Дальнего Востока характерно обратное. Здесь количество годовых осадков превышает испаряемость на 100—150 мм и более, а в летние месяцы создается избыточное увлажнение, тогда как для обычных лесостепных районов европейской территории СССР и Сибири характерны засушливые и полузасушливые условия роста. На территории указанных равнин вероятность недостаточно влажных лет составляет

только 38%, а достаточно влажных — 62%. В этих районах основные мероприятия должны быть направлены на устранение избыточного увлажнения почвы, создаваемого в период муссонных дождей.

Указанные равнины Дальнего Востока ни по каким климатическим показателям не могут быть отнесены к лесостепной зоне. Обезлесенность и наличие черноземовидных почв на этих равнинах следует объяснять другими причинами. Здесь, видимо, большое значение имеет резкая континентальность климата, большая длительность и малоснежность зимы с очень низкими температурами. Эти условия при избыточном увлажнении территории определяют специфику биологического круговорота веществ и почвообразовательных процессов, обусловливающих характерный для этой территории тип черноземовидных почв, но не лесостепного ряда, а ряда луговых почв с положительным водным балансом, при котором осадки превышают возможное испарение.

На карте почвенно-географического районирования СССР (Е. И. Иванова, П. А. Летунов, Н. Н. Розов и др., 1962) к лесостепной зоне отнесена территория Западной Украины в районе Львов — Черновицы с соотношением годовых осадков и испаряемости несколько больше единицы, то есть с соотношением, характерным для влажной лесной зоны. Некоторые исследователи (Попов, 1958) это оспаривают, так как для этих мест характерно превышение количества осадков над испаряемостью. Учет отмеченного выше закономерного увеличения показателя увлажнения данной природной зоны по мере ослабления континентальности климата и удлинения теплого периода объясняет наличие лесостепных явлений в рассматриваемых районах Западной Украины. Эти явления в подобных условиях можно, видимо, связывать и с рельефом, перераспределяющим влагу, а также с характером почвогрунтов. Указанную территорию Западной Украины есть основание отнести к провинции лесостепи с несколько повышенным годовым атмосферным увлажнением.

Приведенными примерами подчеркивается необходимость при почвенных и геоботанических исследованиях более строгого учета и умелого использования климатических и биоклиматических показателей, особенно показателя атмосферного увлажнения в форме отношения осадков к испаряемости или факторам испарения.

УСЛОВИЯ ПЕРЕЗИМОВКИ РАСТЕНИЙ

Неблагоприятные зимние условия приводят к повреждениям и гибели зимующих сельскохозяйственных культур. У древесных плодовых и некоторых ягодных повреждаются надземные и подземные органы, у травянистых — озимой ржи, пшеницы, ячменя, многолетних трав — только подземные органы. В соответствии с этим необходимо пользоваться агроклиматическими показателями, отражающими условия зимования указанных групп растений.

Для древесных культур наибольшее значение имеет температура воздуха зимой. В качестве показателей условий зимования принимают абсолютный минимум температуры, средние из абсолютных минимумов, средние из минимальной температуры, среднемесячные величины температуры.

Селянинов (1928) связывает возможность возделывания субтропических культур со средней температурой из абсолютных минимумов — 10°. Сапожникова (1958) характеризует суровость зимы также по средним величинам из абсолютных минимумов и с их градациями связывает перезимовку разных растений.

Различные температурные показатели корреляционно связаны между собой и в некоторой мере могут быть заменены одни другими в местах с однородными условиями климата.

Для характеристики суровости зимы мы используем среднюю температуру наиболее холодного месяца. Этот показатель выражает температурное воздействие за длительный период, вследствие чего с ним лучше связаны ареалы экологических типов зимующих культур. Пользуясь средней температурой наиболее холодного месяца, мы составили шкалу степени суровости зимы (табл. 24), которая легла в основу нашего районирования территории по суровости зимы.

Повреждение и гибель растений группы травянистых культур (озимые, многолетние травы) происходят от вымерзания, выпревания, вымокания, механических воздействий.

В определенных природных зонах за общий показатель условий зимования полевых культур может быть принято соотношение температуры воздуха и высоты снегового

Таблица 24

Шкала классификации климата по суровости зимы

Тип суровости зимы	Подтип суровости зимы		Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца (в °)	Возможность перезимовки сельскохозяйственных культур
	обозначение	название		
Теплая	T^1	Очень теплая	Выше 10	Субтропические многолетники
	T^2	Теплая	10—5	То же
Мягкая	M^1	Очень мягкая	5—0	То же, но более холодостойкие формы — лавр, инжир, чай (в местах с температурой наиболее холодного месяца 2—3°), виноград без укрытия на зиму
	M^2	Мягкая	0—5	Грецкий орех, персик, абрикос, южные сорта яблонь и груш
	M^3	Умеренно мягкая	—5—10	Среднехолодостойкие сорта яблонь, груш, холодостойкие сорта абрикосов
Холодная	X^1	Умеренно холодная	—10—15	Мичуринские и среднерусские сорта яблонь и груш, вишня, слива, абрикос более холодостойких сортов
	X^2	Холодная	—15—20	Яблони полукультурки, местные сорта груш, слив, вишни, стланцевые формы яблонь и груш среднерусских мичуринских сортов, виноград прикопочный
	X^3	Очень холодная	—20—25	Яблони ранетки и полукультурки зимостойких сортов, местные сорта сливы, вишни войлочной, канадской, стланцевые формы крупноплодной яблони и груши с прикопкой

Продолжение

Тип суровости	Подтип суровости зимы		Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца (в °)	Возможность перезимовки сельскохозяйственных культур
	обозначение	название		
Суровая	C^1	Умеренно суровая	—25—30	Яблони ранетки и полукультурки более зимостойких сортов, уссурийская груша, стланцевые формы крупноплодной яблони зимостойких сортов с прикопкой
	C^2	Суровая	—30—35	Яблони ранетки наиболее зимостойких сортов, уссурийская груша, стланцевые полукультурные и крупноплодные яблони наиболее зимостойких сортов с прикопкой
	C^3	Очень суровая	—35—40	То же, с применением специальной агротехники
Жестокая	$Ж^1$	Жестокая	—40—45	То же
	$Ж^2$	Очень жестокая	Ниже —45	» »

покрова, которыми определяется температура почвы на глубине узла кущения.

В свое время мы провели исследования по установлению зависимости температуры на глубине узла кущения от высоты и плотности снегового покрова. Такая температура является прямым показателем условий перезимовки растений.

А. М. Шульгин (1959), обобщив материалы агрометеорологических наблюдений за температурой почвы на глубине узла кущения и состоянием озимых, отмечает, что критическая температура для большинства сортов озимой пшеницы составляет —15—16°, озимой ржи —18—20°. В некоторые годы при хорошей закалке озимых с осени и в районах, благоприятных для закалки, нижний предел критической температуры лежит значительно ниже.

Наиболее благоприятные условия для перезимовки озимых и многолетних трав создаются на территории со

средней температурой почвы из абсолютных минимумов на глубине узла кущения выше —12°. Здесь почти во все зимы (более 80%) минимальная температура почвы на глубине узла кущения бывает в пределах оптимальной для перезимовки озимых (от—5 до—15°). В некоторые зимы температура бывает выше и ниже оптимальной, что вызывает частичные повреждения озимых вследствие выпревания или вымерзания. В крайних западных районах европейской части СССР озимые повреждаются только от выпревания и вымокания.

На территории, ограниченной изолиниями температуры на глубине узла кущения —12—16°, повреждения озимых возможны в ряде лет. Вероятность критической температуры —16° и ниже составляет около 50% и ниже —20°—5—20%. Для предотвращения вымерзания культур здесь необходимо снегозадержание на полях и возделывание зимостойких сортов.

На территории с температурой на глубине узла кущения ниже —16° создаются неблагоприятные условия для перезимовки озимых и многолетних трав. При искусственном снегонакоплении здесь можно возделывать отдельными очагами только наиболее зимостойкие сорта озимой ржи. Это относится и к районам Восточной Сибири и Дальнего Востока с вечной и длительной сезонной мерзлотой, где температура на глубине узла кущения бывает ниже —20°. При такой температуре возделывание озимой ржи и многолетних трав при снегозадержании

Таблица 25

Шкала снежности зимы

Снежность зимы (по Колоскову, 1958)	Высота снегового покрова (в см)		Температура наиболее холодного месяца, обеспечивающая перезимовку озимых
	третья декада февраля	средняя из максимальных высот	
Бесснежная (*а*)	<5	<10	—9
Очень малоснежная (*б*) . .	5—10	10—15	—9—11
Малоснежная (*в*)	10—20	15—25	—11—14
Умеренно снежная (*г*) . . .	20—40	25—45	—14—22
Достаточно снежная (*д*) . .	40—60	45—65	—22
Многоснежная (*е*)	>60	>65	—22

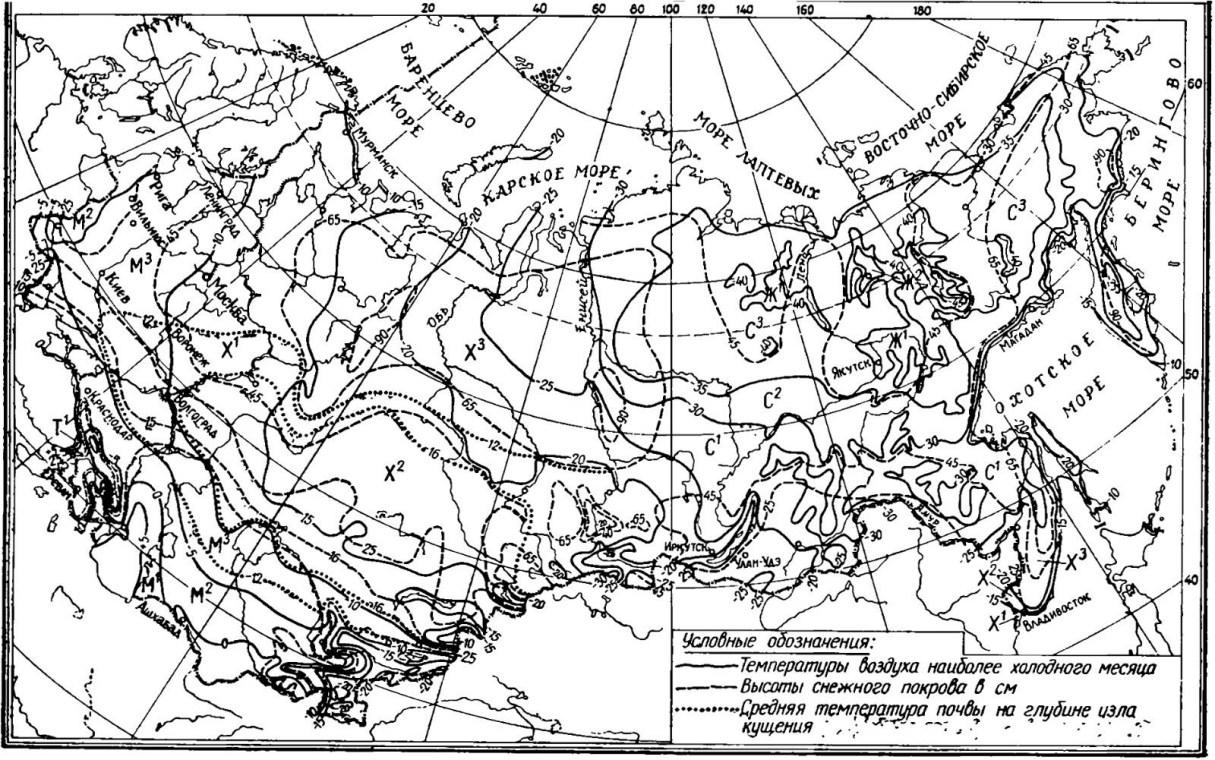


Рис. 9. Снежность и суровость зимы (подробную легенду см. в табл. 24, 25).

обеспечивается благодаря благоприятным условиям закалки.

По указанным показателям перезимовки древесных и травянистых культур проведено агроклиматическое районирование СССР (рис. 9). На картограмме показано также распределение снегового покрова, с которым связана перезимовка растений.

Для агроклиматической оценки снежности зимы нами дополнена и принята следующая шкала (табл. 25), разработанная Колосковым.

КОНТИНЕНТАЛЬНОСТЬ КЛИМАТА

Одна из важнейших особенностей климата — его континентальность. В качестве показателя степени континентальности обычно берется годовая амплитуда температуры в форме процентов от максимальной или средней ее величины для данной широты. Однако сельскохозяйственное значение показателя континентальности климата только в форме процентов неясно. Для оценки степени континентальности может быть использован и ряд других климатических показателей, сельскохозяйственное значение которых очевидно. В умеренном поясе довольно чувствительными показателями континентальности являются, во-первых, продолжительность вегетационной весны (5—15°) и вегетационной осени (15—5°), а также общая продолжительность весны и осени, во-вторых, отклонения дат наступления и окончания заморозков от дат наступления и окончания основного периода вегетации (дат перехода температуры воздуха через 10°), а также отклонения продолжительности безморозного периода вегетации от основного.

Чем континентальнее климат, тем суше воздух и быстрее нарастание температуры весной и падение ее осенью, тем короче эти сезоны. При коротких сезонах сев (яровых весной и озимых осенью) надо проводить в сжатые сроки. С усилением континентальности возрастает разрыв между продолжительностью безморозного и основного периодов: в местах слабоконтинентальных безморозный период значительно длиннее основного и короче его в местах очень континентальных. Соотношение продолжительности безморозного и основного периодов вегетации указывает на степень морозоопасности. Территории с положитель-

Таблица 26

Шкала классификации климата по континентальности

Тип континентальности	$K=\frac{A\cdot 100}{0{,}33\varphi}$	По продолжительности весны и осени			По отклонениям безморозного периода от основного	
		тип продолжительности сезонов	продолжительность каждого сезона (в днях)	общая продолжительность сезонов (в днях)	тип морозоопасности местности	величина отклонения (в днях)
Океанический (*О*)	<100	Наиболее длинный (*Н*)	>60	>120	Неморозоопасная (*Мн*)	> +20
Слабоконтинентальный (*Сл*)	100—130	Очень длинный (*До*)	54—60	108—120	Слабоморозоопасная (*Мсл*)	От +10 до +20
Умеренно континентальный (*У*)	131—165	Длинный (*Д*)	48—53	96—107	Умеренноморозоопасная (*Му*)	От +9 до 0
Среднеконтинентальный (*С*)	166—205	Средней продолжительности (*С*)	43—47	86—95	Среднеморозоопасная (*Мср*)	От 0 до —10
Очень континентальный (*Ок*)	206—250	Короткий (*К*)	38—42	76—85	Очень морозоопасная (*Мо*)	От —11 до —20
Резкоконтинентальный (*Р*)	>250	Очень короткий (*Ко*)	<38	<76	Наиболее морозоопасная (*Мнб*)	< —20

ными отклонениями отличаются меньшей морозоопасностью. Чем больше положительные отклонения, тем благоприятнее температурные условия для произрастания плодовых и овощных культур. В местностях с отрицательными отклонениями очень важно выбирать под плодовые и овощные культуры менее морозоопасные местоположения — водоразделы, склоны, места вблизи водоемов, продуваемые широкие долины рек и др.

Для характеристики степени континентальности климата мы приняли три показателя: годовую амплитуду температуры, выраженную в процентах от средней планетарной величины; продолжительность вегетационной весны и осени; величину среднего отклонения безморозного периода от основного.

По амплитуде температуры взят показатель, предложенный Н. Н. Ивановым в форме $K = \frac{A \cdot 100}{0{,}33\varphi}$, где A — годовая амплитуда температуры из среднемесячных ее величины; φ — широта местности.

По идее автора величина показателя в 100% обозначает уравновешенное влияние континентов и океанов на климат. Величины менее 100% указывают на преобладание океанических, а более 100% на преобладание континентальных влияний.

На территории СССР по этому показателю преобладают континентальные влияния. Величины показателя (K) колеблются примерно от 100 до 300%. Этот диапазон колебаний подразделен на 5 частей со ступенями в 30, 35, 40, 45% и более. В соответствии с этим выделено пять континентальных климатов и один океанический (табл. 26). На столько же частей разделен и диапазон колебаний продолжительности весны и осени, а также диапазон отклонений продолжительности безморозного периода от основного. Таким образом, согласно таблице 26, для слабоконтинентального климата характерны очень длинные весна и осень и слабая морозоопасность. По мере усиления континентальности весенний и осенний сезоны сокращаются, а морозоопасность увеличивается. Для резкоконтинентального климата характерны наиболее короткие весенний и осенний сезоны и наибольшая морозоопасность.

Приведенные в таблице 26 три вида показателей корреляционно связаны между собой. Взаимосвязь их особенно выдерживается в местах, не испытывающих непо-

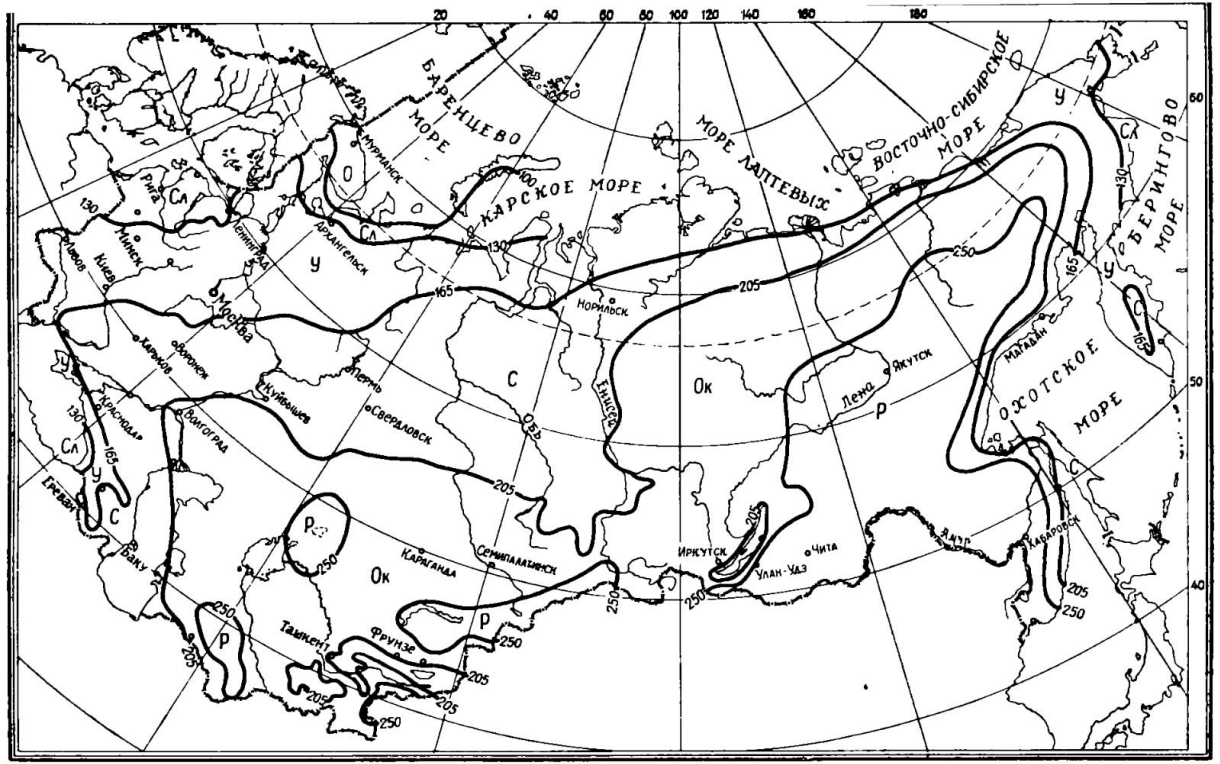


Рис. 10. Континентальность климата СССР (по Н. Н. Иванову):

О — океанический (<100); *Сл* — слабоконтинентальный (100—130); *У* — умеренно континентальный (130—165); *С* — среднеконтинентальный (165—205); *Ок* — очень континентальный (205—250); *Р* — резкоконтинентальный (>250).

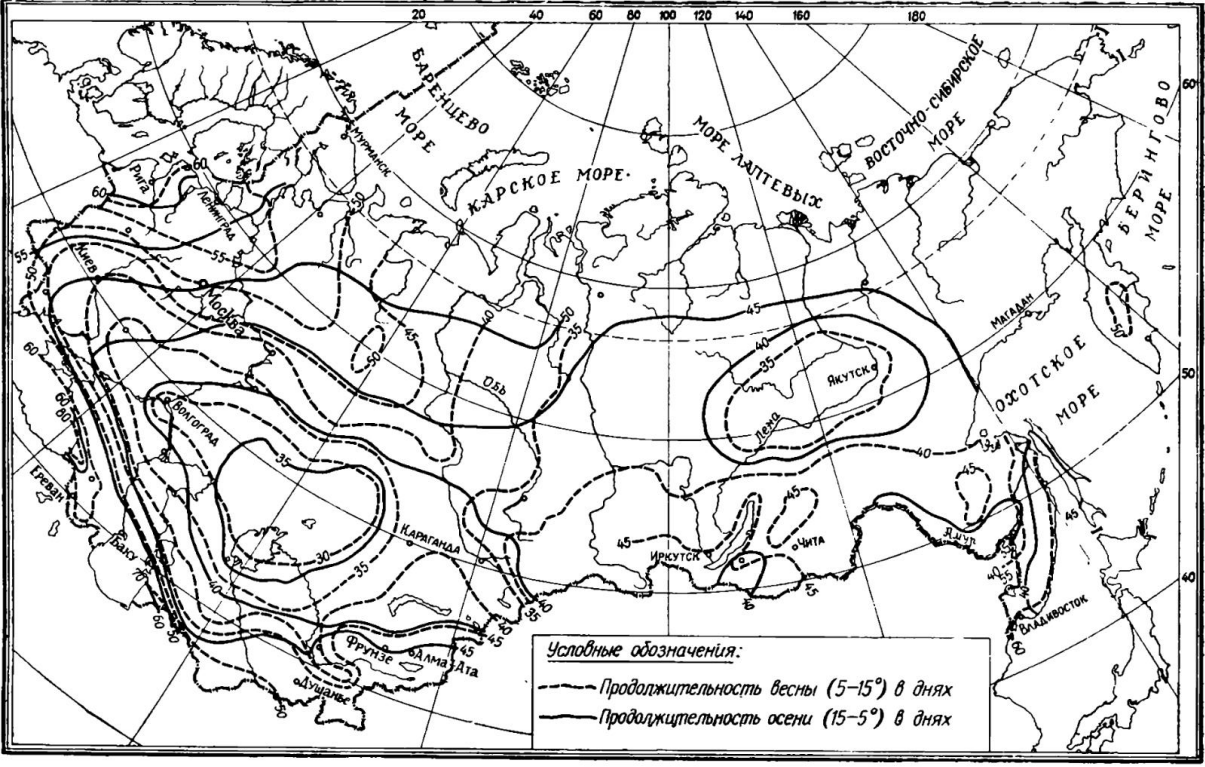


Рис. 11. Продолжительность весны и осени.

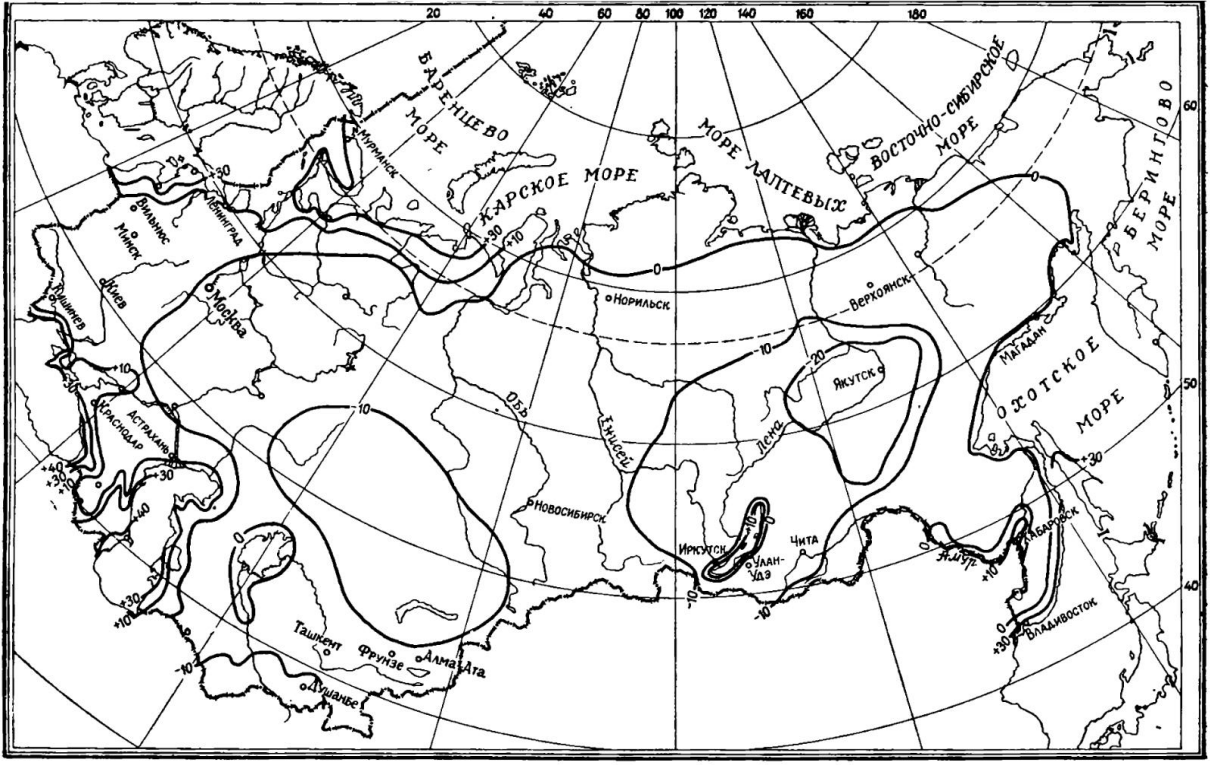


Рис. 12. Отклонение безморозного периода от основного.

средственного влияния крупных водоемов. На морских побережьях и побережьях крупных озер соответствие показателей нарушается в сторону значительного превышения продолжительности весны и осени и отклонений безморозного периода от основного против величин, указанных в таблице 26.

Районирование территории СССР по признаку континентальности приведено на рисунке 10. На рисунках 11 и 12 показано распределение дополнительных показателей континентальности климата — продолжительности вегетационной весны и осени, а также отклонение безморозного периода от основного.

Глава III

БОНИТИРОВКА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ (КЛИМАТИЧЕСКИХ) УСЛОВИЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Производительность земледельческого труда во многом зависит от природных и экономических условий. В связи с этим возникает необходимость в сравнительной оценке биологической продуктивности природных условий и оценке экономической эффективности затрат на производство сельскохозяйственных продуктов в различных природных и хозяйственных условиях.

Оценка продуктивности природных условий, выраженная в сопоставимых количественных показателях (обычно баллах), составляет предмет их бонитировки, а оценка эффективности затрат в определенных природных и хозяйственных условиях, выраженная также в сопоставимых показателях, составляет предмет экономической оценки.

На основе бонитировки и экономической оценки природных условий должны строиться научное планирование объемов производства сельскохозяйственных продуктов и их заготовок, разрабатываться специализация сельского хозяйства, мелиоративные и агротехнические мероприятия, устанавливаться закупочные цены и др.

В настоящее время предложен ряд способов сравнительной оценки природных условий и эффективности затрат. Способы оценки природных условий связаны с понятиями бонитировки почвы, климата, угодий, а способы оценки эффективности затрат — с понятием экономической оценки земли.

Остановимся на некоторых работах, посвященных бонитировке и экономической оценке природных условий, дающих представление о современном состоянии этого вопроса.

Работы по бонитировке почвы в настоящее время ведутся под научно-методическим руководством Почвенного института имени В. В. Докучаева. В основу методики, разработанной этим институтом, положена сравнительная

оценка урожайности в балловой системе на фоне примерно однородной агротехники (госсортоучастки, колхозы и совхозы).

Шкала бонитетов строится применительно к группам ведущих культур — зерновых, технических, кормовых. При этом за 100 баллов повсеместно принимается средняя урожайность в СССР основных сельскохозяйственных культур за последние 10 лет. По зерновым культурам за 100 баллов берется урожай 20 ц с 1 га для передовых хозяйств и сортоучастков, 10 ц с 1 га — для колхозов и совхозов. Устанавливается относительная урожайность культур (в баллах) на разных почвах, а затем определяется средневзвешенный на посевную площадь балл, который и служит бонитировочным баллом данной почвы.

Недостаток методики — несопоставимость вычисленных по ней баллов применительно к разным экологическим и хозяйственным типам культур. Так, по зерновым при средней урожайности 20 ц с 1 га цена одного балла 0,2 ц (20 : 100), или примерно 0,2 ц кормовых единиц; по картофелю при средней урожайности 214 ц с 1 га цена одного балла 2,14 ц, или 0,7 ц кормовых единиц, что примерно втрое больше, чем по зерновым. Таким образом, по методике взвешиваются неэквивалентные и поэтому несопоставимые величины баллов, что искажает оценку почвы.

Цена одного балла каждой культуры должна быть одинаковой. Для этого за 100 баллов следует принимать определенную величину продуктивности. При агротехнике на уровне сортоучастков мы за 100 баллов принимаем 30 ц с 1 га кормовых единиц, что соответствует примерно 20 ц с 1 га зерна и 30 ц с 1 га соломы.

Сравнительная оценка почв в зональном разрезе по одной культуре или группам экологически однородных культур также недостаточна, так как однородные культуры по своим биологическим возможностям не повсеместно полностью используют природные, в частности, тепловые ресурсы. Баллы, установленные по таким культурам, мало колеблются по всей территории СССР, что подтверждается данными балловой оценки почв по урожайности зерновых культур без кукурузы, по которой одинаковую оценку получают почвы Северного Кавказа и Прибалтийских республик, черноземной и нечерноземной полосы и т. д. Это явно не характеризует действи-

тельное плодородие почв. Методика не предусматривает оценку потенциальной продуктивности почв.

В методике Почвенного института важной является рекомендация об использовании для бонитировки почв агропроизводственных их свойств (содержание гумуса, кислотность, механический состав и др.), коррелирующих с урожайностью. Эта сторона вопроса развита прежде всего в работах В. В. Докучаева (1960) и ряда почвоведов, в частности Ф. Я. Гаврилюка (1959), Н. Н. Благовидова (1960).

Способы бонитировки почв, основанные на учете их агропроизводственных свойств, имеют региональное значение. Ими следует пользоваться наряду со способами, основанными на применении общесоюзных шкал бонитировки.

К настоящему времени предложены способы сравнительной оценки (бонитировки) природных условий сельского хозяйства по климатическим факторам. Они предусматривают оценку как фактической, так и потенциальной биологической продуктивности природных условий. В этом отношении большой методический интерес представляет исследование Колоскова (1963). За критерий биологической продуктивности земли автор принимает биоклиматический потенциал (*БКП*), синтезирующий в себе биологическую продуктивность климата в составе элементов температуры и влаги.

В оценке роли температуры Колосков исходит из предпосылки, по которой скорость роста (образование и накопление органического вещества) и скорость развития (прохождение фаз) примерно пропорциональны положительной температуре в степени $^3/_2$. Автор поэтому полагает, что при достаточном увлажнении максимальный биоклиматический потенциал данной местности характеризуют суммы температур в степени $^3/_2$. Для практического пользования им вычислены суммы степенных значений среднемесячных положительных температур, которые уменьшены затем в 100 раз. Полученные таким образом относительные величины сумм и служат для сравнительной оценки максимального биоклиматического потенциала. Эти величины колеблются примерно от 1 на северной границе распространения леса до 9 — на южной границе СССР и до 20 — на экваторе. Это значит, что относительная потенциальная биологическая продуктивность возрастает соответственно в 9 и 20 раз.

Биоклиматический потенциал при естественном (фактическом) увлажнении (*БКП*) представляет произведение величины максимального потенциала (*БКПм*) на относительный показатель (коэффициент) биологической продуктивности (*К*). Последний равен, по Колоскову, отношению показателя годового атмосферного увлажнения к величине показателя на границе максимального (избыточного) увлажнения, то есть $K = \frac{W}{Wm}$.

Способ определения биоклиматического потенциала, предложенный Колосковым, имеет некоторые недостатки. Сумма степенных значений температуры преувеличивает биоклиматический потенциал, особенно в южных широтах. Потенциальные возможности накопления биомассы определяются поступлением тепла солнечной радиации. А так как суммы активных температур пропорциональны радиационному балансу, то и потенциальное накопление биомассы будет пропорционально не степенным значениям температуры, а суммам активных температур. Это подтверждается сопоставлением величин валового прироста древесины леса и сумм активных температур для территории с достаточным увлажнением (табл. 27).

Согласно данным таблицы 27, величины соотношения сумм активных температур и валового прироста примерно одинаковые.

Таблица 27

Валовой прирост древесины (в куб. м на 1 га) *

Страна	Суммы активных температур выше 10° (в°)	Валовой прирост древесины (в куб. м на 1 га)	Соотношение	
			сумм температур	валового прироста
Финляндия	1 400	2,0	1,0	1,0
ФРГ и ГДР	2 200	3,0	1,6	1,5
Швеция	1 800	2,8	1,3	1,4
Великобритания	2 200	3,2	1,6	1,6
Тропическая Африка, Руанда-Урунди	10 000	11,1	7,0	5,6
Уругвай	7 000	10,7	5,0	5,3
Пуэрто-Рико	8 500	9,8	6,0	5,0

* География лесных ресурсов земного шара. Сокращенный перевод с английского, под ред. П. В. Васильева и П. Б. Випперa, М., 1960.

Говоря о показателе биологической продуктивности, следует заметить, что он вычислен Колосковым на основе прямолинейной, а не криволинейной зависимости. Прямолинейная зависимость не может выражать закономерность изменения урожайности. Ее приблизительно выражает, как отмечает и сам автор, логарифмическая кривая. Поэтому вычисленные им величины биоклиматического потенциала неточны.

Разработанный нами (1962) способ бонитировки природных условий по климатическим факторам в баллах фактической и потенциальной продуктивности близок к способу Колоскова. Различия заключаются в предпосылках определения показателей оценки. Мы считаем, что максимальная биологическая потенциальная продуктивность определяется суммами активных температур. Относительный показатель (коэффициент) биологической продуктивности мы брали по данным фактической урожайности зерновых в условиях различного увлажнения.

Papadacis (1952), пользуясь эмпирическими данными, определил величины ростового индекса в зависимости от продолжительности дня, показателя атмосферного увлажнения и температуры. При достаточном увлажнении показатель колеблется примерно от 1 на северной границе леса до 10 на экваторе, то есть примерно пропорционально суммам активных температур.

С. А. Сапожникова (1963) биологическую продуктивность характеризует по расчетным величинам урожайности зерновых, используя данные госсортоучастков. Расчетная урожайность определялась по предложенному нами условию:

$$m = K \frac{\Sigma t > 10^0}{100},$$

где m — расчетная урожайность (в ц с 1 га);

K — коэффициент продуктивности, равный урожайности, отнесенной к 100° сумм температур за вегетационный период, при данном увлажнении.

Коэффициент продуктивности (K) вычислен Сапожниковой на основе зависимости урожая от гидротермического коэффициента; нами он вычислен на основе зависимости урожайности от показателя увлажнения по дефициту влажности воздуха (1960, 1961, 1962).

Экономическая оценка земли разрабатывалась главным образом во Всесоюзном научно-исследовательском институте экономики сельского хозяйства (ВНИИЭСХ, С. Д. Черемушкин, 1958, 1963). Методикой этого института предусмотрены: балловая оценка почвы по урожайности зерновых культур, оценка пашни по урожайности всех сельскохозяйственных культур и оценка угодий по выходу валовой продукции и чистому доходу. Перечисленные виды оценок объединяются в единое понятие экономической оценки земли.

Оценка почвы по урожайности зерновых проводится на основании материалов госсортсети. При этом за 100 баллов принимается средний урожай зерновых в размере 21,2 ц с 1 га для среднерусской провинции лесостепной зоны.

Оценка пашни по урожайности всех сельскохозяйственных культур проводится по статистическим данным урожайности в колхозах и совхозах. По ним устанавливается выход продукции в кормовых единицах и переваримом протеине. За 100 баллов принимается выход продукции с 1 га в относительно благоприятных условиях Краснодарского края.

Сельскохозяйственные угодья оцениваются по выходу валовой продукции и чистому доходу по материалам годовых отчетов колхозов. Устанавливается стоимость валовой продукции по закупочным ценам и чистый доход как разница между стоимостью продукции и затратами на 1 га. За 100 баллов принимается стоимость валовой продукции и чистый доход с 1 га также по Краснодарскому краю.

Применение указанных видов показателей в методическом отношении вполне правомерно. Оценка биологической продуктивности почвы (пашни) по урожайности общепризнана. Экономическая оценка земли по выходу валовой продукции и чистому доходу будет тем достовернее, чем совершеннее цены на продукты сельского хозяйства. Но и при существующих ценах эти показатели, рассчитанные на 1 га по совокупности возделываемых культур, позволяют приблизительно судить об эффективности затрат и относительной ценности земли.

По методике ВНИИЭСХ необходимо сделать следующие замечания. Предложенные показатели оценки земли не связаны между собой, что влечет несопоставимость их.

При оценке почвы по урожайности зерновых используется разомкнутая шкала, по которой за 100 баллов берется примерно средний урожай зерновых на госсортоучастках, а по другим видам оценки — показатели урожайности, выхода валовой продукции и дохода в относительно благоприятных природных условиях Краснодарского края. Этими способами не раскрывается значение удельного веса возделываемых культур в оценке земли. Указанное ограничивает применение рассмотренной методики.

Н. С. Николенко (1964) предложил способ экономической оценки земли по сопоставимой урожайности или себестоимости продуктов урожая. За эталон (100 баллов) принимаются средние величины себестоимости единицы урожая возделываемых культур.

Относительно таких эталонов рассчитывается балл для каждой культуры и средневзвешенный балл на посевную площадь по всем возделываемым культурам.

В способе Николенко заслуживает внимания предпосылка о связи себестоимости с урожайностью. Однако эта предпосылка действительна только для однородных зональных условий, в которых себестоимость и урожайность корреляционно связаны. В межзональном разрезе связь между себестоимостью и урожайностью значительно усложняется. Балловая оценка по себестоимости не выражает при этом сравнительную экономическую эффективность возделываемых культур. При одинаковой себестоимости может быть различная урожайность (см. рис. 24 на стр. 178), а поэтому и различная экономическая эффективность. В связи с этим относительные величины показателя себестоимости (баллы) не могут приниматься за основной показатель экономической оценки земли. Способом Николенко, как и способом бонитировки Почвенного института, предлагается взвешивание неэквивалентных по своему значению баллов, то есть баллов различной цены, что также приводит к искажению оценки земли.

Рассмотренными способами заложены основы методики бонитировки и экономической оценки природных условий. Дальнейшее развитие методики должно строиться на основе экономической оценки основных сельскохозяйственных культур. Показатели суммарной экономической оценки должны определяться продуктивностью культур, экономической эффективностью их и удельным весом в структуре посевов.

Нами разработан способ бонитировки климата и сельскохозяйственных культур, намечен подход к экономической оценке природных (климатических) условий. Перейдем к рассмотрению этих вопросов.

БОНИТИРОВКА КЛИМАТА

Вопрос бонитировки климата не получил еще достаточного развития. В настоящее время утвердилось понятие бонитировки, или сравнительной оценки плодородия почвы.

При установлении бонитета почвы обычно исходят из оценки величин урожая какой-либо культуры или группы культур на фоне определенной агротехники. При этом почва оценивается по ее способности обеспечивать растения питательными веществами, в зависимости от чего в определенных пределах колеблется урожай. Колебания урожая вызываются не в меньшей мере и климатическими факторами развития и роста. Тепло, влага, свет, как и питательные вещества, поставляемые почвой, относятся, как отмечалось, к необходимым условиям жизни растений. Обеспеченность теплом, кроме того, обусловливает возможность возделывания культур более позднеспелых и урожайных, а также посев пожнивных культур и сбор двух и более урожаев в год с одного поля. Поэтому бонитировка климата имеет такое же значение, как и бонитировка почвы. Правильнее было бы говорить о бонитировке комплекса природных условий, а не только почвы или климата, так как «...Производительность земледельческого труда связана с природными условиями, и в зависимости от производительности последних одно и то же количество труда бывает представлено в большем или меньшем количестве продуктов, потребительских стоимостей» *.

Учитывая взаимосвязь и взаимообусловленность элементов природы, можно считать, что в некоторой мере и почва и климат отображают необходимый для ведения сельского хозяйства комплекс природных условий, чем практически и оправдывается раздельное пользование шкалами бонитировки климата и почвы. Для подтверждения этого можно сослаться на понятие почвы (земли), данное известными русскими почвоведами.

---

* К. Маркс. Капитал, т. III, 1954, стр. 830.

По В. В. Докучаеву (1948), почва — это особое тело, образованное в результате взаимодействия сил мертвой и живой природы — климата, материнских горных пород, растительных и животных организмов (особенно низших), рельефа и высоты местности, почвенного и геологического возрастов страны.

По Л. И. Прасолову (1939), почва мыслится не только как масса и совокупность постоянно идущих в ней процессов почвообразования и перемещения веществ, но и как часть пространства, неразрывно связанная с определенным местом и со всем миром окружающих явлений.

По А. Н. Соколовскому (1959), землей следует называть любой участок земной поверхности, пригодный или могущий стать пригодным для возделывания сельскохозяйственных растений или для животноводства, со свойственным данному участку почвенным покровом, местным климатом, природными водами, особенностями состава недр (если эти особенности сказываются на урожае растений или качестве животноводческой продукции).

Из приведенного следует, что для всесторонней оценки почвы (земли) нельзя ограничиться только одним видом показателя или одной шкалой бонитировки по тому или иному элементу природы. Для этого необходим комплекс согласованных между собой природных и экономических показателей и их шкал. Шкалы бонитировки климата и почв могут быть использованы для оценки природных условий только в первом, практически приемлемом, приближении.

Методика бонитировки климата основывается на следующих исходных положениях.

Величина урожая сельскохозяйственных культур определяется комплексом физико-географических условий, уровнем агротехники, способствующим использованию растительными организмами условий внешней среды, и биологическими особенностями возделываемых культур, преимущественно длиной вегетационного периода, а также их видовыми и сортовыми различиями. Влияние физико-географических факторов на урожай устанавливается нахождением связи величин урожая при определенном уровне агротехники со значениями показателя увлажнения. Такую связь мы находим графически между средними величинами урожая зерновых и других сельскохозяйственных культур и годовыми величинами показателя

увлажнения. Для установления связи использованы урожайные данные госсортоучастков страны по стандартным сортам испытываемых культур.

Полагая априори, что величина урожая определяется не только влагообеспеченностью, но и теплообеспеченностью, указанную связь мы находили относительно определенных температурных полос. Графики связи для разных культур приведены на рисунке 21 (см. стр. 150—152).

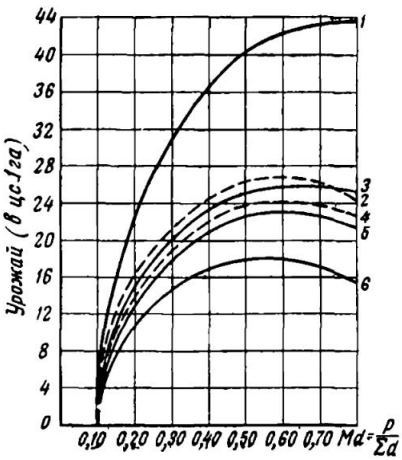


Рис. 13. Обобщенные кривые связи величин урожая сельскохозяйственных культур с показателем увлажнения (по данным госсортсети):
1 — кукуруза; *2* — озимая пшеница; *3* — озимая рожь; *4* — просо; *5* — ячмень; *6* — яровая пшеница.

Обобщенные кривые для зерновых культур, характеризующие уровни урожая при определенном увлажнении, в среднем для всех температурных полос, приведены на рисунке 13. Кривые показывают, что уровень урожая зерновых культур неодинаков. Это означает, что при бонитировке климата, а также и почвы нельзя пользоваться урожайностью какой-либо одной культуры, как это делают некоторые авторы*. Мы для бонитировки климата использовали средневзвешенный урожай зерновых культур госсортоучастков. Взвешенные величины урожая для каждого госсортоучастка по культурам (озимые пшеница и рожь, яровая пшеница, овес, ячмень, просо, кукуруза) определены во ВНИИЭСХ (Черемушкин) по соотношению площадей под культурами на 1957 г.

Было бы правильнее пользоваться средневзвешенным урожаем всех возделываемых культур с выражением его

* Данные по одной основной культуре могут быть использованы для сравнительной оценки почвенных разностей в условиях однородного макроклимата.

одинаковыми оценочными единицами (в кормовых единицах, калориях, стоимостном выражении). Однако зерновые культуры в умеренном поясе занимают почти повсюду более половины посевных площадей (П. М. Земский, 1959). Кроме того, зерновые культуры селекционно более отработаны. Указанное практически оправдывает использование бонитировочной шкалы, построенной по данным средневзвешенного урожая зерновых. При большой насыщенности посевов корне-клубнеплодами, а также тех-

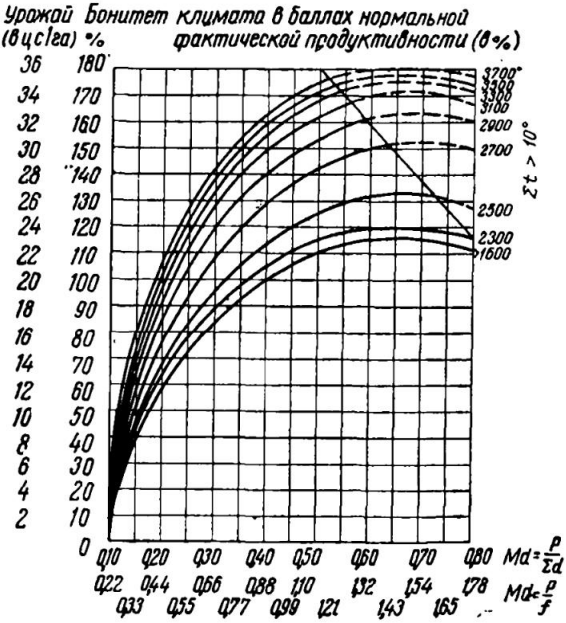


Рис. 14. Связь урожая зерновых, средневзвешенного (в ц с 1 га) и в относительных величинах (баллах), со значениями показателя увлажнения (по данным госсортсети).

ническими культурами требуется введение поправок к оценке. Это рассмотрено ниже (стр. 190).

Связь средневзвешенного урожая зерновых со значениями годового показателя увлажнения видна на рисунке 14. График связи строился по величинам урожая и показателя годового атмосферного увлажнения,

отнесенным к температурным полосам с интервалом сумм температур в 200°. При этом выявилось, что в температурных полосах вплоть до изолинии сумм температур 2200—2300° указанная связь выражается одной кривой. В дальнейшем, по мере увеличения обеспеченности теплом, происходит рост средневзвешенного урожая при одних и тех же значениях показателя увлажнения.

Влияние продолжительности вегетационного периода на урожай вскрывается сравнительной устойчивостью коэффициента продуктивности *(Кп)* у разных сельскохозяйственных культур в условиях одинакового увлажнения и агротехники. Этот коэффициент представляет отношение величины урожая (в ц с 1 га) к длине вегетационного периода культуры, или величину урожая на единицу длины вегетационного периода. В таблице 28 приведены значения коэффициента продуктивности, рассчитанные для зерновых культур. Численно эти значения представляют урожай (в ц с 1 га), отнесенный на 100° сумм температур, принятых за единицу длины необходимого периода вегетации. Величины урожая (*m*) для различных значений показателя увлажнения сняты с кривых (рис. 13).

Данные таблицы 28 показывают лишь некоторое завышение значений *Кп* у овса, ячменя и кукурузы, что можно объяснить пленчатостью у колосовых зерна, а у кукурузы значительным превышением длины вегетационного периода, при котором возможен относительно больший урожай, так как накопление органического вещества следует правилу сложных процентов. Тенденция увеличения коэффициента продуктивности культур по мере увеличения продолжительности вегетационного периода вскрывается и по данным урожайности, опубликованным Сапожниковой (1958).

Для объяснения отмеченной устойчивости значений коэффициента продуктивности культур (*Кп*) можно привести следующие соображения. Определенные экологические типы культурных растений создавались в результате многовекового их улучшения путем отбора, селекции и др. Это способствовало высокой степени ассимиляции ими условий внешней среды в единицу времени, то есть они стали наиболее урожайными. Сельскохозяйственные культуры можно рассматривать как своего рода совершенные «зеленые машины» по выработке органического вещества, производительность которых в единицу времени в относи-

Таблица 28

Средние величины коэффициента продуктивности культур (Kn) при разных значениях показателя увлажнения (по данным госсортсети за 1950—1956 гг.)

Культура	Суммы биоклиматических температур $>10°$ (в °)	Урожай (m) и коэффициент продуктивности культур (Kn)	Показатель увлажнения						
			0,15 (0,33)	0,25 (0,55)	0,35 (0,77)	0,45 (1,00)	0,55 (1,21)	0,65 (1,43)	0,75 (1,65)
Кукуруза	2700	m	14,0	27,0	34,6	39,4	41,5	43,0	43,4
		Kn	0,52	1,00	1,28	1,45	1,54	1,60	1,40
Озимая пшеница	2100	m	10,0	18,0	22,2	25,0	26,2	26,3	26,2
		Kn	0,48	0,86	1,06	1,19	1,25	1,25	1,20
Озимая рожь . .	2000	m	9,5	17,2	21,4	24,0	25,5	25,8	25,6
		Kn	0,47	0,86	1,07	1,20	1,27	1,29	1,28
Овес	1500	m	8,7	16,5	20,5	22,7	23,8	24,0	23,4
		Kn	0,58	1,10	1,87	1,52	1,59	1,60	1,56
Ячмень	1400	m	8,3	15,6	19,5	21,6	22,8	23,0	22,3
		Kn	0,59	1,11	1,39	1,54	1,62	1,64	1,59
Яровая пшеница	1600	m	7,5	13,0	16,0	17,4	17,8	17,4	16,3
		Kn	0,47	0,81	1,00	1,08	1,11	1,04	1,02
Среднее		Kn_1	0,51	0,95	1,19	1,33	1,39	1,40	1,38
Среднее по данным за 1945—1949 гг.		Kn_2	0,56	0,90	1,16	1,30	1,36	1,38	1,35
Среднее по средневзвешенному урожаю для биоклиматических сумм температур $>10°$ 1600° . .		Kn_3	0,50	0,91	1,16	1,31	1,41	1,42	1,40

Примечание. Цифры в скобках — значение показателя увлажнения в форме $\frac{P}{f}$.

тельно сходных природных и хозяйственных условиях примерно одинакова.

В связи с указанным можно полагать, что при достаточной обеспеченности питательными веществами и влагой урожайность сходных экологических типов культур определяется в основном длиной вегетационного периода и что сортовые различия, как правило, не могут перекрывать

по урожайности видовых различий. Это, однако, не снижает значения сорта. В пределах одного и того же вида могут быть сорта более скороспелые и более урожайные, то есть полнее использующие солнечную энергию, чем некоторые несовершенные позднеспелые сорта.

Вопрос о том, в какой степени различаются по относительной продуктивности (при разных условиях внешней среды) сорта и различные экологические типы культур — зерновые и бобовые, корне-клубнеплоды, масличные и др.— рассматривается ниже, в разделе «Бонитировка сельскохозяйственных культур».

Относительно небольшая изменчивость средних значений коэффициентов продуктивности культур позволяет произвести их осреднение и для целей бонитировки климата пользоваться следующим условием для расчета урожая:

$$m = Kn\,Л,$$

где m — расчетная величина урожая (в ц с 1 га);

Kn — коэффициент продуктивности климата, или величина урожая на 100° сумм температур периода вегетации *;

$Л$ — длина периода вегетации, выраженная в сотых долях биологической или биоклиматической суммы температур.

В таблице 28 приведены средние величины Kn по материалам урожайности за 1950—1956 и за 1945—1949 гг., а также величины Kn, рассчитанные по средневзвешенному урожаю зерновых для мест с суммой климатических температур $>10°$ в 1600°. Все эти величины примерно одинаковые. Такое совпадение указывает, что там, где проходит изолиния 1600°, обычные зерновые культуры наиболее полно используют тепловые ресурсы.

В дальнейшем для получения расчетных величин урожая коэффициент продуктивности климата Kn берется по определениям для суммы биоклиматических температур 1600°.

При построении шкалы бонитировки климата возникает вопрос, какой урожай следует брать за основу для

---

* Обобщенные величины коэффициентов продуктивности культур, используемые для определения расчетных величин урожая, мы называем коэффициентами продуктивности климата.

оценки продуктивности климата. Так как использование климатических ресурсов в земледелии определяется уровнем агротехники, то для оценки климата по урожайности необходимо пользоваться данными хозяйств со сравнительно однородным ее уровнем. Можно принять, что данные урожайности госсортоучастков в основном удовлетворяют этому требованию, поэтому они и положены в основу построения оценочной шкалы климата. Однако на некоторых участках и в аналогичных природных условиях урожай различен вследствие различий хозяйственных условий. Чтобы исключить влияние этих условий, необходимо пользоваться нормой урожайности. Эта идея достаточно полно выражена В.В.Докучаевым (1954), который ввел понятие «нормальной урожайности», подразумевая под ней такую величину урожаев, которую «приносили бы пахотные земли данной местности или данного почвенного разряда, при условии применения к ним одинаковых средних условий обработки». Мы сочли целесообразным привлечь для построения бонитировочных графиков данные об урожайности со всех сортоучастков страны. При этом кривые отображают уровни, или нормальную урожайность, в данной температурной полосе при определенном увлажнении. Отклонения урожайности индивидуальных участков или их групп от уровня будут указывать на лучшие или худшие приемы земледелия, на своеобразие комплекса природных условий и др.

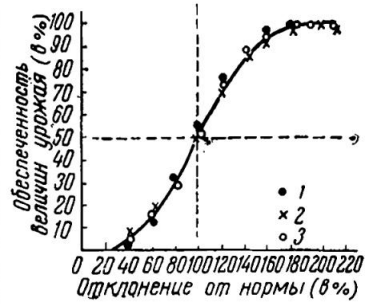


Рис. 15. Кривая обеспеченности различных величин урожая зерновых культур и показателя увлажнения за год, выраженные в процентах от нормы (среднемноголетней величины) для полузасушливой зоны:

1 — показатель увлажнения; *2* — урожай зерновых (по данным госсортсети); *3* — урожай зерновых (по данным земской статистики).

Зависимость урожая от уровня агротехники затрудняет использование абсолютных его величин для бонитировки климата. Этого затруднения может не быть, если пользоваться относительными величинами урожая, так как определенные их колебания около средней одинаково вероятны как для урожая на уровне высокой, так и низкой

агротехники. На это указывает почти полное совпадение значений обеспеченности (вероятности) относительных величин урожая, вычисленных нами по данным урожайности госсортсети (сравнительно высокая агротехника) и земской статистики (низкая агротехника) (рис. 15).

Характерно, что для зон недостаточного увлажнения обеспеченность различных величин урожая, выраженных в процентах от нормы (средней величины), такая же, как и обеспеченность относительных значений показателя увлажнения (рис. 15). Это указывает на то, что колебания урожая по годам при одинаковом уровне агротехники определяются преимущественно погодными условиями. Вычисленные нами для различных пунктов коэффициенты корреляции между относительными величинами урожая и показателя увлажнения, как правило, превышают 0,90. В связи с этим заметим, что заблаговременное определение по нарастающим данным (начиная с осени) относительных значений показателя увлажнения (в % от нормы) позволит еще до окончания вегетационного периода культур предопределить урожай, то есть установить, на сколько процентов он будет выше или ниже средней величины.

Для бонитировки климата по относительным величинам урожайности принята разомкнутая шкала. За 100 баллов взят урожай зерновых 20 ц с 1 га. Такой урожай близок к средневзвешенному по стране на сортоучастках и примерно соответствует средней его величине в лесостепной зоне. По этой шкале легко можно определить уровень урожая для любого места, если для него определен балл и известна средняя величина урожая.

На основе закономерной связи урожая и значений показателя увлажнения бонитет, или оценка продуктивного значения климата, может быть выражен в виде баллов фактической и потенциальной продуктивности. Практически важно при оценке климата пользоваться:

баллами нормальной фактической продуктивности для среднего уровня агротехники по стране при сложившейся системе земледелия;

баллами фактической продуктивности при уровне агротехники, характерном для того или иного места;

баллами потенциальной продуктивности при естественном увлажнении и наиболее полном использовании растениями тепловых ресурсов местности посевом поздне-

спелых, пожнивных культур или сбором двух и более урожаев в году;

баллами потенциальной продуктивности при условии оптимального увлажнения искусственным поливом.

Баллы нормальной фактической продуктивности установлены по рисунку 14, построенному на основании данных сети госсортоучастков страны, баллы фактической продуктивности — по фактическому среднему урожаю, баллы потенциальной продуктивности — по расчетной величине урожая, увеличенной в 5 раз, так как урожай 1 ц с 1 га при уровне агротехники госсортсети соответствует 5 баллам. Условие для определения баллов потенциальной продуктивности может быть записано в следующем виде:

$$Бп = 5Кп\frac{\Sigma t}{100},$$

где $Бп$ — балл потенциальной продуктивности климата;
Σt — сумма климатических температур за возможный период вегетации;
$Кп$ — коэффициент продуктивности климата (урожай зерновых на 100° сумм температур).

Баллы потенциальной продуктивности при оптимальном увлажнении соответствуют наиболее высоким значениям показателя увлажнения — 0,60 (1,33).

По приведенному условию можно приблизительно определить балл фактической продуктивности, если вместо климатической суммы температур взять сумму температур за вегетационный период той или иной зерновой культуры. Расчетные величины баллов фактической и потенциальной продуктивности при разной обеспеченности теплом и влагой приведены в таблице 29.

Разность между баллами потенциальной и фактической продуктивности указывает на неполное использование климатических ресурсов вследствие неполной загрузки периода возможной вегетации ($Бп—Бф$) или вследствие недостаточной водообеспеченности растений ($Бо—Бф$). Неполная загрузка периода вегетации при рациональном ведении хозяйства может быть устранена посевом позднеспелых и более урожайных, а также пожнивных культур.

Нами рассчитаны баллы фактической и потенциальной продуктивности климата для почвенных провинций (Почвенно-географическое районирование СССР, 1962) и для первичных сельскохозяйственных районов (Материалы по

Таблица 29

Бонитет климата в баллах фактической и потенциальной продуктивности

Суммы биоклиматических температур $>10°$ (в°)	Единица оценки	Показатель увлажнения						
		0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,60	0,75
		коэффициент продуктивности климата (в ц с 1 га на 100°)						
		0,50	0,91	1,16	1,31	1,41	1,42	1,41
800	*Фн*	—	—	46,8	52,2	56	57	56
	Пп	—	—	46	52	56	**57**	56
1000	*Фн*	25	46	58	65	70	71	70
	Пп	25	46	58	65	70	**71**	70
1200	*Фн*	30	54	69	78	84	85	84
	Пп	30	54	69	78	84	**85**	84
1600	*Фн*	40	73	93	105	113	114	112
	Пп	40	73	93	105	113	**114**	112
2200	*Фн*	40	73	93	105	113	114	112
	Пп	55	100	127	114	155	**156**	154
2800	*Фн*	50	96	125	145	155	—	—
	Пп	70	126	162	183	197	**199**	**196**
3400	*Фн*	67	118	148	164	—	—	—
	Пп	85	154	197	222	239	**241**	238
4000	*Пп*	100	184	232	260	280	**284**	280
5000	*Пп*	125	230	290	325	350	**355**	350
6000	*Пп*	150	276	348	390	420	**426**	420

Примечание. *Фн* — баллы нормальной фактической продуктивности при существующем соотношении культур по графику связи (рис. 13, см. на стр. 120).

Пп — баллы потенциальной продуктивности при наиболее полном использовании растениями тепловых ресурсов местности. Цифры, набранные полужирным шрифтом, указывают балл потенциальной продуктивности климата при оптимальном увлажнении (*По*).

природно-экономической характеристике сельскохозяйственных микрорайонов, 1962).

На картограмме рисунка 16 приведены отклонения баллов фактической продуктивности климата от баллов нормальной продуктивности. Они не превышают, как правило, ± 10 баллов, что указывает на большую достоверность балловой оценки климата по значениям показателя увлажнения и обеспеченности теплом. Закономерный же порядок отклонений позволяет определить условия, вызвавшие их. Можно полагать, что на территории с мус-

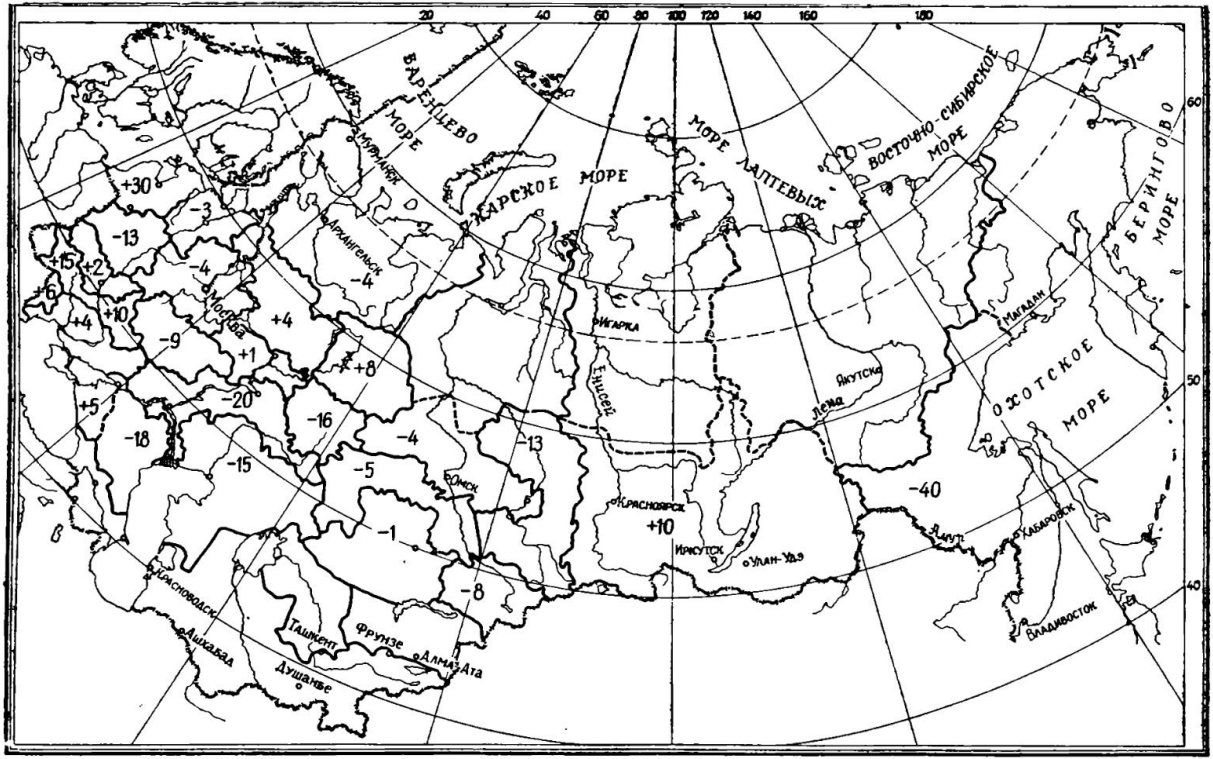


Рис. 16. Отклонение баллов фактической продуктивности климата (Φ) от нормальной их величины ($\Phi_н$) (по данным госсортсети).

сонным климатом значительные отрицательные отклонения баллов (около—40) обусловлены засушливой весной и переувлажненным периодом созревания и уборки. Отрицательные отклонения на юго-востоке европейской территории, северном Казахстане, степных и лесостепных районах западной Сибири объясняются преимущественным возделыванием здесь яровой пшеницы, коэффициент продуктивности которой несколько ниже.

Положительные отклонения на Украине можно объяснить большим удельным весом в посевах более урожайной культуры кукурузы, а также сравнительно высокой теплообеспеченностью.

Значительные положительные отклонения (+30 баллов) в Прибалтийских республиках вызваны более повышенным уровнем агротехники на сортоучастках.

Плюсовые отклонения на территории Восточной Сибири — результат положительного влияния на рост растений вечной и длительной сезонной мерзлоты.

Анализом отклонений не только вскрываются причины, вызывающие их, но могут быть намечены и пути повышения общей урожайности культур. Очевидно, в районах с муссонным климатом необходимо преодолеть вредное влияние засушливости в начальный период развития растений и переувлажнения при созревании. В районах с вечной и длительной мерзлотой требуется усилить положительное влияние мерзлоты на рост растений. В других районах требуется повышение уровня агротехники или замена культур и сортов менее урожайных более урожайными и т. д.

Выше рассмотрена методика бонитировки климата по продуктивности зерновых. Бонитировка климата может быть дана и в более общем виде по относительной биологической продуктивности основных сельскохозяйственных культур. Остановимся подробнее на этом вопросе.

Исследования формы связи урожая со значениями показателя увлажнения (рис. 21 см. на стр. 150—152) показывает, что в нормальных условиях развития и роста зависимость продуктивности растений от влагообеспеченности характеризуется приблизительно логарифмической кривой. Если наибольшую урожайность в данной температурной полосе принять за единицу, а соответствующую ей величину показателя увлажнения за 10, то при других значениях показателя увлажнения относительная биологиче-

ская продуктивность (коэффициент продуктивности) будет равна логарифму относительной величины показателя увлажнения, то есть:

$$Kp(1) = lg \frac{Md \cdot 10}{Md\,(m)} = \lg\,(20\,Md), \qquad (1)$$

где $Kp(1)$ — коэффициент биологической продуктивности;
Md — показатель годового атмосферного увлажнения;
$Md(m)$ — показатель годового атмосферного увлажнения на границе достаточного увлажнения.

Для приблизительных расчетов за 10 можно принять величину годового показателя увлажнения, равную 0,50, которая у большинства культур соответствует максимальной продуктивности и при которой происходит перегиб эмпирических кривых связи.

Более точно изменение эмпирических значений коэффициента биологической продуктивности (K) характери-

Таблица 30

Коэффициент биологической продуктивности (K)

Зона увлажнения	Показатель годового увлажнения		Коэффициент биологической продуктивности *			Разность $Kэ(2) - Kp(2)$
	$Md = \frac{P}{\Sigma d}$	относительная величина	$Kэ$	$Kp(1)$	$Kp(2)$	
Влажная лесная . . .	0,50	10	1,00	1,00	1,00	0,00
Полувлажная лесостепная	0,45	9	0,97	0,95	0,97	0,00
	0,40	8	0,93	0,90	0,92	−0,01
Полузасушливая . . . степная на обыкновенных черноземах	0,35	7	0,86	0,85	0,86	0,00
	0,30	6	0,78	0,78	0,79	+0,01
Засушливая степная на южных черноземах и темно-каштановых почвах	0,25	5	0,69	0,70	0,69	0,00
	0,20	4	0,56	0,60	0,57	+0,01
Полусухая полупустынная	0,15	3	0,41	0,48	0,41	0,00
Сухая пустынная . . .	0,10	2	0,00	0,30	0,19	−0,19

* $Kэ$ — эмпирический; $Kp(1)$ — расчетный по формуле (1); $Kp(2)$ — расчетный по формуле (2).

зует сложная функция (логарифмическая основная и параболическая вспомогательная):

$$Kp(2) = 1{,}15lg\,(20Md) - 0{,}21 + 0{,}63Md - Md^2. \qquad (2)$$

Кривая по этой функции практически совпадает с эмпирической, кроме отрезка, относящегося к значениям показателя увлажнения менее 0,15 (полусухая и сухая зоны). Для последующих расчетов использована эта сложная функция.

В таблице 30 приведены численные значения коэффициентов биологической продуктивности для различных зон увлажнения в виде средних эмпирических и расчетных величин.

Средние эмпирические величины коэффициентов (*Кэ*) определены по данным урожайности различных экологических типов культур — зерновых колосовых, кукурузы, сахарной свеклы, подсолнечника, люцерны (табл. 31). Данные урожайности сняты с графиков связи ее величин с величинами показателя увлажнения(рис. 21,стр. 150—151).

Таблица 31

Урожайность сельскохозяйственных культур

Культура и температурные полосы ($\Sigma t > 10°$)	Абсолютные величины (в ц с 1 га)				Относительные величины (K)			
	З	*Пз*	*Пв*	*В*	*З*	*Пз*	*Пв*	*В*
	0,20	0,30	0,40	0,50	0,20	0,30	0,40	0,50
Озимая пшеница								
2000°	13	19	24	26	0,50	0,73	0,92	1,0
2800°	19	27	33	35	0,54	0,77	0,94	1,0
Кукуруза								
3000°	27	39	45	48	0,56	0,81	0,92	1,0
3600°	37	47	54	57	0,65	0,82	0,90	1,0
Сахарная свекла								
2400°	200	280	335	360	0,55	0,78	0,93	1,0
2800°	260	340	380	400	0,65	0,85	0,95	1,0
Подсолнечник								
2400°	10	14	18	19	0,53	0,73	0,95	1,0
3200°	13	19	22	24	0,54	0,78	0,94	1,0
Люцерна								
2400°	24	36	44	47	0,51	0,78	0,94	1,0
3200°	32	50	57	60	0,53	0,83	0,95	1,0
К среднее	—	—	—	—	0,56	0,78	0,93	1,0

Примечание. Зоны: *З* — засушливая, *Пз* — полузасушливая, *Пв* — полувлажная, *В* — влажная.

Близкое сходство эмпирических и вычисленных величин коэффициентов биологической продуктивности указывает на надежность использования логарифмической и особенно указанной сложной функции для определения относительной биологической продуктивности растений в разных природно-климатических условиях.

Устойчивость относительных величин (коэффициентов) биологической продуктивности при определенных значениях показателя увлажнения позволяет выразить оценку потенциальной биологической продуктивности климата условием:

$$БКП = Кр \frac{\Sigma t}{1000},$$

где $БКП$ — относительная величина биоклиматического потенциала;

$Кр$ — коэффициент биологической продуктивности (расчетной);

Σt — сумма температур выше 10°.

Вычисленные по этому условию относительные величины биоклиматического потенциала для территории СССР (земледельческой зоны) приведены в таблице 32. Они колеблются от 1 до 5,2 при достаточном и от 0,6 до 4,68 при недостаточном увлажнении.

Таблица 32

Относительные величины потенциальной биологической продуктивности климата ($БКП$)

Температурные полосы и суммы температур	Зона и показатель увлажнения			
	засушливая (0,20)	полузасушливая (0,30)	полувлажная (0,40)	влажная (0,50)
Наиболее ранних культур (1000°) . . .	0,60	0,78	0,90	1,00
Ранних культур умеренного пояса (1600°)	0,96	1,25	1,44	1,60
Среднеранних культур (2200°)	1,32	1,72	1,98	2,20
Средних культур (2800°)	1,68	2,18	2,52	2,80
Среднепоздних культур (3400°) . . .	2,04	2,65	3,06	3,40
Поздних культур (4000°)	2,40	3,12	3,60	4,00
Теплолюбивых культур с длинным вегетационным периодом (5200°) . . .	3,12	4,06	4,68	5,20

Относительные величины потенциальной биологической продуктивности можно перевести в величины урожая тех или иных культур по условию:

$$m = \frac{Kn}{Kp} \cdot БКП \cdot 10,$$

где Kn — коэффициент продуктивности культур (урожай на 100° сумм температур) по эмпирическим данным;

Kp — коэффициент биологической продуктивности (расчетный).

Пример. Для засушливой зоны с Σt 2800° *БКП* составляет 1,68, коэффициент $Kn = 0{,}8$, а $Kp = 0{,}6$

$$m = \frac{0{,}8}{0{,}6} \cdot 1{,}68 \cdot 10 = 22{,}6 \text{ ц с } 1 \text{ га}.$$

По последнему условию может быть вычислена и продуктивность конкретной культуры, если величины *БКП* будут определены по суммам температур за ее вегетационный период.

Следует отметить, что влияние климата на продуктивность растений преломляется через почву. Поэтому к установленным баллам его продуктивного значения или относительным величинам *БКП* требуется поправка на качество почвы. Такой исправленный балл будет характеризовать уже бонитет почвы на фоне определенных климатических условий.

Мы проанализировали влияние механического состава почвы на высоту урожая и баллы. Соответствующая группировка данных госсортоучастков по урожайности приведена в таблице 33.

Данные таблицы 33 показывают, что баллы бонитета почвы в зависимости от ее механического состава колеблются сравнительно в небольших пределах. Средне- и легкосуглинистые почвы оцениваются выше глинистых и тяжелосуглинистых в среднем на 7 баллов. Супесчаные почвы имеют такой же балл, как средне- и легкосуглинистые.

Баллы бонитета различных типов почв колеблются в значительно более широких пределах (60—70 баллов), что определяется климатическими различиями районов. Отсюда следует, что факторы климата влияют на величину урожая в несколько раз больше, чем механический состав почвы.

Таблица 33

Средняя многолетняя урожайность и балловая оценка различных почв по механическому составу

Тип почвы	Температурные полосы	Глинистые и тяжелосуглинистые почвы			Средне- и легкосуглинистые почвы			Разность баллов * $Б_1 - Б_2$
		число сортоучастков	урожай (в ц с 1 га)	оценка (в баллах $Б_1$)	число сортоучастков	урожай (в ц с 1 га)	оценка (в баллах $Б_2$)	
Дерново-подзолистые	1400—2600°	31	19,0	95	93	22,4	112	—17
Серые лесные	1400—2600°	39	20,5	102	26	21,2	106	—4
Черноземы выщелоченные и оподзоленные	1400—2600°	39	19,6	98	11	20,2	103	—5
	2600—3600°	41	25,4	127	31	27,2	136	—9
Черноземы обыкновенные	1600—2600°	34	14,0	70	7	15,8	79	—9
	2600—3400°	53	23,0	115	9	24,4	122	—7
Черноземы типичные	2400—3600°	18	25,0	125	13	26,8	134	—9
Черноземы карбонатные	2600—3400°	23	22,6	113	12	25,6	128	—15
Черноземы южные	2000—3200°	32	14,8	74	12	14,0	70	+4
Темно-каштановые	2400—3400°	12	13,4	67	11	13,4	67	0
Среднее	—	—	—	—	—	—	—	—7
Дерново-подзолистые супесчаные	1400—2600°	50	22,3	111,5 ($Б_3$)	—	—	—	—

* Разность баллов $Б_1 - Б_3 = -16,5$; $Б_2 - Б_3 = 0,5$.

Кроме поправок к баллам на механический состав почвы, необходимы поправки на другие ее свойства: на рельеф местности, на сочетание элементов климата в разные периоды развития и др. Подробное рассмотрение этих вопросов является предметом специального исследования.

Для сравнительной оценки потенциальной биологической продуктивности климата — биоклиматического потенциала местности — мы разработали двустороннюю условную шкалу, по которой определенным градациям баллов и относительным величинам *БКП* придается значение оценок продуктивности от очень низкой до очень высокой (табл. 34).

Таблица 34

Шкала оценки потенциальной биологической продуктивности климата (*БКП*)

Индекс	Биологическая продуктивность климата	Оценка (в баллах)	Относительная величина *БКП*
Но	Очень низкая	<55	<0,8
Н	Низкая	55—85	0,8—1,2
Пн	Пониженная	85—115	1,2—1,6
С	Средняя	115—150	1,6—2,2
Пв	Повышенная	150—200	2,2—2,8
В	Высокая	200—250	2,8—3,4
Во	Очень высокая	>250	>3,4

Приведенные в таблице 34 величины баллов определены по формуле (стр. 127), а величины *БКП* по формуле на странице 133. Для этих расчетов суммы температур взяты на границах температурных полос холодного и умеренного поясов, а коэффициенты продуктивности и биологической продуктивности *Кп* и *Кр* — для условий достаточного увлажнения, то есть соответственно 1,4 и 1,0.

Указанные в таблице 34 значения продуктивности приданы баллам и относительным величинам *БКП* исходя из следующих логических соображений. Средняя оценка дана группе баллов и *БКП*, занимающей среднее положение в шкале, вверх от нее следует оценка пониженной, низкой и очень низкой продуктивности, вниз — повышенной, высокой и очень высокой продуктивности.

Значения продуктивности правомерны не только по приведенным формальным соображениям, но и по существу. В интервале сумм температур, ограничивающих умеренный пояс, температурные условия позволяют возделывать полевые культуры от ранних до поздних их форм, и только наиболее ранние (овощные) и наиболее поздние теплолюбивые культуры с длинным вегетационным периодом произрастают соответственно в холодном и теплом поясах. Величины урожая, как отмечалось выше относительно зерновых культур, пропорциональны суммам температур. Вследствие указанного естественная биологическая производительность климата холодного пояса с возможностями возделывания в грунте только

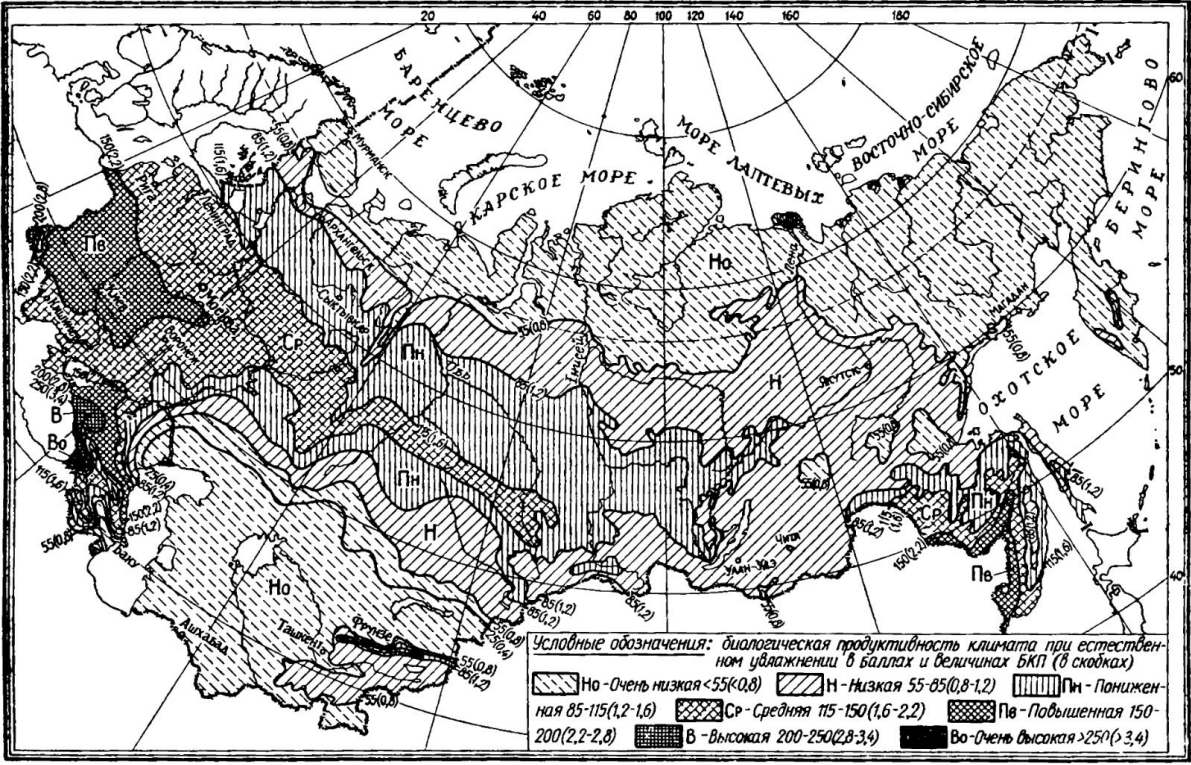


Рис. 17. Ареалы потенциальной биологической продуктивности климата при естественном увлажнении.

очень ранних культур может быть названа низкой; производительность самой северной температурной полосы умеренного пояса или полосы ранних культур правомерно назвать пониженной и т. д. Описанный способ построения шкалы придает ей объективное значение, позволяющее проводить бонитировку климата и сельскохозяйственных культур.

Сочетание тепла и влаги в пределах агроклиматических зон определяет зональный биоклиматический потенциал этой территории, выявляемый в зональном типе специализации, системах земледелия и других особенностях сельскохозяйственного производства. Сочетание тепла и влаги с зимними условиями и условиями континентальности определяет биоклиматический потенциал провинций.

На рисунке 17, построенном согласно шкале таблицы 34, штриховкой выделены ареалы с определенным биоклиматическим потенциалом при естественном увлажнении. Ареалы потенциальной биологической продуктивности климата при оптимальном (искусственном) увлажнении могут быть установлены по картограмме распределения суммы температур выше 10° (рис. 17), поделенной на 1000, и по шкале таблицы 34. Проследим выявление биоклиматического потенциала в специализации сельского хозяйства.

Ареал очень низкой продуктивности (<55 баллов, *БКП* менее 0,8). К ареалу относятся арктическая и типичная тундра, пустыни и полупустыни Казахстана, Средней Азии и Закавказья.

Специализация хозяйства в ареале основывается главным образом на использовании естественных растительных и животных ресурсов.

В арктической и типичной тундрах основной отраслью является оленеводство и охотничий промысел, в прибрежных районах развиты зверобойный промысел и рыболовство.

Полупустынные и пустынные районы умеренного пояса специализируются на пустынно-пастбищном молочно-мясном и мясном животноводстве, полутонкорунном и мясосальном овцеводстве с очагами земледелия при искусственном и лиманном орошениях. Пустынные районы теплого пояса специализируются на пустынно-пастбищном мясо-шерстном овцеводстве и каракулеводстве. В этих

районах широко развито хлопководство (на искусственном орошении) в сочетании с плодоводством, виноградарством и шелководством. Искусственное орошение повышает продуктивное значение климата пустыни от очень низкой до очень высокой оценки.

Ареал низкой биологической продуктивности (55—85 баллов, *БКП* 0,8—1,2). В него входят зона северной тайги, очень засушливая зона степи Северного Казахстана, засушливые и слабозасушливые секторы холодно-умеренного подпояса (*Ух*[1]), относящиеся к области недостаточного увлажнения (*Н*—3 — Забайкалье, Центральная Якутия, Тува).

В северотаежной зоне, где создаются условия для развития лесной растительности пониженного бонитета и более благоприятные условия для травяной растительности, развиты оленеводство и охотничий промысел. Здесь значительное место занимает звероводство (песец, черно-бурая лисица и др.). Некоторое развитие получает также и земледелие (ранние овощи и ранние зерновые) в наиболее благоприятных по микроклиматическим условиям местах.

В очень засушливой зоне степи специализация выявляется в развитии зернового хозяйства (с преобладанием посевов яровой пшеницы) в сочетании с молочно-мясным животноводством и тонкорунным овцеводством.

Засушливые секторы холодно-умеренного подпояса (Забайкалье, Тува) специализируются на развитии мясо-шерстного, тонкорунного и полутонкорунного овцеводства и мясо-молочного животноводства. Земледелие здесь — как подсобная отрасль; высевают преимущественно зерновые культуры. В Центральной Якутии складывается тип хозяйства с мясо-молочным животноводством и табунным коневодством со значительными посевами зерновых и развитым пушным промыслом.

Ареал пониженной биологической продуктивности (85—115 баллов. *БКП* 1,2—1,6). К нему относятся достаточно влажная среднетаежная зона, слабозасушливые секторы холодно-умеренного подпояса (*Ух*[2]) в Предбайкалье, а также засушливая зона степи Юго-Востока и Северного Казахстана на южных и обыкновенных черноземах.

В среднетаежной зоне температурные условия и условия достаточного увлажнения обеспечивают произрастание

леса, преимущественно хвойного, высокого бонитета, а также интенсивное развитие луговой растительности. Здесь успешно произрастают полевые культуры (зерновые, зернобобовые), относящиеся к группе ранних культур умеренного пояса. Однако возделывание их связано с большими затратами на раскорчевку и осушительные мелиорации. В связи с указанным основной вид сельскохозяйственной деятельности в среднетаежной зоне — лесной промысел. Здесь также развиты промыслы на пушного зверя, дичь, очагами — молочное животноводство и земледелие.

В слабозасушливых местностях Предбайкалья сельское хозяйство развивается в зерново-мясо-шерстно-животноводческом направлении.

В засушливой степи выращивают зерно главным образом яровой (Поволжье, Южный Урал, Северный Казахстан) и озимой пшеницы (засушливые места Северного Кавказа). Значительные площади отводятся масличным культурам. Развито молочно-мясное, мясо-молочное животноводство, а также тонкорунное овцеводство.

Ареал средней биологической продуктивности (115—150 баллов, *БКЛ* 1,6—2,2). К нему относятся достаточно влажная южнотаежная зона, полувлажная лесостепная зона (кроме западной, украинской, провинции), а также степные районы европейской территории СССР.

В южнотаежной зоне условия увлажнения и теплообеспеченности способствуют быстрому воспроизводству органического вещества (надземной зеленой массы, корне- и клубнеплодов). Это обусловливает интенсивное развитие в этой зоне животноводства как основной отрасли, которая здесь представлена молочным, молочно-мясным скотоводством, а в западных слабо и умеренно континентальных провинциях также свиноводством — беконным, мясным, сальным.

Для переходных полувлажных лесостепных районов характерен тип комплексного сельского хозяйства зерново-животноводческого направления со значительным производством свеклы, подсолнечника, конопли и других технических культур.

В степной зоне европейской территории создаются предпосылки для зерново-масличного направления хозяйства с крупным производством сахарной свеклы, конопли, табака, овоще-бахчевых культур, плодоводства

и виноградарства, а также молочно-мясного животноводства и тонкорунного овцеводства.

Ареал повышенной биологической продуктивности (150—200 баллов, *БКП* 2,2—2,8). К нему относятся достаточно влажная зона широколиственных лесов, лесостепь Украины, предгорные слабозасушливые районы Северного Кавказа, Ростовской области и муссонные районы Дальнего Востока (Амуро-Уссурийская провинция). Повышенная биологическая продуктивность указанных мест определяется благоприятными условиями увлажнения и особенно температурными условиями.

В достаточно влажной лиственнолесной зоне хозяйства специализируются на развитии молочно-мясного животноводства и свиноводства со значительными посевами технического и кормового картофеля, свеклы, конопли.

Лесостепная полоса Украины — свекловично-зернового направления со значительными посевами конопли, подсолнечника, льна масличного, табака, бахчевых, овощных, плодовых, винограда. Животноводство преимущественно молочно-мясного направления.

Для слабозасушливых районов Северного Кавказа характерно зерново-животноводческое направление хозяйства со значительными посевами кукурузы и подсолнечника. Животноводство специализируется на разведении молочно-мясного скота и тонкорунных овец.

На Дальнем Востоке своеобразие муссонного климата определяет зерново-соевое, молочно-животноводческое направления хозяйства. В Приморском крае, кроме того, благоприятные условия складываются для возделывания риса, сахарной свеклы и своеобразного плодоводства, преимущественно полукультурных форм, и виноградарства с прикопкой лозы на зиму.

Ареал высокой биологической продуктивности (200—250 баллов, *БКП* 2,8—3,4). К нему относятся слабозасушливые, наиболее обеспеченные теплом районы Северного Кавказа. Здесь складывается зерново-свекловично-подсолнечный тип хозяйства со значительными посевами кукурузы, риса, южной конопли. Развиты также южное плодоводство и виноградарство, а из животноводческих отраслей мясо-молочное скотоводство, свиноводство, птицеводство и тонкорунное овцеводство.

Ареал очень высокой биологической продуктивности (>250 баллов, *БКП*>3,4). На территории СССР к этому

ареалу относятся районы влажных субтропиков — Черноморское побережье Краснодарского края и Грузинской ССР, Ленкоранская низменность Азербайджанской ССР. Районы характеризуются развитием субтропического и южного плодоводства, круглогодовой выгонкой овощей.

Из изложенного видно, что к ареалам равной биологической продуктивности могут относиться различные природные зоны — тундровая и пустынная, таежная и степная и т. п. Это связано с тем, что в одних условиях продуктивность растений лимитируется недостатком тепла (тундра, тайга), в других — недостатком влаги (пустыня, степь).

Биоклиматический потенциал при естественном и оптимальном увлажнении следует рассматривать и как относительную меру выхода валовой и товарной продукции, как меру закупочных цен, насыщенности поголовьем скота и др. Его в виде величин в баллах и относительных величин *БКП* следует считать важным показателем земельного кадастра.

Задача сельскохозяйственных органов заключается в таком размещении и такой организации сельскохозяйственного производства, которые обеспечили бы полное использование биоклиматического потенциала.

БОНИТИРОВКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Бонитировка, или сравнительная оценка продуктивного значения климата,— одна сторона вопроса рационального использования климатических ресурсов. Другой его стороной является бонитировка, или сравнительная оценка продуктивности сельскохозяйственных культур, которая необходима для правильного их подбора и размещения.

Правомерна ли постановка вопроса о сравнительной оценке продуктивности сельскохозяйственных культур? Может быть, при соответствующем подборе сортов и при высокой агротехнике урожайность культур настолько возрастет, что различия в ней будут стерты. К такой мысли подводят нас экспериментальные данные, по которым графически устанавливалась связь между величинами урожая органического вещества (m) и показателем условий роста — коэффициентом суммарного испарения $Mc = \frac{P}{\Sigma d}$.

Наглядно форма такой связи представлена на рисунках 18 и 19. Согласно рисункам расход влаги на испарение увеличивается только до определенных величин урожая. Далее расход стабилизируется и уже не зависит от увеличения урожая.

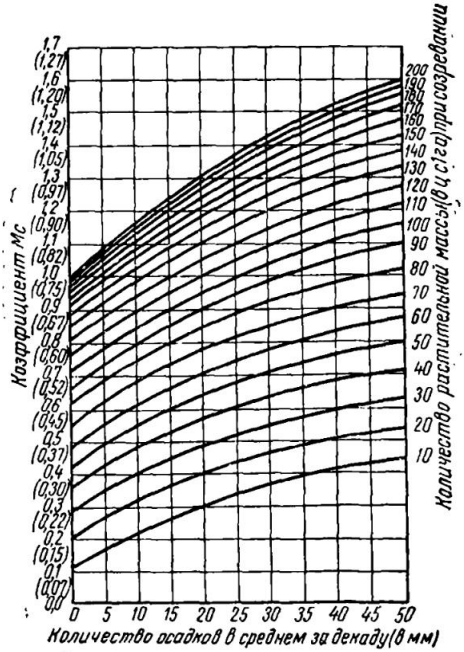


Рис. 18. Зависимость коэффициента испарения *Мс* от количества осадков за декаду и абсолютно сухой растительной массы яровой пшеницы при созревании *.

Где же предел накопления урожая? При полной обеспеченности растений питательными веществами в областях недостаточного увлажнения максимально возможная величина урожая определяется влагообеспеченностью растений. Эта величина может быть установлена по водным ресурсам и транспирационному коэффициенту или

* Значения коэффициента *Мс* без скобок вычислены по *Е—е* в мм, в скобках — по *Е — е* в мб.

коэффициенту их хозяйственного использования. Верхний предел урожая в областях достаточного увлажнения определяется количеством поступающей солнечной энергии, максимально возможным техническим коэффициентом ее использования зеленым растением и продолжительностью периода ассимиляции.

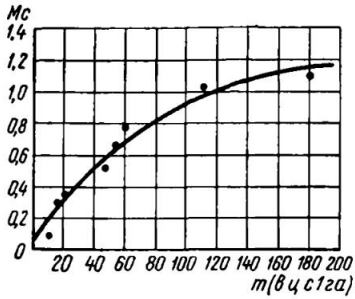


Рис. 19. Связь фактических значений показателя условий роста *Mc* с урожаем растительной массы на единице площади.

Для суждений о величине верхнего порога урожая сошлемся на К. А. Тимирязева (1957), который отмечал, что растение может использовать только ту часть солнечного света, которую оно поглощает, то есть около 20—30%. Непосредственные же опыты убеждают, что эта величина должна быть снижена вдвое. Следовательно, 10—15% солнечного света — это все, что может быть утилизировано растением. При помощи самых интенсивных культур теперь утилизируется около 2%. Следовательно, по Тимирязеву, когда человек увеличит производительность самых интенсивных культур в 5 раз, то, вероятно, будет вправе сказать, что получил все физически возможное, что дает ему солнце.

Максимально возможные величины урожая могут быть приблизительно определены по условию:

$$m = \frac{\alpha \cdot Q}{k},$$

где m — максимально возможная величина урожая (в ц с 1 га);

α — коэффициент использования солнечной энергии зеленым растением (отношение количества солнечной энергии, поступающей на единицу площади к поглощенной энергии растениями, произрастающими на этой площади);

Q — количество солнечной энергии, поступающей на гектар;

k — калорическое значение единицы урожая органического вещества.

Пользуясь приведенным условием, мы вычислили возможные величины урожая в центнерах зерна с 1 га. Для таких вычислений количество солнечной энергии, поступающей на 1 га за периоды возможной вегетации в данной местности, определено по соотношению средних величин сумм положительных температур (Σt) и суммарной радиации (Q) за тот же период (по Е. П. Барашковой, В. Л. Гаевскому, Л. Н. Дьяченко, К. М. Лугиной и З. Н. Пивоваровой, 1961). Это соотношение представлено на рисунке 20. Калорическое значение единицы урожая взято по А. Г. Дояренко (1963) (табл. 35).

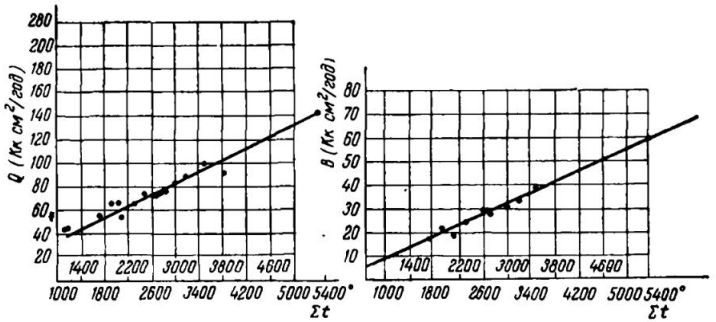


Рис. 20. Соотношение суммарной радиации Q, радиационного баланса B и сумм температур за теплые месяцы Σt.

Калорийность культур изучали также А. А. Кудрявцева (1935) и О. А. Геодокьян (1950), данные которых близки к полученным А. Г. Дояренко. Согласно данным таблицы 35, только калорийность льна и люпина заметно превышает калорийность других культур. Для приближенных расчетов возможной урожайности мы взяли осредненную величину калорического значения 1 кг органического вещества, $\approx$4600 ккал. Исходя из этого, мы рассчитали величины урожая в переводе на зерно при использовании растениями 1% поступающей солнечной энергии на 1 га (табл. 36).

В расчете урожая зерна приняты следующие допущения: урожай надземной массы сухого органического вещества составляет половину от общей массы (соотношение

Таблица 35

Калорические значения 1 кг органического вещества и технические коэффициенты использования солнечной энергии

Культура	Калорическое значение 1 кг органического вещества (ккал)	Технический коэффициент использования солнечной энергии (в пересчете А. А. Кудрявцевой, 1935)
Озимая рожь	4462	1,53
Озимая пшеница	4879	1,68
Овес	4357	1,73
Картофель	4264	1,49
Клевер	4757	1,36
Вика	4657	1,24
Свекла кормовая	4566	1,20
Свекла сахарная	4558	1,21
Турнепс	4664	1,22
Лен	6552	2,25
Люпин	5292	2,99
Среднее (без льна и люпина)	4600	—

1:1), урожай зерна равен 40% от надземной массы. При таком допущении продуктивное значение 1% солнечной энергии в зерне колеблется от 20 ц с 1 га в полосе ранних культур умеренного пояса до 100 ц с 1 га в жарком поясе. При использовании 10% солнечной энергии, что, по К. А. Тимирязеву, составляет примерно предел возможного, приведенные величины возрастут в 10 раз. При этом колебания урожая в переводе на зерно будут выражаться от 200 до 1000 ц с 1 га.

Пользуясь данными таблицы 36, можно приблизительно подсчитать, какой процент солнечной энергии используется для получения того или иного урожая. Для этого величина данного урожая при определенной потребности культуры в суммах температуры делится на соответствующую расчетную величину урожая при использовании 1% солнечной энергии, приведенную в последней графе таблицы.

Таким способом определены величины технического коэффициента использования солнечной энергии для не-

Таблица 36

Расчетные величины урожая при использовании 1% поступающих на 1 га солнечной энергии

Пояс	Температурная полоса	Суммы температур за период вегетации >10° (в °)	Поступление тепла солнечной радиации на 1 га ккал (1% от возможного)	Калорическое значение 1 ц урожая (ккал)	Возможный урожай органического вещества (в ц с 1 га)		Урожай зерна (в ц с 1 га)
					общий	надземной массы	
Умеренный	Ранних культур ($Ух^1$)	1400	45 000 000	460 000	98	49	20
	Среднеранних культур ($Ух^2$)	1900	58 000 000	460 000	126	63	25
	Средних культур ($У^1$)	2500	70 000 000	460 000	152	76	30
	Среднепоздних культур ($У^2$)	3100	85 000 000	460 000	185	92	37
	Поздних культур ($У^3$)	3500	94 000 000	460 000	204	102	41
Теплый	—	6000	165 000 000	460 000	358	179	72
Жаркий	—	9000	230 000 000	460 000	500	250	100

которых культур при разных уровнях агротехники (табл. 37).

Величины урожайности картофеля и сахарной свеклы, соответствующие 1% использования солнечной энергии, определены по соотношению коэффициентов продуктивности (урожай в кормовых единицах на 100° сумм температур). Соотношение это составляет приблизительно 1:2, что указывает на превышение относительной продуктивности картофеля и свеклы над продуктивностью зерновых примерно в 2 раза за счет подземных органов (корней и клубней).

Потребность в суммах температур картофеля и сахарной свеклы составляет соответственно 1500, 2400°. Расчет показывает, что при таких суммах температур и таком соотношении продуктивности зерновых и клубне-корнеплодов 1% использования солнечной энергии примерно

Таблица 37

Величины технического коэффициента использования солнечной энергии

Культура	Потребность в суммах температур (в °)	Хозяйство	Урожай *		Урожай при использовании 1% солнечной энергии (в ц с 1 га)	Технический коэффициент использования солнечной энергии
			в ц с 1 га	в кормовых единицах		
Яровая пшеница	1500	Колхозы	8,6	10,1	21	0,41
		Госсортоучастки	19,0	22,4		0,90
		Колхоз имени Политотдела Алтайского края, 1939 г.	101,1	119,2		4,80
Озимая пшеница	1900	Колхозы	12,0	14,2	25	0,48
		Госсортоучастки	31,0	38,6		1,24
		Колхоз «Северинский» Винницкой области, 1937 г.	111,8	131,9		4,50
Кукуруза	2900	Колхозы	18,8	24,4	34	0,55
		Госсортоучастки	47,0	61,1		1,38
		Колхоз «Красный партизан» Днепропетровской области, 1950 г.	223,8	290,9		6,55
		Колхоз «Закарпатская правда», 1949 г.	231,0	300,1		6,80
Картофель	1500	Колхозы	90	27,0	150	0,60
		Госсортоучастки	230	69,0		1,63
		Колхоз «Красный Перекоп» Кемеровской области, 1942 г.	1331	399,0		8,86
Сахарная свекла	2400	Колхозы	140	41,6	200	0,80
		Госсортоучастки	400	104,0		2,00
		Рекордные урожаи свекловодов-передовиков	1500	390,0		7,50
			2000	520,0		10,00

* Для колхозов и госсортоучастков взяты средние величины урожая, относящиеся к влажной зоне; данные о рекордных урожаях — из БСЭ (второе изд.).

соответствует урожаю клубней картофеля 150 и корней свеклы 200 ц с 1 га.

Согласно данным таблицы 37, сельскохозяйственные культуры используют солнечную энергию в условиях обычной агротехники менее 1%, а на госсортоучастках — до 2%. При рекордных урожаях зерновые используют до 5—7, а клубне- и корнеплоды до 10% солнечной энергии.

Приведенные расчеты показывают, что сельскохозяйственные культуры как в обычных условиях, так и в условиях получения рекордных урожаев различаются по продуктивности вследствие различной длины вегетационного периода, а в связи с этим и разной продолжительности периода ассимиляции, а также вследствие других биологических особенностей культур, в частности разного соотношения зерна и соломы, подземных и надземных органов, различной реакции растений на неблагоприятные условия и др.

Повышение урожая сверх его величины, определяемой естественным плодородием почвы, связано с дополнительными затратами, которые лучше окупают более урожайные культуры. Следовательно, отвечая на вопрос о правомерности сравнительной оценки продуктивности сельскохозяйственных культур, можно утверждать, что она актуальна для всех уровней развития сельскохозяйственного производства.

Сравнительная оценка продуктивности сельскохозяйственных культур может быть проведена только по данным урожайности на фоне примерно одинаковой агротехники. Бесценным фондом таких материалов располагает в СССР государственная сортоиспытательная сеть.

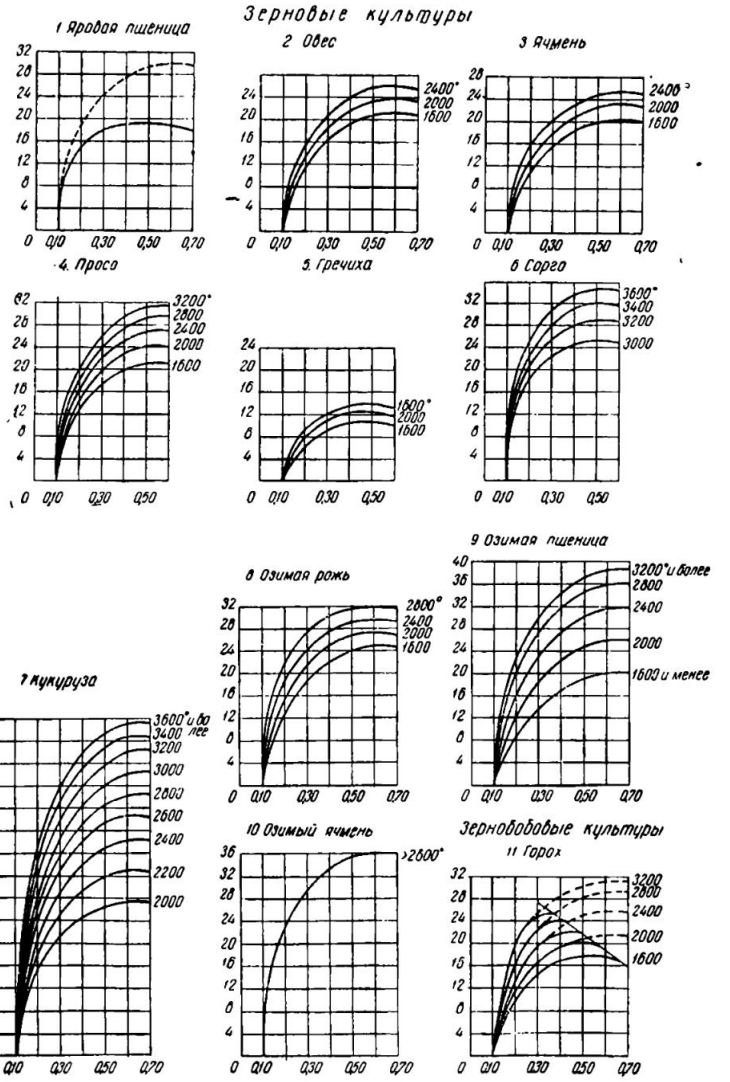
Для установления связи урожая с факторами климата мы использовали данные всех сортоучастков страны по 1961 г. (как опубликованные, так и из годовых отчетов). Допущенная при этом некоторая неоднородность рядов компенсирована пространственной дифференциацией урожайности вследствие различных условий произрастания культур по территории.

Связь урожая с годовыми величинами показателя увлажнения (комплексным показателем условий роста) устанавливалась для определенных температурных полос. Графическое выражение связи представлено на рисунке 21*.

---

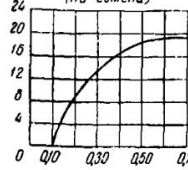
* Графики по травам составлены А. Т. Никифоровой.

Рис. 21. Связь урожая сельскохозяйственных культур с влагообеспеченностью по температурным полосам ($\Sigma t > 10°$). На оси ординат — урожай в ц с 1 га, на оси абсцисс — показатель увлажнения $Md = \frac{P}{\Sigma(E-e)}$ (по данным госсортсети).

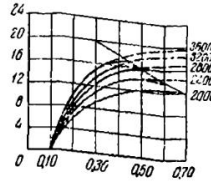


Зернобобовые культуры

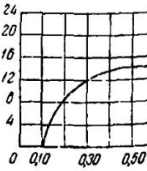
12. Кормовые бобы (на семена)



13. Фасоль

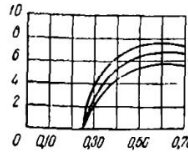


14 Соя

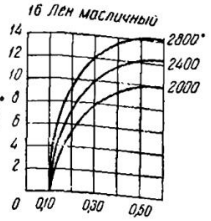


Технические, масличные и масличино-волокнистые культуры

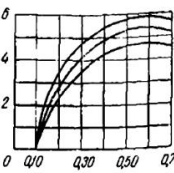
15 Лён-долгунец (семена)



16 Лен масличный

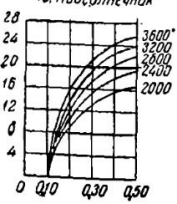


17 Конопля (семена)



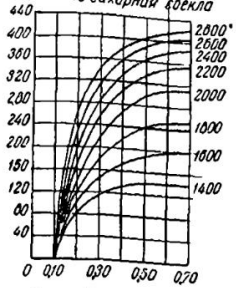
Технические, масличные и масличино-волокнистые культуры

18. Подсолнечник

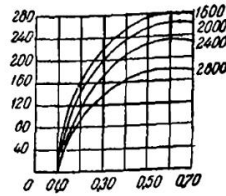


Корне- и клубнеплоды

19 Сахарная свекла

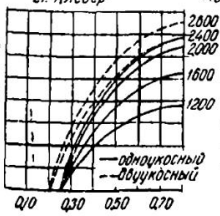


20. Картофель

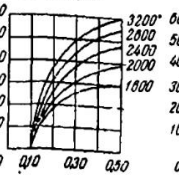


Кормовые травы на сено

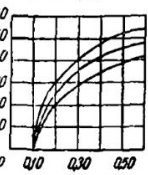
21. Клевер



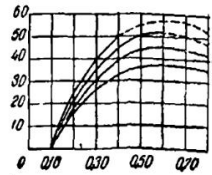
22. Люцерна



23. Эспарцет



24. Вико-овёс



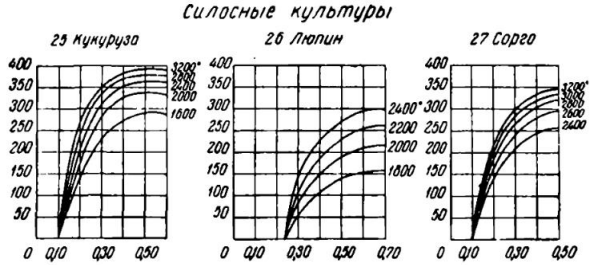


Рис. 21. Продолжение.

По графикам составлена таблица оценки продуктивности культур по зонам увлажнения и полосам обеспеченности теплом (приложение 1). Таблица содержит уровни урожаев культур, снятые с графиков, расчетные величины урожая в кормовых единицах и белке (по Попову, 1957), стоимость урожая *, а также коэффициенты продуктивности по основной продукции, кормовым единицам, содержанию белка и стоимости.

Коэффициенты продуктивности представляют отношение урожая (кормовых единиц, белка, стоимости) к биологической сумме температур, уменьшенной в 100 раз, или урожай на 100° сумм температур вегетационного периода, принятых за единицу его продолжительности. Далее в таблице приведена оценка урожая в баллах по разомкнутой стобалльной шкале.

Шкала оценки продуктивности культур (табл. 38) идентична шкале оценки климата (см. табл. 34 на стр. 136). Для применения ее к оценке продуктивности культур за 100 баллов взято:

30 ц кормовых единиц на 1 га, что соответствует 20 ц зерна и 30 ц соломы;

2 ц белка на 1 га, что соответствует содержанию белка в 20 ц зерна и 30 ц соломы;

---

* Для определения валового урожая принято по разным литературным источникам (И. П. Пересвет-Солтан, 1925; данные госсортсети и др.) следующее соотношение зерна и соломы: 1 : 2 — озимые, рожь и пшеница, рис, просо, гречиха, сорго, горох, люпин; 1 : 1,75 — кормовые бобы; 1 : 1,5 — яровая пшеница, овес, ячмень, кукуруза; 1 : 1 — чечевица, фасоль.

Стоимость урожая культур определялась по средним закупочным ценам в соответствии с постановлением Совета Министров СССР (1960 г.) и решением мартовского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС.

Таблица 38

Шкала оценки продуктивности сельскохозяйственных культур

Продуктивность	Индекс	Баллы	Сбор		Стоимость урожая с 1 га (в руб.)
			Кормовых единиц	белка	
			ц с 1 га		
Очень низкая	*Но*	<55	<16,5	<1,00	<100
Низкая	*Н*	56—85	16,5—25,5	1,01—1,70	111—170
Пониженная	*Пн*	86—115	25,6—34,5	1,71—2,30	171—230
Средняя . . .	*Ср*	116—150	34,6—45,0	2,31—3,00	231—300
Повышенная	*Пв*	151—200	45,1—60,0	3,01—4,00	301—400
Высокая . . .	*В*	201—250	60,1—7,50	4,01—5,00	401—500
Очень высокая	*Во*	>250	>75	>5,00	>500

200 руб. стоимости валового урожая с 1 га, что соответствует стоимости 20 ц зерна и 30 ц соломы, согласно расчету на стр. 182.

Приведенные в приложении 1 данные о балльной оценке продуктивности сельскохозяйственных культур показывают следующее. По ряду культур (зерновые колосовые, травы на сено) оценка продуктивности по кормовых единицам и стоимости выражается примерно одинаковыми баллами. Такая же оценка зернобобовых культур по белку и стоимости. Соответствие этих оценок указывает на возможность использования стоимости урожая для бонитировки культур. Только для некоторых продовольственных и технических культур оценка продуктивности по стоимости значительно превосходит оценку по кормовым единицам или белку, что связано со стимулирующими ценами на продукты этих культур.

Рисунок 21 вскрывает следующие общие особенности продуктивности культур.

1. У большинства культур урожай от нулевой его величины при показателе увлажнения 0,10 (0,22), характерном для северной границы пустынной зоны, закономерно возрастает по мере увеличения влагообеспеченности. Только у влаголюбивых культур (лен-долгунец, клевер, люпин) нулевые величины урожая соответствуют большим значениям показателя увлажнения. Эти

культуры практически не могут произрастать в засушливых зонах.

2. При значениях показателя увлажнения порядка 0,45 (1,00) и более наблюдается перегиб кривой связи и затем медленное падение урожая. Перегиб обычно наступает тем позднее (то есть при больших значениях показателя увлажнения), чем выше уровень урожая. Из этого следует, что улучшение агротехники, ведущее к повышению урожая, устраняет неблагоприятное влияние избыточного атмосферного увлажнения на рост растений.

3. Урожай культур закономерно возрастает также по мере повышения средней температуры вегетационного периода и связанного с этим увеличения теплообеспеченности. Это объясняется возделыванием более позднеспелых и урожайных сортов. Наряду с этим при увеличении теплообеспеченности, видимо, создаются более благоприятные условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и подготовки ими пищи для растений. В районах, недостаточно обеспеченных теплом, микробиологическую деятельность ограничивают короткий послеуборочный период и пониженная температура. Такое утверждение справедливо потому, что зерновые колосовые культуры полностью обеспечены теплом на территории с Σt 2000° и менее, а между тем в более теплых полосах урожайность одной и той же культуры продолжает возрастать. Следовательно, в зонах одинаковой увлажненности, но более обеспеченных теплом создаются условия для получения более высокого урожая.

Остановимся на некоторых частных особенностях продуктивности культур.

Зерновые культуры. Согласно приложению 1, продуктивность зерновых культур при достаточной обеспеченности их влагой колеблется от очень высокой до пониженной. По балльной оценке урожая в кормовых единицах (преобладающему баллу) к культурам очень высокой продуктивности относятся кукуруза и рис, высокой — озимая пшеница, озимый ячмень, сорго, повышенной — озимая рожь, просо, средней — ячмень, овес, относительно пониженной — яровая пшеница.

Следует отметить особенности пространственного изменения продуктивности яровой пшеницы. По ряду других культур связь урожаев с показателем общей влагообеспеченности растений выражается системой кривых, каждая

из которых относится к определенной температурной полосе. По яровой пшенице эта связь выражается только одной кривой для всей территории ее возделывания. Этой кривой выявляются сравнительно небольшие колебания уровня урожая пшеницы на госсортоучастках по зонам увлажнения, примерно от 12 до 19 ц с 1 га.

Указанные особенности изменения урожайности можно объяснить следующим. Для северных влажных районов характерны переувлажненные и кислые подзолистые почвы, что отрицательно сказывается на росте пшеницы. Кроме того, в этих районах с высокой относительной влажностью воздуха создаются благоприятные условия для грибковых повреждений. Все это значительно снижает урожай пшеницы против потенциально возможной величины. В южных засушливых районах урожай снижается вследствие недостатка влаги.

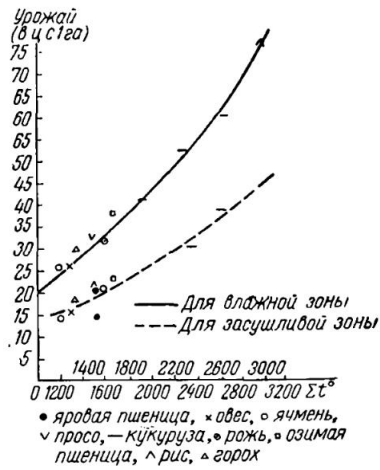


Рис. 22. Связь урожая зерновых культур с суммами температур за вегетационный период.

При преодолении неблагоприятных почвенных условий (известкование почвы, осушение избыточно влажных мест) и снижении грибковых повреждений (подбор ржавчиноустойчивых сортов) урожай яровой пшеницы на высоком агротехническом фоне может быть резко увеличен. Она превзойдет по урожайности другие колосовые яровые культуры, на что указывает ее более длинный вегетационный период. При агротехнике на уровне госсортоучастков урожайность яровой пшеницы может быть поднята до 30 ц с 1 га и более. Такой уровень возможной урожайности показан пунктирной линией на рисунке 21 (1). Эта линия проведена с помощью вспомогательного графика (рис. 22), отображающего общую закономерность изменения урожайности экологических типов зерновых культур по мере увеличения их вегетационного периода.

В связи с отмеченными биологическими особенностями яровую пшеницу можно отнести к культурам средней урожайности.

В холодно-умеренном подпоясе из-за почвенных условий и грибковых повреждений значительно снижается урожай и у озимой пшеницы.

При оценке урожайности по содержанию белка распределение зерновых культур по группам продуктивности меняется. Среди колосовых культур более высокой продуктивностью выделяется пшеница. Продуктивность яровых ее форм оценивается как средняя, а озимых — как повышенная, высокая и очень высокая, в зависимости от температурной полосы произрастания.

У кукурузы балл по белку снижен сравнительно с баллом по кормовым единицам. Однако вследствие общей высокой продуктивности продуктивность ее по белку оценивается как повышенная, высокая и очень высокая.

Продуктивность гречихи оценена баллами по стоимости урожая, так как это чисто продовольственная культура. Поэтому ее достоинство в кормовых единицах и в белке не определяется. По такой оценке продуктивность гречихи преимущественно повышенная, хотя по урожайности зерна она уступает колосовым культурам. На повышение оценки продуктивности гречихи по стоимости урожая влияют стимулирующие цены. Коэффициент продуктивности, вычисленный по стоимости урожая, примерно вдвое выше, чем у яровых колосовых культур.

Очень высокую балловую оценку по стоимости урожая имеет рис, хотя его продуктивность и по основному продукту — зерну — также очень высокая, даже несколько выше, чем кукурузы.

Данные приложения 1 указывают на прямую связь урожайности зерновых культур с продолжительностью вегетационного периода, выражаемой суммами активных температур. Эта связь иллюстрируется рисунком 22, на котором величины урожая большинства культур в зависимости от сумм температур за вегетационный период ложатся на одной, несколько вогнутой, линии *. Только величины урожая яровой пшеницы и гречихи по указанным выше причинам имеют отрицательные отклонения от

* Вогнутость линии определяется возрастанием относительной продуктивности более позднеспелых культур.

уровня урожайности. В условиях недостаточного увлажнения урожайность яровой пшеницы почти не отклоняется от линии уровня.

Зернобобовые культуры. Продуктивность их по кормовым единицам в среднем несколько ниже продуктивности зерновых культур. Она колеблется от средней до низкой, тогда как у зерновых — от очень высокой до пониженной. К культурам средней продуктивности относится горох, пониженной — кормовые бобы, чечевица, люпин, низкой — соя. Однако хозяйственная ценность этих культур определяется не столько их достоинством, выраженным кормовыми единицами, сколько содержанием и валовым выходом белка. Их коэффициент продуктивности по белку вдвое-втрое и более выше, чем у большинства зерновых культур. Это обеспечивает значительно бóльший выход белка даже при меньшем урожае, чем у последних. Только валовой выход белка у озимой пшеницы и кукурузы стоит на уровне зернобобовых, что определяется общей высокой продуктивностью этих культур, а также и повышенным содержанием белка в зерне озимой пшеницы.

Балльная оценка продуктивности зернобобовых по белку показывает, что к культурам очень высокой и высокой продуктивности относятся горох, кормовые бобы, люпин, соя, чина, повышенной — чечевица, фасоль, нут. Продуктивность фасоли и нута оценена баллами по стоимости урожая, которые у зернобобовых культур близки к баллам по белку.

Своеобразна форма зависимости урожая зерна от влаго- и теплообеспеченности у гороха. Эта культура, как и яровая пшеница, при достаточном увлажнении не выявляет своих потенциальных возможностей. Начиная с определенного уровня увлажнения, происходит снижение урожая гороха по мере увеличения увлажнения, причем тем раньше, то есть при меньшем увлажнении, чем больше теплообеспеченность растений. При нормальном изменении углового коэффициента кривые связи должны быть такими, как показано на рисунке 21 пунктирными линиями. Таким образом, во влажной и даже полувлажной зоне наблюдается значительный недобор урожая гороха. Например, для полосы с Σt 2800° недобор урожая равен приблизительно 14 ц с 1 га. Резкое снижение урожая гороха при увеличении увлажнения, особенно в местах с повышенной теплообеспеченностью, связано со склонностью возделы-

ваемых сортов к грибковым повреждениям, а также с кислотностью почвы. Для получения нормального урожая во влажных зонах, обусловленного биологией культуры, необходимо устранить указанные неблагоприятные влияния, а также выводить новые сорта, устойчивые к грибковым повреждениям. В связи с этим следует указать на агротехнический прием посева гороха совместно с богатым белком рапсом, выполняющим роль поддерживающей культуры. Горох при этом меньше повреждается грибком, и, кроме того, устраняются трудности машинной уборки, создающиеся при полегании. Отмеченный прием совместного посева испытан в Эстонии (В. Коорт, 1963).

Если исходить из учета нормального изменения урожая гороха, обозначенного на рисунке 21 (11) пунктирными линиями, то оценка продуктивности этой культуры значительно меняется. В условиях достаточного увлажнения и оптимальных температур (Σt 3200°) уровень урожая гороха составляет 32 ц зерна, 52,8 кормовой единицы и 9,15 ц белка с 1 га. При таком урожае горох получает свою действительную оценку как культура повышенной продуктивности по кормовым единицам и очень высокой продуктивности по белку.

Аналогичная гороху форма зависимости урожая от тепло- и влагообеспеченности наблюдается и у фасоли, но при меньшей амплитуде колебания урожая. Люпин также отличается своеобразной формой зависимости урожая от тепло- и влагообеспеченности. Это очень влаголюбивая культура. С уменьшением увлажнения происходит резкое падение его урожая [рис. 21 (26)]. Засушливая зона степи является практически пределом возделывания люпина. Можно считать, что рациональное возделывание этой культуры ограничивается полувлажной лесостепной зоной. Наиболее же благоприятные условия для него создаются в зонах области достаточного увлажнения. Люпин также сильно реагирует и на температурные условия, повышая урожай с увеличением теплообеспеченности.

Ограниченные данные по другим зернобобовым культурам не позволили расчленить влияние на их урожай обеспеченности теплом. Для кормовых бобов и сои построена осредненная кривая зависимости урожая только от увлажнения, а для чечевицы, чины и нута определены уровни урожая по среднему соотношению урожая этих культур с урожаем гороха. На основании указанного приведенные

нами в приложении 1 сравнительные данные для этих культур следует считать ориентировочными. Но и эти данные свидетельствуют о высокой белковой продуктивности зернобобовых культур.

При анализе продуктивности зерновых культур была показана прямая зависимость урожая от продолжительности их вегетационного периода. У зернобобовых аналогичной зависимости не наблюдается. Ряд культур этой группы с более продолжительным вегетационным периодом дают меньший урожай кормовых единиц, чем более скороспелые культуры (горох). Характерно, что величины урожайности гороха в кормовых единицах ложатся на линии уровня урожайности зерновых. Отрицательные отклонения от этой линии ряда других зернобобовых культур указывают на недостаточную селекционную их отработанность. Повышение урожайности зернобобовых до соответствующего уровня зерновых обеспечит особенно высокий выход белка.

Корне-клубнеплоды. Корне- и клубнеплоды относятся к культурам очень высокой и высокой продуктивности. Такую продуктивность они развивают благодаря росту подземных органов. Относительная продуктивность по надземной массе (листья, ботва) при достижении технической зрелости соответствует примерно продуктивности других культур, корни же и клубни являются дополнительным продуктом. Для иллюстрации сказанного приведем следующие данные. Коэффициент продуктивности в кормовых единицах при благоприятных условиях роста (полоса $Ух^2$, зона увлажнения $В$) составляет для свеклы 6,7, для картофеля 5,8. Коэффициенты продуктивности корне- и клубнеплодов вдвое-втрое выше, чем зерновых колосовых, что и обусловливает их общую высокую продуктивность.

Нужно отметить следующие частные биоклиматические особенности рассматриваемых культур. Сахарная свекла положительно реагирует на увеличение температуры вегетационного периода. Чем выше температура, а следовательно, и теплообеспеченность за период возможной вегетации, тем выше урожай корней. Особенно быстрый рост урожайности свеклы в связи с повышением температуры наблюдается в умеренно холодном подпоясе. Это связано с увеличением периода возможной ее вегетации. В условиях повышенных температур и полной обес-

печенности растений теплом рост урожайности связан с лучшими температурными условиями подготовки пищи для растений.

Картофель реагирует на температурные условия в противоположном направлении. Чем выше температура по сравнению с оптимальной ее величиной для клубнеобразования, равной примерно 17°, тем ниже урожай клубней [рис. 21 (20)]. Падение урожая картофеля при повышенной температуре связывается с торможением клубнеобразования перегревом почвы, приходящимся при весенней посадке примерно на июль, то есть самый теплый месяц, а также с вирусными заболеваниями картофеля в условиях перегрева (Д. Н. Прянишников и И. В. Якушкин, 1936). Для получения урожая картофеля в условиях юга прибегают к летним посадкам, с тем чтобы клубнеобразование проходило при пониженных температурах в осенний период.

Сопоставление данных о продуктивности сахарной свеклы и картофеля показывает следующее. Сахарная свекла по выходу кормовых единиц и белка превосходит картофель не только в южных районах умеренного пояса, где она дает наибольший урожай, но и в северной половине умеренного пояса, где обеспеченность теплом и продолжительность периода вегетации недостаточны для завершения корнеобразования. В северной части умеренного пояса более высокий выход кормовых единиц у свеклы, чем у картофеля, обеспечивается преимущественно в результате интенсивного развития ботвы.

В температурной полосе ранних культур (Yx^1) по выходу корней сахарная свекла уступает картофелю по выходу клубней вследствие короткого периода корнеобразования. В полосе среднеранних культур (Yx^2) урожай корней находится примерно на уровне урожая клубней, а в более южных полосах урожай корней свеклы уже значительно превосходит урожай клубней картофеля. Это определяется большей продолжительностью вегетационного периода у свеклы, а также отрицательной реакцией картофеля на повышение температуры.

Как товарный продукт свекла значительно уступает картофелю в обеих температурных полосах холодно-умеренного подпояса. Это происходит в результате более высокой цены единицы продукции картофеля. В температурных полосах умеренного подпояса ($Y^{1,2}$) товарная ценность

свеклы превосходит товарную ценность картофеля и тем больше, чем южнее полоса. Однако и в этих местах товарная ценность последнего сравнительно высокая, балл продуктивности (по стоимости) остается значительно выше, чем у зерновых (приложение 1).

Технические масличные и маслично-волокнистые культуры. Продуктивность технических культур оценена по стоимости валового урожая. По этой оценке к культурам очень высокой продуктивности относятся конопля, затем лен-долгунец и хлопчатник, к высокой — подсолнечник и повышенной — лен масличный.

На высокую оценку продуктивности некоторых технических культур безусловно влияют стимулирующие цены. Это особенно относится ко льну-долгунцу и конопле, коэффициент продуктивности которых (по стоимости) в несколько раз превосходит коэффициент зерновых, зернобобовых и других культур.

Кормовые травы на сено. По хозяйственному значению кормовые травы занимают особое положение среди полевых культур. При оценке продуктивности трав, особенно многолетних, необходимо учитывать как кормовое, так и агротехническое их значение. По относительной продуктивности в кормовых единицах (количеству кормовых единиц на 100° сумм температур периода вегетации) травы стоят на уровне продуктивности зерновых колосовых культур.

Согласно данным приложения 1, относительная продуктивность во влажной зоне полосы среднеранних культур (Yx^2) у овса 2,32, клевера одноукосного 3,05, люцерны первого укоса более 2,14, эспарцета 2,16. Однако вследствие короткого периода вегетации от начала роста до укосной спелости травы по урожайности уступают зерновым культурам, корне- и клубнеплодам. По данным госсортоучастков, в условиях достаточной влагообеспеченности урожай трав находится на уровне (в ц с 1 га): у клевера одноукосного 61 (30 ц кормовых единиц), люцерны 38 (19 ц кормовых единиц) за один укос, эспарцета 40 (22 ц кормовых единиц), суданки 40 (20 ц кормовых единиц). При такой урожайности травы по выходу кормовых единиц относятся к культурам сравнительно пониженной продуктивности. По белку они значительно продуктивнее, чем по кормовым единицам.

Коэффициент продуктивности по белку во влажной зоне полосы среднеранних культур (Yx^2) составляет: клевера

0,23, люцерны 0,22, эспарцета 0,31, овса 0,15. Выход белка равен у клевера 2,26 ц, люцерны 2,66, эспарцета 3,1, а у овса 2,15 ц с 1 га. В благоприятных условиях тепло- и влагообеспеченности трáвы по выходу белка относятся к культурам средней, повышенной и высокой продуктивности.

Травы, особенно многолетние, имеют, как отмечалось, не только кормовое, но и агротехническое значение. Оно заключается в способности бобовых трав усваивать атмосферный азот и переводить его в формы, легкодоступные для небобовых растений, в улучшении агрофизических свойств почвы, в положительном влиянии трав на использование культурами минеральных удобрений, в частности фосфоритов, и др.

Развивая мощную корневую систему, они противостоят эрозии почв. В условиях полива люцерна, извлекая влагу из глубоких слоев почвы, предотвращает засоление орошаемых земель. При сравнительно высоком урожае многолетние травы являются лучшими предшественниками продовольственных и особенно технических культур — льна-долгунца, хлопчатника, повышая их урожай на 30—100% (В. П. Мосолов, 1953).

При учете агротехнического значения трав балловая оценка их эффективности значительно повышается. В полосе среднеранних культур (Yx^2), в условиях достаточного увлажнения продуктивность клевера оценивается 102 баллами по кормовым единицам и 91 баллом по стоимости урожая (приложение 1). Если на клевер отнести стоимость только прироста урожая льна (30%), не считая стоимости отавы, фиксированного клевером атмосферного азота и прироста урожая других культур, то балл оценки его по стоимости возрастает до 370. По такому баллу продуктивность клевера оценивается уже как очень высокая.

Аналогичный вывод можно сделать и по продуктивности люцерны, которая, уступая зерновым по выходу кормовых единиц, значительно превосходит их по выходу белка (приложение 1). В условиях поливного земледелия урожай сена люцерны находится на уровне 100 ц с 1 га, кормовых единиц 49 и белка 8,7 ц с 1 га. При такой урожайности продуктивность люцерны характеризуется по кормовым единицам как повышенная, а по белку как очень высокая.

Люцерна, как отмечалось, является наилучшим предшественником хлопчатника. Посевы люцерны в хлопковых севооборотах являются радикальным средством борьбы с вилтом. Если на люцерну отнести стоимость прироста урожая хлопчатника также в размере 30% от общей его стоимости, то балл оценки, возрастая до 357, будет характеризовать продуктивность люцерны как очень высокую. Из приведенного следует, что при оценке продуктивности некоторых культур должно учитываться не только их прямое (продовольственное, кормовое), но и косвенное (агротехническое, защитное) значение.

Силосные культуры. В качестве силосных используются культуры, дающие большой выход кормовых единиц или белка. По выходу кормовых единиц к культурам высокой продуктивности относятся кукуруза и сорго. В умеренном подпоясе продуктивность стандартных сортов обеих культур примерно одинаковая. Преимущество кукурузы — большая возможность продвижения ее в северные районы.

Обращает на себя внимание значительно бóльшая амплитуда колебания урожая зерна кукурузы, чем урожая зеленой массы. Это происходит потому, что к северу возделываются на силос более поздние и более урожайные сорта.

Зернобобовые культуры (при возделывании их на силос) по выходу кормовых единиц относятся к культурам пониженной и средней продуктивности, по выходу же белка — преимущéственно повышенной и высокой продуктивности. Этим и определяется их ценность как силосных культур.

Анализ продуктивности сельскохозяйственных культур мы строили главным образом на учете уровней (осредненных величин) урожайности. Для решения ряда практических вопросов — размещения культур, разработки агротехнических мероприятий и др., кроме уровней, важен также учет колебаний урожая. Показатели колебаний урожая, по данным госсортоучастков (ГСУ), приведены в таблице 39.

Уровень урожая сельскохозяйственных культур закономерно падает от зоны к зоне по мере усиления засушливости. Но величины среднего квадратичного отклонения ($\pm\delta$) остаются примерно на одном уровне. При таком распределении урожая и δ коэффициент вариации (v), характеризующий относительное колебание урожая, закономерно возрастает с увеличением засушливости. Меньше

Таблица 39

Показатели колебания урожая сельскохозяйственных культур

Культура	Показатель увлажнения	Уровни урожаев (в ц с 1 га)	По средним величинам урожая на ГСУ		По ежегодным величинам урожая на ГСУ		Отношение урожайности на ГСУ к урожайности в колхозах
			±δ	v	±δ	v	
Яровая пшеница	>0,45	19,0	4,6	33	6,2	31	2,2
	0,35—0,45	18,7	4,9	26	6,5	35	2,0
	0,25—0,35	16,2	4,9	30	6,6	41	1,8
	0,15—0,25	12,6	4,4	35	5,9	47	2,2
Ячмень	>0,45	28,3	4,0	14	5,4	19	2,7
	0,35—0,45	25,2	4,0	16	5,6	22	2,2
	0,25—0,35	21,8	4,4	20	5,9	27	1,8
	0,15—0,25	15,1	3,8	25	5,1	34	2,0
Кукуруза	>0,45	47,0	9,0	19	12,2	26	2,5
	0,35—0,45	45,0	9,4	21	12,6	28	2,7
	0,25—0,35	37,5	9,3	25	12,7	34	2,7
	0,15—0,25	35,0	7,8	32	10,5	42	3,0
Озимая пшеница	>0,45	31,0	7,4	24	9,9	32	2,6
	0,35—0,45	26,6	7,4	28	10,1	38	2,1
	0,25—0,35	23,0	7,8	34	10,6	46	1,8
	0,15—0,25	16,0	6,6	41	8,8	55	1,7
Горох	>0,45	21,5	3,9	18	5,2	24	3,5
	0,35—0,45	20,0	4,5	22	6,0	30	3,0
	0,25—0,35	17,6	4,8	27	6,3	36	3,6
	0,15—0,25	12,0	4,2	35	5,6	47	4,0
Подсолнечник	>0,45	21,0	3,6	17	4,8	23	3,6
	0,35—0,45	20,0	4,0	20	5,4	27	2,7
	0,25—0,35	10,5	4,1	25	5,3	34	2,8
	0,15—0,25	11,5	3,7	32	4,9	43	2,6
Сахарная свекла	>0,45	400	52	13	72	18	2,5
	0,35—0,45	365	57	16	80	22	2,1
	0,25—0,35	320	63	20	86	27	2,1

всего урожай колеблется относительно средней величины во влажных зонах с показателем увлажнения больше 0,45. В этих зонах величины коэффициента вариации составляют около 15—20% по средним величинам и около 20—30% по ежегодным величинам урожая. Наибольшее колебание урожая характерно для засушливой и очень засушливой зон, где величины коэффициента вариации составляют около 30—40% по средним и около 35—50% по ежегодным величинам урожая.

Колебания средних величин урожая могут быть вызваны различными хозяйственными и природными условиями сортоучастков, а также биологическими особенностями стандартных сортов.

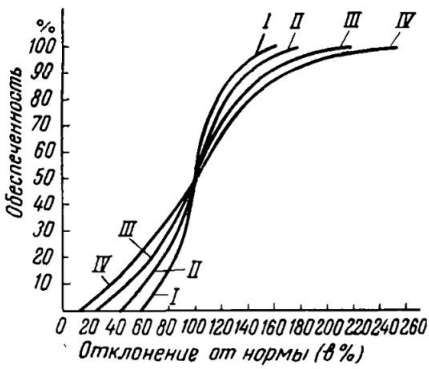


Рис. 23. Кривые обеспеченности различных величин урожая зерновых культур, выраженных в процентах от нормы, в условиях различного увлажнения.

При более совершенных сортах и лучших хозяйственных условиях отклонения от уровня урожая будут положительные, при менее совершенных сортах и худших хозяйственных условиях — отрицательные.

Максимальные величины урожая при данном уровне агротехники, связанные с климатическими условиями, можно определить по зонам, пользуясь кривыми обеспеченности урожая (рис. 23). Если среднюю величину урожая принять за 100%, то во влажных зонах максимальная величина урожая составит 160—180% от средней многолетней величины, в полувлажной зоне лесостепи — приближенно 220% и в засушливых зонах — около 260%.

Биоклиматическая классификация сельскохозяйственных культур

Приведенные материалы по бонитировке сельскохозяйственных культур позволяют в некоторой мере восполнить имеющийся в литературе пробел классификации культур

по признаку их продуктивности. Практическая важность разработки этого вопроса очевидна.

В растениеводческой литературе сельскохозяйственные культуры обычно классифицируют в порядке их биологических и хозяйственных форм — зерновые, зернобобовые, масличные культуры, корне- и клубнеплоды, кормовые травы и т. д. Такой классификацией отражаются в некоторой мере и биологические особенности отдельных групп культур — требования их к условиям внешней среды. Указанной классификации обычно придерживаются в учебной растениеводческой литературе (Д. Н. Прянишников, 1922; И. В. Якушкин, 1953, и др.).

Подробная разработка биоклиматических классификаций сельскохозяйственных культур имеется в работах Г. Т. Селянинова (1930), В. Н. Степанова (1957), П. И. Колоскова (1947).

По схеме классификации Селянинова, построенной на эколого-генетической основе, сельскохозяйственные культуры подразделены на три группы: 1) однолетние с законченным циклом развития и короткими фазами цветения и созревания; 2) однолетние с законченным циклом развития и растянутыми фазами цветения и созревания; 3) многолетние. Группы разделены на подгруппы — растения умеренного, субтропического и тропического климата. Дальнейшее разделение сделано по начальной температуре развития растений, общей потребности их в суммах температур и по отношению к крайним низким и высоким температурам.

Классификация Степанова построена на той же основе и отличается лишь большей детализацией данных и большим охватом культур.

В основу классификации Колоскова положен признак продолжительности вегетационного периода культур и отношение культур к условиям влагообеспеченности. Кроме того, растения характеризуются по величине транспирационного коэффициента, температуре начала периода вегетации и морозоустойчивости растений. Для некоторых культур дополнительно учтены растянутость периода созревания, отношение к сухости воздуха, солнечному освещению, доступу кислорода в почве.

Недостатком биоклиматических классификаций культур является неувязка их с классификациями климата, а также отсутствие учета важнейшего классификационного

признака — продуктивности культур. Эти классификации очень важно пополнить также признаками, характеризующими отношение культур к почвам, их реакцию на виды удобрений в соответствующих почвенно-климатических условиях. Практически удобно культуры распределять в порядке их биологических и хозяйственных форм, что и принято нами в приведенной классификации сельскохозяйственных культур (приложение 2). В приложении указаны следующие важнейшие признаки культур: общая и сортовая группы скороспелости, реакция на длину дня, температура начала и конца вегетации, губительная температура при заморозках, отношение культур к условиям увлажнения, а также результативный признак — продуктивность культур в баллах (для разных температурных полос в условиях оптимального увлажнения).

Общая группа скороспелости культур установлена в соответствии со шкалой для выделения температурных полос по биоклиматическим суммам температур *.

Сортовая группа скороспелости показана в скобках арабскими цифрами при индексах общей группы скороспелости. Эти цифры указывают на сортовые различия культур, которые сведены в 3—5 групп в таблицах 13 и 14 (см. стр. 59, 63).

Реакция растений на длину дня обозначена индексами: *Д* — длинного дня, *К* — короткого дня, *Н* — нейтральные. К той или иной группе по реакции на длину дня растения отнесены по литературным данным (Е. С. Кузнецова, 1929, Ф. М. Куперман, 1963).

Требования растений к температуре начала и конца созревания и их отношение к низким температурам указаны, по Степанову (1957): I — растения низких ($<5°$), II — пониженных (6—7°), III — средних (8—9°), IV — повышенных (10—11°) и V — высоких ($>12°$) требований к температуре начала или конца вегетации.

По отношению к низким температурам растения подразделяются на:

а — озимые и многолетние травы высокой морозостойкости, способные переносить температуры ниже —20° (озимая рожь, люцерна желтая и др.);

b — озимые и многолетние травы средней морозостойкости, выносящие периодические понижения температуры

* Значение индексов общей группы скороспелости см. на стр. 66.

на глубине узла кущения до —15—20° (морозостойкие сорта озимой пшеницы, клевер позднеспелый, люцерна синяя).

c — озимые и многолетние травы малой морозостойкости, неспособные переносить температуру ниже —10—15° (малостойкие сорта озимой пшеницы, ячмень, клевер южный, закавказский).

d — яровые высокой морозостойкости, выдерживающие кратковременные заморозки до —8° (ранние яровые хлеба, зернобобовые и масличные раннего высева);

e — морозостойкие культуры, переносящие заморозки до —4—6° (корнеплоды, большинство масличных и прядильных умеренного пояса, ранних сроков сева).

f — малоустойчивые к заморозкам растения, не переносящие температуры ниже —2—3°, поздних сроков сева (кукуруза, просо, сорго, соя, картофель и др.).

g — неустойчивые к заморозкам растения тропического происхождения, которые повреждаются незначительными заморозками от —0,5 до—1° (фасоль, рис, хлопчатник).

Отношение растений к условиям увлажнения обозначено индексами: *З* — засухоустойчивые растения, *У* — растения умеренных требований к влаге и *В* — влаголюбивые растения. При отнесении растений к указанным группам учитывался характер кривых связи величины урожая со значениями показателя увлажнения, а также литературные данные об относительной потребности растений во влаге.

Для засухоустойчивых растений характерен пониженный транспирационный коэффициент в среднем менее 300°. Обычно это растения южных засушливых районов. Для растений умеренных требований к влаге характерны средние величины транспирационного коэффициента — около 300—500.

Влаголюбивые растения отличаются более высокими величинами транспирационного коэффициента; нулевые величины урожая, по приведенным выше кривым связи, соответствуют значению показателя увлажнения более 0,10 (0,22).

Продуктивность культур показана индексами и баллами.

Большинство сельскохозяйственных культур выявляют свою продуктивность при достаточной обеспеченности их влагой. Поэтому в классификационной таблице

(приложение 2) показатели продуктивности и приведены для таких условий, а в приложении 1 — для условий недостаточного увлажнения по соответствующим зонам увлажнения.

Индексы биоклиматической классификации позволяют выразить производственную оценку культур формулами. Пример формулы для проса:

$$Ср(5),\ К,\ IV,\ f,\ З,\ Пв-Пв.$$

Согласно формуле, данный биоклиматический тип относится по общей группе скороспелости к среднеранним культурам умеренного пояса, сорт поздний [*Ср* (5)], короткого дня (*К*), требует повышенной температуры в начале и конце вегетации (IV), малоустойчивый к заморозкам (*f*), засухоустойчивый (*З*), в условиях достаточного увлажнения повышенной продуктивности по кормовым единицам, белку и стоимости (*Пв — Пв*).

Приведенные выше материалы позволяют сравнительно оценить продуктивность сельскохозяйственных культур. Для этого они сведены в ряд по убывающей их продуктивности, выраженной баллами по кормовым единицам и белку, а для технических и только продовольственных культур — по стоимости (табл. 40).

Таблица 40

Сравнительная оценка относительной продуктивности сельскохозяйственных культур (при оптимальных условиях развития и роста)

Продуктивность культур по кормовым единицам и стоимости урожая	Баллы продуктивности	Продуктивность культур по белку	Баллы продуктивности
Культуры очень высокой продуктивности	>250	*Культуры очень высокой продуктивности*	>250
Конопля *	1372	Кукуруза на зерно	273
Рис *	1106	Чина	270
Лен-долгунец *	974	Свекла	265
Хлопчатник *	768	Кормовые бобы	259
Свекла	449	Озимая пшеница	256
Кукуруза	377		
Картофель	314	*Культуры высокой продуктивности*	201—250
Подсолнечник *	295		
Сорго на силос	272	Горох	219 (271)**
Кукуруза на силос	254	Люпин	212
		Люцерна	244

Продуктивность культур по кормовым единицам и стоимости урожая	Баллы продуктивности	Продуктивность культур по белку	Баллы продуктивности
Культуры высокой продуктивности	201—250	Соя	206
Фасоль *	226	Эспарцет	205
Сорго	219	*Культуры повышенной продуктивности*	151—200
Озимый ячмень	210	Картофель	181
Лен масличный *	209	Люпин на силос	185
Озимая пшеница	203	Просо	174
Культуры повышенной продуктивности	150—200	Суданская трава	176
Просо	190	Кормовые бобы	171
Гречиха *	188	Чечевица	166
Нут	175	Озимый ячмень	153
Озимая рожь	173	*Культуры средней продуктивности*	116—150
Культуры средней продуктивности	116—150	Яровая пшеница	147 (184)**
Ячмень	148	Озимая рожь	146
Суданская трава на силос	139	Сорго	136
Овес	127	Кукуруза на силос	133
Кормовые бобы на силос	124	Клевер одноукосный	128
Горох	120 (134)**	Овес	121
Культуры пониженной продуктивности	86—115	*Культуры пониженной продуктивности*	86—115
Клевер одноукосный	115	Ячмень	108
Яровая пшеница	114 (140)	Вико-овес на сено	103
Клевер двуукосный	113		
Чина	99		
Эспарцет на сено	95		
Вико-овес на силос	94		
Соя на силос	86		
Культуры низкой продуктивности	55—85		
Чечевица	84		
Соя на зерно	80		
Люпин на зерно	72		
Вико-овес на сено	70		

* Оценка продуктивности проведена по стоимости урожая.

** В скобках — балл при нормальных условиях роста.

Биоклиматические предпосылки правильного подбора сельскохозяйственных культур

Главнейшим практическим выводом, который следует сделать из бонитировки климата и сельскохозяйственных культур является биоклиматическое (агроклиматическое) обоснование правильного подбора и размещения сельскохозяйственных культур. Остановимся несколько подробнее на теоретических предпосылках этого вопроса и вытекающих из них практических выводах.

Особенностью сельскохозяйственного производства является, как отмечалось, утилизация солнечной энергии посредством растительных организмов, мерилом чего служит урожайность культур.

Основными мерами, обеспечивающими наибольшую утилизацию солнечной энергии, являются правильный подбор сельскохозяйственных культур и внедрение научных систем интенсивного земледелия применительно к почвенно-климатическим условиям.

Возделываемые сельскохозяйственные культуры должны отвечать требованиям высокой продовольственной, кормовой и технической ценности и высокой продуктивности. Некоторые культуры (травы), как отмечалось,— хорошие предшественники ценных технических культур и способствуют улучшению агрофизических свойств почвы. При подборе тех или иных культур для данной местности необходимо всесторонне учитывать биоклиматические особенности культур и соответствие этих особенностей конкретным почвенно-климатическим условиям.

Важнейшие биоклиматические особенности основных сельскохозяйственных культур приведены в рассмотренной выше классификации. Из этих особенностей при подборе культур важно учитывать свойство продуктивности.

Массовый анализ данных по урожайности показал, что чем больше продолжительность вегетационного периода, тем, как правило, растения, относящиеся к определенной экологической группе, накапливают больше органического вещества. Поэтому для каждого природного района следует подбирать такие наиболее продуктивные и высококачественные культуры, длина вегетационного периода которых соответствовала бы возможной (климатической) длине периода вегетации, с тем чтобы полнее использовать тепло солнечной радиации. Исключением могут быть районы,

где более позднеспелые культуры попадают под воздействие неблагоприятных метеорологических условий, главным образом засухи (Казахстан, некоторые районы Сибири). К культурам, которые наиболее полно используют тепло солнечной радиации, относятся рис, кукуруза, сахарная свекла, картофель, некоторые бобовые и др.

На примере кукурузы, значительно превосходящей по длине вегетационного периода другие культуры, показана тенденция роста относительной продуктивности (коэффициента продуктивности) по мере увеличения продолжительности вегетационного периода. Из этого следует, что одна позднеспелая культура, если ее рост не лимитируется неблагоприятными условиями внешней среды, может дать больший урожай органического вещества, чем две раннеспелые культуры за один и тот же период возможной вегетации. Соблюдение этого правила оправдывается и тем, что посев двух менее урожайных культур требует больших дополнительных затрат на обработку почвы.

При подборе культур наряду с учетом их продуктивности по кормовым единицам следует учитывать продуктивность и по белку. В этом отношении особенно выгодно отличаются бобовые культуры, одна весовая единица которых содержит в 3—5 раз больше белка, чем другие культуры. Учитывая скороспелость некоторых ценных бобовых культур (горох), их следует прежде всего возделывать на полях, подготавливаемых к севу озимых, или как промежуточные культуры, а также широко практиковать смешанные посевы бобовых (люпина, сои, бобов) с кукурузой, обеспечивающие наибольший выход кормовых единиц и белка с единицы площади.

На основе агроклиматического анализа продуктивности культур можно сделать также некоторые дополнительные практические выводы.

Во всех местах, где климатическими и агроклиматическими условиями обеспечена перезимовка озимых (пшеницы, ячменя, ржи), продуктивность их будет всегда больше продуктивности яровых форм благодаря более длинному вегетационному периоду (с учетом осеннего периода вегетации) и лучшей ассимиляции условий внешней среды осеннего и ранневесеннего сезонов.

Потребность страны в продуктах раннеспелых культур (овес, ячмень и др.) должна покрываться возделыванием их главным образом в северных районах (холодно-умеренном

подпоясе) со сравнительно коротким возможным периодом вегетации.

Наряду с выведением скороспелых сортов кукурузы, бобовых и других ценных культур с целью продвижения их в более северные районы для возделывания на зерно, необходимо выводить и наиболее позднеспелые сорта, обеспечивающие получение большего количества биомассы, а следовательно, и продовольственного продукта, а также кормов для скота.

Кроме правильного подбора вызревающих культур, важнейшим мероприятием по максимальной утилизации солнечной энергии является продвижение высокоурожайных и высококачественных культур (кукурузы, сахарной свеклы и др.) из южных в более северные районы для возделывания их на корм. Эти культуры, не достигая полного созревания (на зерно), накапливают здесь органического вещества примерно столько же, сколько в южных районах и даже больше, чем в засушливых районах. При указанном продвижении культуры с длинным вегетационным периодом вегетируют в более северных районах весь период возможного роста в молодом возрасте и поэтому при высокой энергии роста. У обычных же культур энергия роста во второй половине вегетации сильно падает. В этот период происходит преимущественно перераспределение в растении уже накопленных пластических веществ. При возделывании южных культур на корм скоту в более северных районах коэффициент полезного использования солнечной энергии как бы удваивается.

Встает вопрос, нет ли несоответствия между условиями северных районов и требованиями выращиваемых в них южных растений. Такое несоответствие наблюдается в длине вегетационного периода в целом, вследствие чего культуры не могут пройти все фазы развития и не вызревают. Для начальных и некоторых последующих фаз роста южных растений (колошение, молочная и молочно-восковая спелость) условия в северных районах имеются.

При подборе культур с удлиненным вегетационным периодом для возделывания их на корм в более северных районах следует учитывать качество получаемых кормов от разных по скороспелости сортов. Кукуруза дает более полноценный корм в фазе молочно-восковой спелости. Этой фазы в ряде районов нечерноземной зоны не достигают позднеспелые более урожайные сорта.

При продвижении на север более позднеспелых южных культур следует учитывать не только их требование к климату, но и к почвам. Если в северных районах климатические условия отвечают требованиям южных растений (для отдельных фаз), то почвенные условия являются главным препятствием возделывания южных культур на корм в более северных районах. Кукуруза, например, не переносит кислых почв, что приводит не только к снижению урожая, но и к гибели посевов. Поэтому возделывать кукурузу севернее ее климатических границ на зерно можно только при создании высокого агрофона (в частности, известкования).

В максимальной утилизации солнечной энергии, кроме правильного подбора основных сельскохозяйственных культур, большое практическое значение имеет также подбор промежуточных культур — пожнивных, подсевных и высеваемых до посева основной культуры.

Успех возделывания промежуточных культур определяется остаточными тепловыми ресурсами и влагообеспеченностью соответствующих частей периода вегетации, а также потребностью культур в тепле и влаге. Необходимые сведения о потребности культур в тепле по ряду культур приведены в таблицах 13, 14 (стр. 59, 63). По многим культурам такие сведения приводит также В. А. Смирнов (1959, 1960). При рассмотрении вопроса о возделывании пожнивных культур автор указывает, что для созревания ранних сортов овса, ячменя, гречихи, проса, гороха, рыжика, льна на волокно, картофеля, турнепса необходимо в среднем около 1200° сумм температур и около 80 дней вегетационного периода. Среднеспелым сортам этих культур нужно около 1600° и до 100 дней вегетационного периода. Скороспелые сорта масличных культур (лен, горчица) по потребности в тепле приближаются к перечисленным выше культурам скороспелых сортов. Среднеспелые сорта масличных культур вегетируют около 120 дней, и им необходимо 2000° сумм температур. Примерно столько же требуют поздние сорта картофеля, пайзы и ранние сорта кукурузы. Для достижения только кормовой спелости (фазы цветения) таким культурам, как просо, рапс, райграс, пелюшка, горох, соя, вика, кормовые бобы, гречиха, овес, ячмень, горчица, люпин синий, необходима сумма температур не более 1000° и продолжительность периода вегетации не более 60 дней. Пайза, вика, эрвилия, судан-

ская трава, могар, чумиза, подсолнечник, кукуруза, африканское просо достигают фазы цветения при сумме температур 1400—1600° и продолжительности периода вегетации 60—90 дней.

Остаточные ресурсы тепла для промежуточных культур могут быть установлены по разности между климатическими суммами температур и потребными суммами для основных культур. Распределение климатических сумм температур выше 10° показано на рисунке 2 (см. стр. 75).

Об обеспеченности промежуточных культур влагой можно судить по месячным величинам показателя атмосферного увлажнения. Такие величины показаны по областям увлажнения на графиках динамики увлажнения (рис. 26, стр. 211).

Можно принять, что в засушливых местах с месячными значениями показателя увлажнения менее 0,20—0,25 (0,44—0,55) складываются неблагоприятные условия для промежуточных культур.

Остановимся кратко на возможностях возделывания промежуточных культур в различных районах СССР.

Наиболее благоприятные условия для таких культур складываются в теплом поясе на поливных землях. Возможность возделывания двух экологически разных типов культурных растений — основной признак этого пояса.

В теплом поясе лучшими культурами, использующими тепло осенне-зимне-весеннего периода являются озимые культуры, прежде всего озимая пшеница и озимый ячмень, а также озимый горох и озимо-бобовые смеси. Озимыми культурами целесообразно занимать все площади, подготавливаемые под посевы хлопчатника. Потребность озимых в суммах температур за весенне-летний период составляет около 1500°. На летне-осенний период приходится от 2800 до 4000° сумм температур выше 10°. После уборки озимых эти тепловые ресурсы целесообразно использовать, высевая высокоурожайные и высококачественные культуры, такие, как кукуруза на зерно и силос, джугара, рис. В южной полосе пояса можно получать даже два урожая кукурузы на силос. Из-под озимых часть площади целесообразно отводить под люцерну и эспарцет. Эти культуры лучше высевать под покров зерновых, так как в первый год вегетации они не дают высокого урожая.

Благоприятные температурные условия для получения полноценного урожая от двух культур на одном поле есть

в полосе поздних и среднепоздних культур умеренного пояса. Эти полосы обычно засушливые, полусухие и сухие, кроме некоторых районов северного Кавказа. В засушливых и сухих местах здесь развито и будет развиваться поливное земледелие. После уборки рано созревающих полевых культур остаточные суммы температур основного периода вегетации составляют в полосе поздних культур 1900—2500° и в полосе среднепоздних культур 1300—1900°.

Тепловые ресурсы указанных полос целесообразно использовать следующим образом. На поливных землях, где обеспечивается перезимовка растений, первыми должны быть озимые: пшеница, ячмень, горох. Особенно оправдывает себя на поливе в полосе поздних культур озимая пшеница Безостая 1, как неполегающая высокоурожайная культура. Лучшими вторыми пожнивными культурами являются: кукуруза и сорго (обычно на силос), сахарная свекла на корм, ранний картофель, просо, горох, гречиха.

В местах, где озимые плохо зимуют, лучшими первыми культурами являются горох, ячмень, картофель ранний. В слабозасушливых местах Северного Кавказа указанные первые и вторые культуры могут возделываться без полива.

В полосе средних культур умеренного пояса остаточные суммы температур после уборки рано созревающих полевых культур составляют 800—1400°. В этой полосе в увлажненных районах европейской части СССР в качестве пожнивных могут быть злакобобовые смеси на зеленый корм и силос, ранний картофель и другие малотребовательные к теплу культуры. В указанных увлажненных местах большое значение приобретают подсевные культуры — сераделла, люпин, турнепс, кормовая морковь, брюква. Особенно большое хозяйственное значение имеет подсевная сераделла на легких почвах для получения зеленого корма и на зеленое удобрение.

Подсевные культуры могут иметь значение и в полосе среднеранних культур, особенно в южной ее части. Здесь остаточные суммы температур составляют 200—800°.

В холодно-умеренном подпоясе может быть также эффективным возделывание на одном поле двух культур на корм в сочетании озимая рожь — злакобобовые смеси. Рожь убирают после цветения, то есть в начале — середине лета, после чего остается еще достаточно времени

для получения большого количества зеленой массы зернобобовых смесей. При этом культуры вегетируют при высокой энергии роста, что обеспечивает наибольшее использование солнечной энергии.

Таковы в общих чертах биоклиматические предпосылки правильного подбора сельскохозяйственных культур.

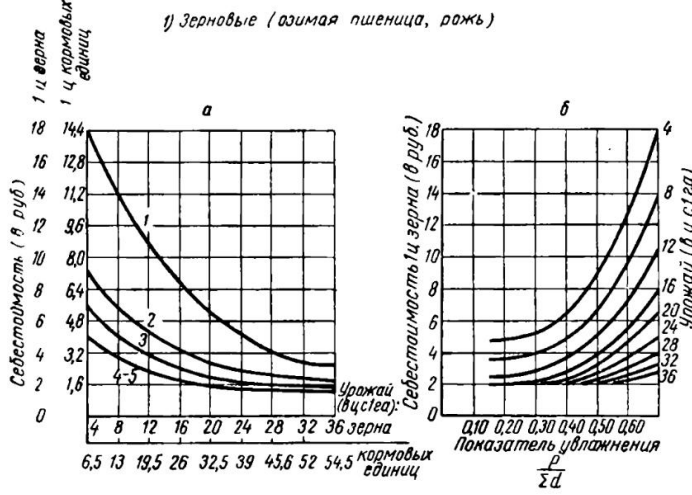
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

При подборе сельскохозяйственных культур биоклиматическая оценка продуктивности их должна сопровождаться экономической оценкой. Остановимся кратко на методике такой оценки и на примерах применения ее.

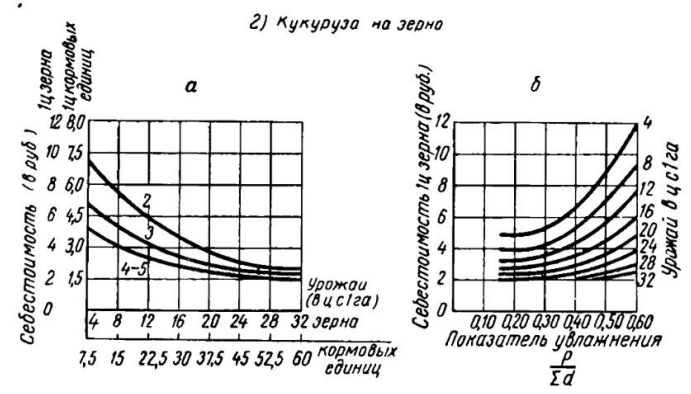
Анализ материалов госсортсети показывает, что продуктивность культур при сравнительно однородной агротехнике в основном определяется климатическими условиями. Эти условия прямо или косвенно в той или иной мере обусловливают и экономическую эффективность их возделывания. Прямое или непосредственное влияние выражается в снижении урожая вследствие недостатка или избытка тепла и влаги, в увеличении затрат труда на полевые работы при частом выпадании атмосферных осадков и др. Косвенное влияние связано с особенностями физико-географической среды. В северных районах требуется периодическое известкование кислых почв, осушение заболоченных. Для северных районов с ледниковым холмистым рельефом характерна мелкоконтурность и раздробленность сельскохозяйственных угодий, чему способствует также избыточное атмосферное увлажнение. Все это ведет к увеличению производственных затрат. В южных засушливых районах климатические условия обычно не препятствуют полевым работам, а большие поля способствуют механизации всех процессов, что ведет к снижению затрат.

О территориальных различиях экономической эффективности возделывания культур можно судить по показателям: урожайности, себестоимости, доходности (разность между стоимостью урожая по закупочным ценам и затратами производства) и уровню рентабельности (доходность в % к затратам). Для сравнительной экономической оценки культур указанные показатели должны отвечать требованию сопоставимости.

1) Зерновые (озимая пшеница, рожь)



2) Кукуруза на зерно



3) Кукуруза на силос

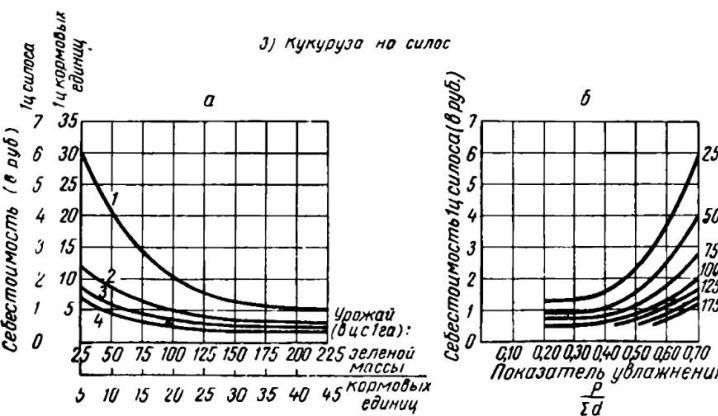
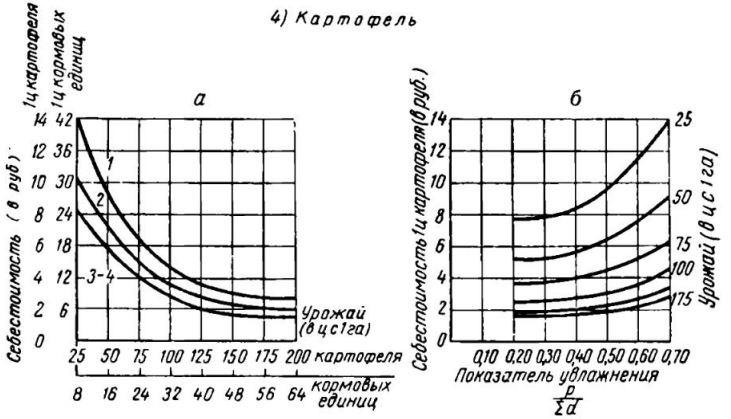


Рис. 24. Связь между себестоимостью и урожаем сельскохозяйственных культур по зонам увлажнения. Зоны увлажнения:
1 — избыточная (>0,60); *2* — влажная (0,45—0,60); *3* — полувлажная (0,35—0,45); *4* — полузасушливая (0,25—0,35); *5* — засушливая (0,15—0,25).





Получить сопоставимые величины показателя урожайности можно благодаря разработанной нами методике бонитировки сельскохозяйственных культур. По этой методике величины урожая сравниваемых культур снимаются с графиков, обнаруживающих связь урожая при однородном уровне агротехники с показателями тепло- и влагообеспеченности (рис. 21, стр. 150). Снятые с графиков величины урожая выражаются в кормовых единицах, белке, стоимости урожая и в относительных величинах — баллах. Следует особенно подчеркнуть сопоставимость баллов, посредством которых практически исключается влияние на урожай агротехники.

Публикуемые величины себестоимости (ЦСУ, годовые отчеты колхозов и совхозов) не отвечают требованиям сопоставимости, так как сильно зависят от природных и хозяйственных условий (уровня агротехники, механизации работ и др.). Поэтому для придания показателю себестоимости свойств сопоставимости необходимо его устанавливать относительно тех природных и хозяйственных условий, которые определяют соответствующий уровень урожайности, то есть необходимо пользоваться сопряженными величинами урожайности и себестоимости. Для получения сопряженных величин мы по данным совхозов за 1958 г. определяли связь между себестоимостью единицы урожая и величинами урожая с 1 га относительно различных зон увлажнения и тепловых подпоясов территории СССР. Форма связи себестоимости и урожайности по некоторым культурам представлена графиками (рис. 24, *а*, *б*). Они выражают связь себестоимости с величиной урожая в разных зонах увлажнения, связь себестоимости со значениями показателя увлажнения при различной урожайности. Согласно рисунку 24, себестоимость единицы урожая при одинаковых его величинах тем выше, чем больше увлажнение местности, а при разном урожае тем ниже, чем выше урожай. Пользуясь сопоставимыми величинами урожайности и себестоимости, можно получить также сопоставимые величины доходности — основного показателя экономической эффективности культур.

Показатель рентабельности — относительная величина. Он выражается в процентах и может быть высоким при малой урожайности и наоборот (табл. 41). Этим показателем при определении экономической эффективности культур следует пользоваться наряду с другими показателями.

Таблица 41

Показатели экономической оценки сельскохозяйственных культур в сопоставлении по зонам увлажнения

Культура	Полоса средних культур умеренного пояса (*У*[1])							
	при урожайности на уровне агротехники ГСУ				при урожайности ниже в 3 раза			
	В	*Пв*	*Пз*	*З*	*В*	*Пв*	*Пз*	*З*
Урожайность культур (основного продукта, в ц с 1 га)								
Сахарная свекла	—	345	290	—	—	115	97	—
Кукуруза (зерно)	41	37	31	22	14	12	10	7
Кукуруза (силос)	360	350	320	210	120	117	107	70
Картофель	210	190	150	94	70	63	50	31
Озимая пшеница	32	28	24	17	11	9	4	6
Многолетние травы	68	48	38	24	23	16	13	8
Урожайность в кормовых единицах (в ц с 1 га)								
Сахарная свекла	—	121	101	—	—	40	34	—
Кукуруза (зерно)	77	70	59	42	26	23	20	14
Кукуруза (силос)	72	70	64	42	24	23	21	14
Картофель	71	64	51	32	24	21	17	11
Озимая пшеница	51	44	38	27	17	15	13	9
Многолетние травы	34	23	19	12	11	8	6	4
Урожайность (в баллах)								
Сахарная свекла	—	402	372	—	—	—	—	—
Кукуруза (зерно)	256	232	196	140	—	—	—	—
Кукуруза (силос)	240	232	218	140	—	—	—	—
Картофель	238	215	170	106	—	—	—	—
Озимая пшеница	171	142	126	90	—	—	—	—
Многолетние травы	116	75	62	38	—	—	—	—
Себестоимость 1 ц кормовых единиц (в руб.)								
Озимая пшеница	1,8	1,6	1,4	1,6	4,6	3,6	2,9	4,0
Многолетние травы	2,2	1,8	1,6	1,8	2,8	2,8	2,6	3,4
Кукуруза (зерно)	2,1	1,9	1,6	1,9	3,6	3,2	2,5	3,7
Кукуруза (силос)	3,5	2,5	2,0	2,0	4,0	3,5	3,0	3,5
Сахарная свекла	—	4,0	4,0	—	—	6,4	6,4	—
Картофель	6,0	3,9	4,8	—	15,0	13,5	15,6	21,0

Примечание. Зоны: *В* — влажная, *Пв* — полувлажная, *Пз* — полузасушливая, *З* — засушливая.

Культура	Полоса средних культур умеренного пояса (У [1])							
	при урожайности на уровне агротехники ГСУ				при урожайности ниже в 3 раза			
	В	Пв	Пз	З	В	Пв	Пз	З
Доходность (в руб.)								
Картофель	439	535	373	109	—72	—22	—59	—102
Сахарная свекла	—	437	370	—	—	51	34	—
Озимая пшеница	401	208	184	127	83	40	44	21
Кукуруза (зерно)	147	146	140	92	10	19	29	6
Кукуруза (силос)	36	105	128	79	0	12	21	7
Многолетние травы	131	98	74	49	37	25	22	11
Уровень рентабельности (в %)								
Озимая пшеница	435	292	328	295	105	75	122	58
Многолетние травы	172	245	246	233	100	120	137	91
Картофель	103	214	152	39	—20	—8	—22	—44
Кукуруза (зерно)	91	110	149	116	11	25	60	12
Сахарная свекла	—	90	91	—	—	20	14	—
Кукуруза (силос)	14	60	100	94	0	15	33	18

Примечание. При определении доходности заготовительные цены взяты для озимой пшеницы в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР и мартовского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС, а для остальных культур — в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР 1960 г.

Схема расчета экономической эффективности культур по указанным показателям может быть представлена на примере зерновых культур в следующем виде.

Исходные показатели: урожай зерна — 20 ц с 1 га; урожай соломы — 30 ц с 1 га; себестоимость 1 ц зерна для лесостепной зоны — 2 руб. 40 коп.; себестоимость 1 ц соломы — 40 коп.; закупочная цена (средняя для зерновых) 1 ц зерна — 8 руб. 60 коп., 1 ц соломы — 1 руб. 40 коп.

По этим показателям:

общие затраты на 1 га составляют по производству зерна 48 руб. (20 ц с 1 га × 2 руб. 40 коп.) и соломы 12 руб. (30 ц с 1 га × 40 коп.), всего 60 руб.;

общая стоимость урожая по закупочной цене: зерна 172 руб. (20 ц с 1 га × 8 руб. 60 коп.), соломы 42 руб. (30 ц с 1 га × 1 руб. 40 коп.), всего 214 руб.;

доходность составляет 154 руб. (214 руб.—60 руб.) и уровень рентабельности 257% $\left(\frac{154 \text{ руб.} \cdot 100}{60 \text{ руб.}}\right)$.

Рассмотрим характер изменения показателей экономической оценки культур под влиянием природных (климатических) и хозяйственных условий. Последние выражены различными величинами урожайности при повышенной (на уровне ГСУ) и при пониженной агротехнике (урожай ниже в 3 раза). Сопоставим показатели экономической оценки для температурной полосы средних культур ($У^1$) и относящихся к ней зон увлажнения (табл. 41).

Согласно таблице 41, при повышенной агротехнике указанные в ней экологические типы культур распределяются по продуктивности в следующем порядке: сахарная свекла, кукуруза, картофель, озимая пшеница, многолетние травы.

По себестоимости единицы урожая культуры распределяются в ином порядке. Наименьшую себестоимость имеет озимая пшеница и многолетние травы, далее следуют кукуруза, сахарная свекла и на последнем месте стоит картофель.

Величины доходности определяются соотношением продуктивности культур, себестоимости и стоимости продукции. В соответствии с конкретным соотношением этих элементов при повышенной агротехнике на первом месте по доходности стоит картофель. Высокая доходность этой культуры, имеющей наибольшую себестоимость, обеспечивается высокой урожайностью и сравнительно повышенной его стоимостью. Далее по доходности следуют сахарная свекла, подсолнечник, озимая пшеница, кукуруза, многолетние травы.

Величины показателя рентабельности при повышенной агротехнике наиболее высокие для озимой пшеницы и многолетних трав и наиболее низкие для свеклы и кукурузы на силос.

При пониженной агротехнике последовательность показателей экономической оценки культур может меняться. Так, в полувлажной зоне по себестоимости меняются местами картофель и свекла, многолетние травы и озимая пшеница. Картофель, занимая при повышенной агротехнике по доходности первое место, становится убыточным при

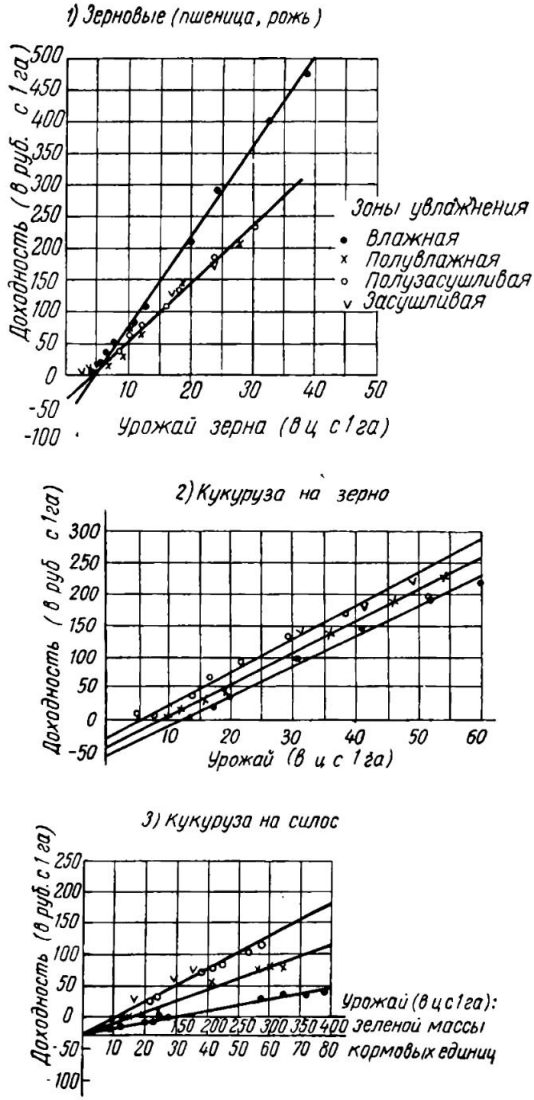


Рис. 25. Связь между доходностью и урожаем сельскохозяйственных культур.

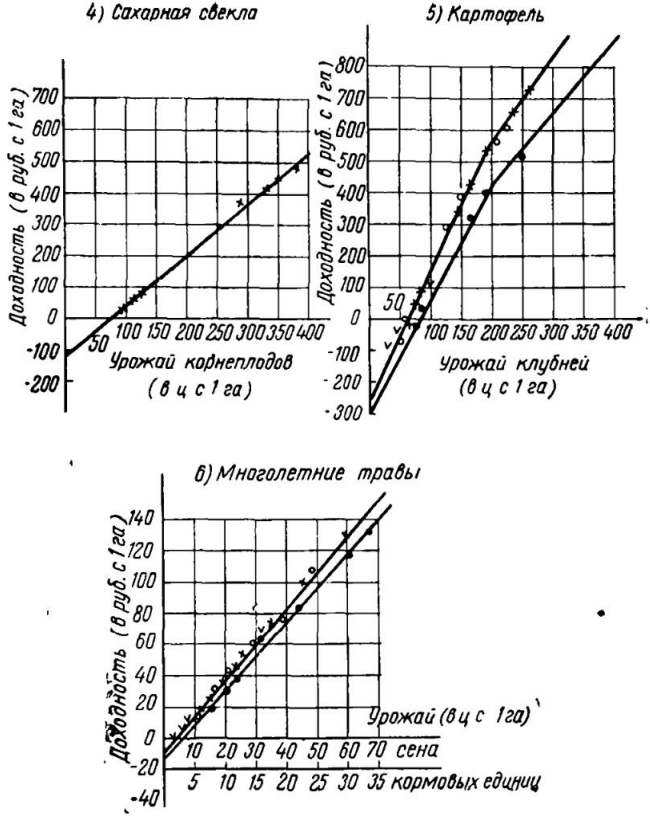


Рис. 25. Продолжение.

пониженной. Доходность других культур снижается в 5—10 раз и более.

Изменение доходности в зависимости от урожайности культур видно на рисунке 25. Прямые линии характеризуют уровни доходности при разных величинах урожайности в разных зонах увлажнения. Пересечение этих линий с осью абсцисс показывает урожайность, ниже которой возделывание культур становится убыточным. По рисунку 25(2) можно, например, определить, что возделывание кукурузы на зерно становится убыточным во влажной зоне приблизительно при урожае 10 ц с 1 га, а в полузасушливой и засушливой зонах — при урожае

около 5 ц с 1 га. Порог урожайности, ниже которого возделывание культур становится убыточным, можно также определить по рисунку 24 (1—5) на стр. 178 сопоставлением стоимости по закупочным ценам и себестоимости, снятой с рисунка.

Уровень рентабельности, как и доходность, с понижением урожайности культур прогрессивно падает.

Приведенным анализом показателей экономической оценки сельскохозяйственных культур вскрываются следующие важные особенности.

1. Экономическая эффективность возделывания культур наиболее полно выявляется при повышенной агротехнике; при пониженной агротехнике культуры, как правило, сближаются по экономической эффективности. Например, в полосе культур средней спелости ($У^1$) при повышенной агротехнике доходность сахарной свеклы составляет 370, а кукурузы 140 руб. на 1 га (превышение в 2,64 раза), при пониженной доходность соответственно составляет 34 и 29 руб. (превышение в 1,17 раза). Отмеченная особенность свидетельствует о том, что структура посевов не может быть одинаковой при различных уровнях интенсификации сельского хозяйства. С повышением ее в структуре посевов должен увеличиваться удельный вес потенциально более урожайных и доходных культур.

2. Согласно рисунку 24, себестоимость единицы продукции, начиная с определенного уровня урожая, выравнивается, и дальнейший прирост урожая уже не влечет за собой значительного снижения себестоимости. Это объясняется тем, что дополнительные затраты на прирост урожая и себестоимость прироста балансируются. Отсюда следует, что для сравнительной экономической оценки культур необходимо пользоваться сопряженными данными себестоимости и урожайности, относящимися к повышенной агротехнике. Данные урожайности ГСУ соответствуют примерно выравненным величинам себестоимости. Поэтому они и сопряженные с ними данные себестоимости могут быть взяты за основу для определения главного показателя экономической эффективности — доходности в разных почвенно-климатических условиях.

Приведенные графики (рис. 24, 25) строились по материалам совхозов за 1958 г. Правомерно ли определение сопряженных величин себестоимости по этим графикам, то есть возможно ли более широкое их использование?

Сопоставление снятых с графиков величин себестоимости с фактическими величинами за другие годы и средними за ряд лет показывает близкое их сходство (табл. 42).

Таблица 42

Фактические и вычисленные значения показателя себестоимости единицы урожая

Область	Показатель увлажнения $\left(\frac{P}{\Sigma d}\right)$	Урожай зерновых (в ц с 1 га)	Себестоимость 1 ц зерна (в руб.)	
			фактическая	вычисленная
Вологодская	0,60	6,3	16,4	16,0
Ленинградская	0,60	8,1	16,6	14,0
Псковская	0,60	5,0	15,6	16,8
Брянская	0,53	6,2	7,6	7,8
Костромская	0,60	5,2	12,1	11,8
Орловская	0,54	7,4	6,8	8,0
Смоленская	0,60	4,8	15,8	16,8
Горьковская	0,49	7,0	6,4	6,8
Кировская	0,54	6,1	8,0	7,6
Воронежская	0,34	12,6	3,2	3,0
Курская	0,49	9,8	4,1	5,4
Куйбышевская	0,24	10,3	3,5	3,2
Пензенская	0,37	9,6	4,2	4,2
Башкирская АССР	0,35	9,0	3,9	3,9
Татарская АССР	0,37	8,5	4,9	4,4
Краснодарский край	0,39	22,4	1,9	2,2
Ростовская	0,24	12,8	2,4	2,4
Курганская	0,34	8,9	4,9	3,2
Свердловская	0,52	9,8	5,8	6,0
Тюменская	0,46	7,8	6,4	6,4
Челябинская	0,35	9,7	4,5	3,8
Красноярский край	0,45	8,4	4,9	5,0
Иркутская	0,39	10,6	4,5	4,4
Читинская	0,32	7,8	5,6	4,4
Бурятская АССР	0,38	6,5	5,8	5,2

В таблице 42 по материалам ЦСУ приведены средние за 4 года фактические величины себестоимости 1 ц зерна и величины, снятые с рисунка 24(1*а*). Связь между ними характеризуется коэффициентом корреляции 0,97. Столь высокий коэффициент указывает на достоверность вычисленных по графику величин себестоимости.

Близкое сходство фактических и вычисленных величин себестоимости объясняется тем, что указанными графиками связываются средние величины себестоимости и урожай-

ности, отражающие экономические различия хозяйств. В одной и той же климатической зоне хозяйства, получающие более высокий урожай при низкой его себестоимости, очевидно, более организованы и технически лучше оснащены, что не зависит от особенностей года. Однако для лучшей достоверности связь между себестоимостью и урожаем следует устанавливать по материалам нескольких лет.

Пользуясь изложенной методикой, можно легко определить сопряженные величины урожая и себестоимость и по ним сравнительные величины доходности культур в различных природных (климатических) и хозяйственных условиях. Однако необходимо учитывать, что экономическая эффективность культур определяется сложным комплексом факторов. Кроме климатических условий и уровня агротехники, определяющих величину урожая, на показатели экономической эффективности влияют механизация производственных процессов, размеры полей и др. Эти факторы вызывают по хозяйствам значительные колебания себестоимости сельскохозяйственных продуктов и связанных с ней других показателей экономической оценки культур. О степени их влияния можно судить по величинам коэффициента вариации (отношение среднего квадратного отклонения к арифметической средней, в %). Эти величины составляют 30—40% и более.

Широкие колебания показателя себестоимости по хозяйствам связаны не только непосредственно с климатическими условиями, сколько с различным уровнем механизации полевых работ, разными дополнительными затратами, зависящими от раздробленности полей и др. Устранение таких причин, а также интенсификация сельского хозяйства намного повысят эффективность возделывания сельскохозяйственных культур, особенно во влажных зонах, где условия влагообеспеченности способствуют получению высоких урожаев. Выяснение закономерностей колебания показателей экономической оценки от факторов, непосредственно не связанных с климатом, является предметом специальных исследований.

Наши исследования позволяют усовершенствовать методику бонитировки и экономической оценки природных условий сельского хозяйства на основе учета продуктивности и экономической эффективности каждой возделываемой культуры. Остановимся кратко на этом вопросе.

Бонитировка природных условий должна строиться прежде всего на производственной оценке климата и почвы, так как они обеспечивают растительные организмы необходимыми факторами жизни и отражают комплекс природных условий сельского хозяйства.

Количественно величины урожая сельскохозяйственных культур при относительно однородной агротехнике наиболее тесно связываются с климатическими условиями, что выявлено корреляционными графиками (рис. 21, стр. 150). Поэтому для бонитировки зональных природных условий достаточно пользоваться расчетной продуктивностью культур по климату. Для учета провинциальных и природных местных особенностей необходимо внесение поправок на почву, рельеф и др.

Мы провели бонитировку природных условий по климату на основе учета продуктивности зерновых культур и относительных величин биоклиматического потенциала. Бонитировка будет более достоверной, если оценочный балл определять по продуктивности всех возделываемых культур. Для этого используются баллы оценки продуктивности отдельных сельскохозяйственных культур и данные о структуре посевных площадей (в %). По этим материалам определяется средневзвешенный балл фактической продуктивности климатических (природных) условий. Для выявления веса отдельных культур в оценке природных условий целесообразно определение коэффициентов использования культурами климатических ресурсов в форме отношения балла продуктивности культур к баллу потенциальной продуктивности климата по зерновым. Нахождение средневзвешенного балла продуктивности климата и коэффициентов использования культурами климатических ресурсов поясним на примере Минской области БССР (табл. 43).

Общий балл потенциальной продуктивности климата (природных условий) по зерновым составляет 156. Средневзвешенный балл фактической продуктивности, вычисленный для приведенных в таблице 43 культур, составляет 182. Превышение его над баллом потенциальной продуктивности по зерновым объясняется большим удельным весом высокопродуктивной культуры — картофеля. При исключении картофеля и свеклы балл фактической продуктивности по оставшимся зерновым снижается до 137. Он несколько ниже балла потенциальной продуктивности

Таблица 43

Определение средневзвешенного балла продуктивности климата Минской области БССР

Показатель	Общие показатели (средневзвешенные величины)	Культура									
		озимая рожь	озимая пшеница	яровая пшеница	ячмень	овес	просо	гречиха	зернобобовые	картофель	сахарная свекла
Балл потенциальной продуктивности климата по зерновым культурам	156	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Балл фактической продуктивности	182 (137)*	142	129	95	131	112	139	188**	216	289	402
Структура посевов (в %)	70,8	24,8	1,1	3,5	4,9	9,7	0,1	5,9	0,3	20,0	0,2
Коэффициент использования климатических ресурсов	1,16 (0,88)***	0,91	0,83	0,61	0,84	0,72	0,83	1,20	1,38	1,85	2,58

* Балл при исключении картофеля и свеклы
** Балл по стоимости урожая.
*** Коэффициент при исключении картофеля и свеклы.

Таблица 44

Определение средневзвешенной доходности (Минская область БССР)

Показатель	Общие показатели (средневзвешенные величины)	Культура									
		озимая рожь	озимая пшеница	яровая пшеница	ячмень	овес	просо	гречиха	зернобобовые	картофель	сахарная свекла
Урожай (в ц с 1 га)	—	26,4	24,4	19,0	22,5	23,0	23,4	14,0	19,5	250	270
Балл по урожаю	182	142	129	95	131	112	139	188	216	289	402
Доходность (в руб. на 1 га) . .	326	310	275	205	178	117	229	310	273	515	310
Структура посевов (в %)	70,8	24,8	1,1	3,5	4,9	9,7	0,1	5,9	0,3	20	0,5
Коэффициент доходности	1,79	2,18	2,13	2,15	1,36	1,09	1,65	1,64	1,26	1,78	0,77
Балл по доходности	217	207	171	136	118	78	152	207	170	343	207

климата по зерновым, так как возделываемые зерновые культуры в условиях Минской области не полностью используют климатические ресурсы тепла.

Основным показателем экономической оценки природных условий следует считать средневзвешенную доходность с 1 га при данном технико-экономическом уровне хозяйств. Расчет показателя средневзвешенной доходности покажем также на примере Минской области (табл. 44).

В таблице 44 урожайность и соответствующая балловая оценка определены по обобщенным материалам госсортоучастков, доходность — по графикам связи ее величин с величинами урожайности (рис. 25, с гр. 184), средневзвешенные величины баллов фактической продуктивности и доходности — по структуре посевов, коэффициент доходности — по отношению доходности к баллам по урожаю $\frac{Д}{Бу}$.

Экономическую оценку природных условий, как и бонитировку их, целесообразно давать в балловой системе. Для сопоставимости баллов за базисную величину взята доходность от зерновых при урожае 20 ц с 1 га в 150 руб. в лесостепной полосе. Средневзвешенный балл доходности составляет при этом 217, а соответствующий ему бонитировочный балл — 182.

Превышение балла экономической оценки над бонитировочным баллом вызвано более высокой заготовительной ценой на зерновые культуры по влажной зоне, а также большим удельным весом картофеля.

Как уже отмечалось, снижение урожайности культур влечет за собой прогрессивное падение доходности и затем убыточность культур. Поэтому целесообразно экономическую оценку природных условий давать по фактической урожайности и нескольким ее уровням — более высокой и проектируемой.

Возможность экономической оценки природных условий по проектируемой урожайности и сопряженным с ней величинам себестоимости, рассчитанными по изложенному способу, обосновывается следующим. Для хозяйств, в которых обеспечено в настоящее время получение сравнительно высокого урожая, характерен также относительно высокий технико-экономический уровень. Для получения проектируемого урожая, очевидно, требуется подведение технико-экономической базы (капитальных вложений,

повышение культуры земледелия и др.), соответствующей тем хозяйствам, которые уже теперь получают высокие урожаи. Этим и определяется возможность широкого использования методики.

Бонитировка и экономическая оценка природных условий должны сопровождаться выводами о специализации сельскохозяйственного производства и рациональной структуре посевов, при которых наиболее полно используется биоклиматический потенциал; бонитировка и экономическая оценка должны быть положены в основу научного экономического сельскохозяйственного районирования территории.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ И МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

Бонитировка и экономическая оценка природных условий позволяют сделать правильный вывод по одному из актуальных вопросов — эффективности агротехнических и мелиоративных мероприятий в разных почвенно-климатических зонах. Эти мероприятия должны проводиться в строгом соответствии с особенностями природных условий и биологическими особенностями возделываемых культур. В одних местах достаточно проводить только агротехнические мероприятия (внесение необходимого количества удобрений, правильный плодосмен и др.), в других — сочетать агротехнические мероприятия с коренными мелиоративными (орошением, осушением).

Особенность сельскохозяйственного производства, как указывалось,— улавливание солнечной энергии растительными организмами. Согласно проведенным выше расчетам (стр. 147), растения, если они живут только за счет естественного плодородия, то есть когда человек не вносит в почву дополнительно питательные вещества, не использует искусственное орошение в засушливых районах, то они улавливают менее 0,5% солнечной энергии. В условиях умеренного пояса это соответствует менее 10 ц с 1 га зерновых колосовых, 75 ц картофеля, 100 ц сахарной свеклы и т. д. При такой урожайности себестоимость сельскохозяйственной продукции высокая, а производительность труда и рентабельность низкие. Если же расте-

ниям предоставлять достаточное количество пищи, создавать благоприятную почвенную среду, проводить сев в оптимальные сроки, то они значительно повышают урожай и в этих условиях могут улавливать до 5—10% солнечной энергии. По нашим расчетам, 5% усвоенной растениями солнечной энергии соответствует урожаю зерновых колосовых около 100 ц с 1 га, корне-клубнеплодов — 1000 ц и т. д. Такой и большей продуктивности растений уже сейчас достигают хозяйства на участках рекордных урожаев. При значительном росте урожайности себестоимость продукции сильно снижается, а производительность труда и рентабельность возрастают прогрессивно, что подтверждается данными таблицы 41 на стр. 181. Из этого следует, что путь интенсификации сельского хозяйства является наиболее эффективным и правильным.

Биологическими особенностями растений определяется и закономерность изменения урожайности при переходе от одной природной зоны к другой. Эти изменения особенно значительны при переходе от засушливой зоны к полузасушливой и постепенно затухают к полувлажной и влажной зонам, следуя примерно логарифмической кривой в условиях однородной агротехники. В соответствии с этой кривой, согласно таблице 30 (стр. 131), урожай данной культуры снижается вследствие недостатка влаги при переходе от влажной зоны к полувлажной лесостепной на 8%, или в 1,1 раза, к полузасушливой степной на обыкновенных черноземах на 21%, или в 1,25 раза, к засушливой степной на южных черноземах на 37%, или в 1,7 раза, к очень засушливой степной на темно-каштановых почвах на 49%, или в 2 раза. К границе полупустыни (границе сухого земледелия) урожайность снижается на 60%, или в 2,5 раза, при снижении показателя атмосферного увлажнения примерно в 3,5 раза.

Приведенные данные, однако, не характеризуют еще общую биологическую продуктивность растений в разных зонах. Такая продуктивность определяется, как отмечалось, не только влагообеспеченностью, но и теплообеспеченностью. Приблизительно можно считать, что потенциальная продуктивность растений при возможно полном использовании солнечного тепла пропорциональна суммам активных температур. Эти суммы на северной границе полевого земледелия составляют около 1000°, а на южной границе страны 5400°. Это означает, что потен-

Таблица 45

Расчетные средние величины урожая зерновых, обеспеченные агротехническими мероприятиями

Агроклиматические и природные зоны	Обеспеченность теплом ($\Sigma t > 10°$)	Количество осадков за год (в мм)	Коэффициент использования осадков	Количество эффективных осадков (в мм)	Хозяйственный транспирационный коэффициент (в мм)	Урожай (в ц с 1 га)			Отношения урожая		Разность урожаев	
						расчетный (P)	фактический					
							в хозяйствах (X)	на ГСУ	$\frac{P}{X}$	$\frac{P}{\text{ГСУ}}$	$P-X$	$P-\text{ГСУ}$
Полувлажная лесостепная	<3000°	415	0,7	290	8	36	12,0	23	3,0	1,5	24	13
Полузасушливая степная на обыкновенных черноземах	>3000°	465	0,7	325	10	32	15,0	25	2,1	1,3	17	7
	<3000°	374	0,7	262	10	26	10,0	18	2,6	1,4	16	8
Засушливая степная на южных черноземах	>3000°	398	0,7	278	11	25	12,0	21	2,1	1,3	13	4
	<3000°	332	0,7	232	11	21	8,0	16	2,5	1,3	12	5
Очень засушливая степная на темно-каштановых почвах	>3000°	362	0,7	253	13	19	10,0	16	1,9	1,2	9,0	3
	<3000°	264	0,7	185	13	14	7,0	12	2,0	1,2	7,0	2

циальная продуктивность природных условий при одинаковом увлажнении на юге в 5,4 раза выше, чем на северной границе земледелия. Отсюда задача земледелия — наиболее полно использовать тепловые ресурсы местности возделыванием более позднеспелых и урожайных культур (рис, кукуруза и др.) или двух-трех раннеспелых и позднеспелых культур на одном поле в году в местах, где позволяют это тепловые ресурсы. Соблюдение этого положения особенно важно в поливном земледелии.

Зерновые колосовые относятся к относительно ранним культурам. Потребность в суммах активных температур ряда зерновых — овса, ячменя, пшеницы озимой, пшеницы яровой — средних сортов не превышает 1500°. Приблизительно такая же сумма температур требуется и для получения урожая некоторых пожнивных культур на корм скоту. Поэтому за климатическую границу возможного получения двух полноценных урожаев сельскохозяйственных культур можно принять сумму температур примерно 3000°.

Для оценки эффективности орошения в разных природных зонах необходимо определить возможные величины урожая при повышенной культуре земледелия, полной норме удобрений и орошении полей на фоне этих мероприятий.

В таблице 45 приведены по природным зонам расчетные средние величины урожайности при повышенной агротехнике. В расчетах этих величин принято следующее.

1. Хозяйственный транспирационный коэффициент (расход воды на создание 1 ц зерна) — равным 8—13 мм, или 80—130 т на 1 га (8 мм для полувлажной зоны, 13 мм для очень засушливой зоны).

2. Коэффициент использования культурами годовых осадков — равным 0,7 (70%).

При таких отправных величинах коэффициентов, согласно таблице 45, урожай зерновых может быть в среднем увеличен благодаря повышенной агротехнике:

в полувлажной лесостепной зоне	до 36 ц с 1 га, или на 24 ц (в 3 раза)
в полузасушливой степной зоне на обыкновенных черноземах	до 29 ц с 1 га, или на 17 ц (в 2,4 раза)
в засушливой степной зоне на южных черноземах	до 23 ц с 1 га, или на 13 ц (в 2,1 раза)
в очень засушливой зоне на темно-каштановых почвах	до 16 ц с 1 га, или на 8 ц (в 2 раза)

По сравнению с госсортоучастками урожай агротехническими мероприятиями может быть повышен:

в полувлажной лесостепной зоне	в 1,5 раза, или на 13 ц с 1 га
в полузасушливой степной	в 1,3 раза, или на 7,5 ц с 1 га
в засушливой степной	в 1,3 раза, или на 5 ц с 1 га
в очень засушливой степной	в 1,2 раза, или на 3 ц с 1 га

В таблице 46 приведены расчетные величины урожая по природным зонам при орошении в сопоставлении со средними величинами в хозяйствах и величинами, обеспеченными агротехническими мероприятиями.

В расчетах урожая, обеспеченного поливом, приняты количественные характеристики изменения урожая по логарифмической кривой.

Данные таблицы 46 показывают, что в полувлажной лесостепной и полузасушливой степной зонах прирост урожая, обусловленный агротехникой, при одном его сборе значительно выше прироста вследствие полива. В лесостепной зоне прирост от агротехнических мероприятий по отношению к уровню в хозяйствах составляет в среднем 24 ц с 1 га (36—12), а прирост от полива по отношению к урожаю, обеспеченному агротехникой, составляет только 4 ц с 1 га (40—36). В степной зоне прирост от агротехнических мероприятий составляет 17 ц с 1 га (29—12), а от полива 8 ц (37—29). Эти данные показывают, что в лесостепной и степной зонах на обыкновенных черноземах существуют очень большие резервы повышения урожая зерновых за счет агротехнических мероприятий. Прирост урожая от орошения становится выше, чем только от агротехнических мероприятий, в 1,3 раза (16 и 12 ц) в засушливой степной зоне на южных черноземах, и в 2 раза (16 и 8 ц) в очень засушливой степной зоне на темно-каштановых почвах.

Вывод об эффективности орошения в этих зонах подтверждается исследованиями суховеев (Е. А. Цубербиллер, 1959, 1966). На основе обобщения материалов полевых наблюдений она пришла к следующему выводу. В местах, где весенние запасы влаги в метровом слое почвы составляют 100—150 мм, а вероятность повреждений зерна суховеями — 30—50%, в большинстве случаев достаточны

Расчетные средние величины урожая зерновых, обеспеченные агротехническими мероприятиями и орошением

Агроклиматические и природные зоны	Сумма температур >10° (в°)	Урожай без орошения (в ц с 1 га)		Урожай при орошении (в ц с 1 га)			Прирост урожая (в ц с 1 га)		
		фактический в хозяйствах	при повышенной агротехнике	коэффициент прироста	один урожай	два урожая (в переводе на зерно)	от агротехнических мероприятий	от полива: один урожай	от полива: два урожая (в переводе на зерно)
Полувлажная лесостепная	<3000	12	36	1,10	40	—	24	4	—
Полузасушливая степная на обыкновенных черноземах	>3000	15	32	1,26	40	80	17	8	48
	<3000	10	26	1,26	33	—	16	7	—
Засушливая степная на южных черноземах	>3000	12	25	1,60	43	86	13	18	61
	<3000	9	21	1,60	34	—	12	13	—
Очень засушливая степная на темно-каштановых почвах	>3000	10	19	2,0	38	76	9	19	57
	<3000	7	14	2,0	28	—	7	14	—

приемы, улучшающие влагообеспеченность растений (черный пар, снегозадержание, задержание талых вод, полезащитное лесонасаждение). Такие места приходятся на степную зону преимущественно на обыкновенных и частично южных черноземах. В местах, где весенние запасы влаги меньше 100 мм в метровом слое, а вероятность повреждения зерна от суховеев больше 50% (очень засушливая переходная к полупустыне зона на темно-каштановых почвах), единственным надежным способом борьбы с суховеями является полив.

Особенно большой прирост урожая от полива (до 50 ц с 1 га и более) обеспечивается при сборе двух урожаев в год с одного поля в местах с суммой активных температур более 3000°. В таких местах орошение становится безусловно эффективным не только в засушливой и очень засушливой зонах, но и в полузасушливой зоне на обыкно-

венных черноземах. Здесь первый урожай обеспечивается естественным увлажнением. Для получения второго урожая требуется, как правило, искусственное орошение. В полузасушливой зоне целесообразен смешанный тип земледелия, то есть без полива и с поливом.

В умеренном поясе на поливных землях, где можно получить урожай от двух культур, тепловые ресурсы целесообразно использовать следующим образом. Первыми должны быть озимые, преимущественно озимая пшеница в местах с обеспеченной ее перезимовкой; пожнивными — культуры главным образом на корм скоту (кукуруза и сорго на силос, сахарная свекла, картофель и др.).

При организации полива важно учитывать следующее важное обстоятельство. В зонах с недостаточным атмосферным увлажнением рост урожая лимитирует влага. Приведенные для этих зон расчетные величины урожайности можно рассматривать по условиям естественной влагообеспеченности как близкие к предельным. Они могут быть несколько повышены только путем еще лучшего использования атмосферных осадков и некоторого уменьшения хозяйственного транспирационного коэффициента в условиях высокой агротехники. Расчетные величины урожайности при орошении (40—28 ц с 1 га при одном урожае и около 80 ц с 1 га при двух урожаях), высокоинтенсивном земледелии и подборе высокоурожайных сортов (неполегаемых и не поражаемых ржавчиной) могут быть значительно увеличены до размеров, соответствующих 5—10% использования солнечной энергии, то есть до 100—200 ц с 1 га зерновых, 1000—2000 ц корне-клубнеплодов и т. д.

При организации орошения важно учитывать также вероятность различно увлажненных лет и снижение урожайности в годы, не обеспеченные влагой (табл. 47).

Согласно таблице 47, в очень засушливой зоне на темно-каштановых почвах вероятность сухих и очень засушливых лет, в которые урожайность снижается более чем на 40% (от величины при достаточном увлажнении), составляет 88%. Вероятность таких лет в засушливой зоне на южных черноземах — 68%, а в полузасушливой на обыкновенных черноземах —33%. Эти показатели также позволяют сделать заключение об эффективности поливного земледелия в очень засушливой и засушливой зонах и о смешанном типе земледелия в полузасушливой. Смешанный тип земледелия может быть эффективным в полувлажной лесостепной и

Таблица 47

Вероятность различно увлажненных лет и снижение урожая в годы, не обеспеченные влагой

Природная зона	Вероятность различно увлажненных лет (в %)				
	сухих (50) *	засушливых (43)	полузасушливых (21)	полувлажных (8)	влажных (0)
Влажная лесная	0	3	8	16	73
Полувлажная лесостепная . . .	2	11	25	30	32
Полузасушливая степная на обыкновенных черноземах . .	7	26	40	19	8
Засушливая на южных черноземах	18	50	25	6	1
Очень засушливая на темно-каштановых почвах	41	47	11	1	0

* Цифры в скобках указывают процент снижения урожая против величины при достаточном увлажнении.

даже во влажной лесной зонах при возделывании высокотоварных овощных, плодовых и ягодных культур в пригородных хозяйствах. В лесостепной и лесной зонах при достаточном и удовлетворительном годовом увлажнении весной и летом могут часто повторяться периоды, в которые возможное испарение значительно превышает выпадающие осадки. Это приводит к пересыханию верхних слоев почвы и лимитирует получение высоких урожаев. Для этих зон, согласно таблице 22 (стр. 93), вероятность сухих и засушливых месяцев (при характерных среднемесячных значениях показателя увлажнения 0,25 и 0,30) составляет более 50%. В такие месяцы полив высокотоварных овощных и плодово-ягодных культур необходим и в лесостепной, и в лесной зонах.

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

а) в лесостепной зоне на всей ее территории основными мероприятиями по увеличению продуктивности зерновых должны быть агротехнические;

б) в полузасушливой зоне на обыкновенных черноземах в провинциях с суммами температур не менее 3000° (предуральская, западносибирская, восточносибирская) ос-

новными мероприятиями также должны быть агротехнические. В провинциях этой зоны с суммами температур выше 3000° (районы Молдавии, степная полоса Украины, районы Ростовской области и Краснодарского края), где обеспечен сбор двух урожаев в год с одного поля или созревание позднеспелых культур (кукуруза, рис), должен практиковаться смешанный тип земледелия — без полива и с поливом второй культуры (обычно на корм скоту), а в засушливые годы и первой культуры. Смешанный тип земледелия может быть эффективным в лесостепной и даже лесной зонах при возделывании высокотоварных овощных и плодово-ягодных культур;

в) в засушливой степной зоне на южных черноземах и в очень засушливой зоне на темно-каштановых почвах эффективность полива выше, чем только агротехнических мероприятий. Поэтому организация орошаемого земледелия под зерновые и другие культуры здесь целесообразна на всей территории и особенно в местах, где обеспечивается сбор двух урожаев в год (юг Молдавии и Украины, восточные районы Ростовской, правобережные — Волгоградской области, Калмыцкая АССР).

Во влажной лесной зоне лимитирующим урожай фактором во многих районах является переувлажнение почвы. Здесь требуется осушение и создание благоприятной для растений почвенной среды. Это позволит получать очень высокие урожаи возделываемых культур, даже до указанных выше величин, соответствующих возможному использованию растениями солнечной энергии.

Глава IV

СИСТЕМА АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЙОНИРОВАНИЯ

Современные знания о природе и хозяйстве, а также достигнутые результаты в разработке агроклиматических показателей развития, роста и перезимовки растений позволяют определить основные предпосылки агроклиматического районирования. Эти предпосылки раскрываются следующими положениями.

1. Сельское хозяйство представляет специфическую отрасль народного хозяйства. Главнейшая его особенность — утилизация солнечной энергии. Средством утилизации служат растительные организмы, которые кинетическую энергию солнца превращают в потенциальную энергию органических веществ. Отсюда, потенциальное богатство, или ресурсы данной местности в смысле возможного накопления органического вещества, определяются поступлением солнечной энергии. Поэтому системой агроклиматического районирования прежде всего должно быть предусмотрено расчленение территории по количеству поступающей солнечной энергии.

Важность учета и полного использования растительными организмами солнечной энергии подчеркивал К. А. Тимирязев (1957): «Каждый луч солнца, не уловленный зеленой поверхностью поля, луга или леса,— богатство, потерянное навсегда, и за растрату которого более просвещенный потомок когда-нибудь осудит своего невежественного предка».

2. Растительные организмы утилизируют солнечную энергию по-разному. Способность эта зависит от видовых и сортовых различий растений, от продолжительности их вегетационного периода (то есть от природы самого растения), а также от обеспеченности влагой, минеральной пищей и другими факторами роста. В условиях неполивного земледелия накопление растениями органического вещества при наличии других факторов роста лимитируется обеспеченностью их влагой. Поэтому наряду с делением

территории по количеству поступающей солнечной энергии необходимо также расчленение ее по степени увлажнения.

3. На распределение по территории солнечной энергии и влаги, кроме общеклиматических факторов (широты местности, циркуляции атмосферы), оказывают влияние рельеф, физические и химические свойства почвогрунтов, облесенность территории, то есть местные факторы. Поэтому системой агроклиматического районирования должно быть предусмотрено влияние и этих факторов.

4. Возможность возделывания многолетних и озимых форм сельскохозяйственных культур определяется климатическими условиями перезимовки. При агроклиматическом районировании должны выделяться территории с различными условиями перезимовки растений.

5. Климат, природные образования и сельскохозяйственное производство (его различные типы, формы, объекты, характер мероприятий) тесно связаны между собой. Правильно построенная система агроклиматического районирования должна выражать эту взаимосвязь. Средством выражения указанной взаимосвязи служит разработанная агрометеорологической наукой система агроклиматических (биоклиматических) показателей — условий развития, роста, перезимовки растений и др. Эти показатели должны быть положены в основу агроклиматического районирования.

6. Как показано выше, общей климатологией разработан ряд классификаций климата — по ботаническому признаку, одному или нескольким метеорологическим элементам (температуре, осадкам, давлению воздуха), комплексным их значениям, происхождению климатов и др. Эти классификации, однако, мало учитывали требования сельскохозяйственных культур к климату. Вследствие этого климатическое районирование по таким классификациям не вскрывает равноценных в сельскохозяйственном отношении территорий и потенциальных возможностей для сельскохозяйственного производства. По этой причине районирование территории методами общей климатологии имеет лишь относительное значение для сельского хозяйства. Однако общеклиматические районирования, особенно учитывающие циркуляционные особенности атмосферы, в значительной мере выявляют режим и сочетание элементов климата, что имеет важное значение для сельскохозяйственного производства. Поэтому агроклиматическое

районирование должно согласовываться с общеклиматическим.

7. Расчленение территории на природные территориальные единицы — пояса, области, зоны, провинции, округа, районы — основано на учете векового взаимодействия элементов мертвой и живой природы. Естественная растительность приспосабливается к сложившимся условиям физико-географической среды. Ее экологические типы приурочены к определенным местам и являются поэтому одним из основных показателей природного районирования. В противоположность этому распространение определенных экологических типов культурной растительности не соответствует протяженности природных зон. Их произрастание лимитируется преимущественно обеспеченностью теплом.

В распространении культурной растительности значительная роль принадлежит и деятельности человека. Следовательно, необходимо провести особое агроклиматическое подразделение территории, части которой различались бы сочетанием элементов климата, определяющих возможность произрастания экологических типов сельскохозяйственных культур, величину и качество урожая, перезимовку растений и др. Однако и природное районирование отражает условия возделывания культурных растений. Учет природного районирования необходим для обоснования агротехнических приемов, а также мероприятий по улучшению климата полей. Агроклиматическое районирование поэтому должно согласовываться с комплексным природным районированием.

8. Перечисленные предпосылки агроклиматического районирования характеризуют содержание этого вида природного районирования. Для учета и рационального использования климатических ресурсов важно, однако, не только содержание, но и форма его выражения теми или иными шкалами классификаций как элементов климата, так и их комплексов. Неудачный выбор форм классификаций климата обесценивает агроклиматическое районирование и делает его малопригодным для практического использования. При разработке шкал необходимо соблюдать соответствие классификаций климата и его элементов с классификациями сельскохозяйственного производства и его объектов. Так, классификация климата по теплообеспеченности должна соответствовать классификации

культур по их требованиям к теплу, классификация продуктивного значения климата — классификации сельскохозяйственных культур по их продуктивности и т. д.

Таковы предпосылки агроклиматического районирования. Исходя из них последнее должно строиться на познаниях климата как ресурса и условия сельскохозяйственного производства и удовлетворять следующим требованиям:

а) отображать тип сельскохозяйственного производства и особенности основных агротехнических мероприятий в связи с режимом и сочетанием элементов климата в данной местности;

б) предусматривать возможность возделывания и возможный урожай определенных видов и сортов сельскохозяйственных культур;

в) быть увязанным с комплексным природным и общеклиматическим (генетическим) районированием;

г) отвечать потребностям в производственной оценке климата как общесоюзных, так и республиканских, областных (краевых), районных организаций и хозяйств.

СИСТЕМА РАЙОНИРОВАНИЯ

Указанным требованиям отвечает агроклиматическое районирование, которым предусматривается выделение таксономических единиц, относящихся к трем качественно различным ступеням.

Первую ступень составляют макроклиматические образования:

агроклиматические пояса и подпояса;
агроклиматические области и подобласти;
агроклиматические зоны;
агроклиматические провинции и секторы.

Вторую ступень составляют мезоклиматические образования: агроклиматические округа и районы.

Третью ступень составляют микроклиматические образования — агроклиматические типы местоположений.

Агроклиматические пояса и подпояса

Агроклиматический пояс — высшая таксономическая единица агроклиматического районирования. Это природное образование со свойственными ему термическими типами

растительности и почв, возможностями и типом сельскохозяйственного производства.

Выделенные выше тепловые пояса (холодный с подпоясами очень холодным и холодным; умеренный с подпоясами холодно-умеренным и умеренным; теплый с подпоясами умеренно теплым и теплым и жаркий—за пределами СССР) отличаются следующими признаками.

В *холодном поясе* выпадает период лета с температурой выше 15°. В очень холодном подпоясе преобладающее значение имеет арктический воздух, распространение которого (в теплый период) препятствует развитию лесной растительности (Алисов, 1956). Подпояс соответствует примерно арктической и типичной тундре. Тип хозяйства здесь охотничье-промысловый, звероводческий и рыболовецкий. Земледелие преимущественно в закрытом и полузакрытом грунтах.

В *холодном подпоясе* в летний период происходит трансформация арктического воздуха в воздух умеренного пояса с повышением температуры наиболее теплого месяца до 15°. Это обусловливает произрастание древесной растительности, относящейся преимущественно к лесотундре и редкостойной северной тайге. Для подпояса характерны оленеводческий, охотничье-промысловый и звероводческий типы хозяйства. Земледелие имеет подчиненное значение.

Возделывание в грунте малотребовательных к теплу овощных культур обеспечивается с наибольшим успехом в благоприятных по условиям микроклимата местах. Длинный и сплошной летний день открывает здесь большие возможности для возделывания овощных культур под стеклом. Устойчивые урожаи ранних зерновых в южной половине подпояса возможны только в более теплых местах.

Характерный климатический признак *умеренного пояса* — наличие хорошо выраженных четырех сезонов года. Температура наиболее теплого месяца достигает 15° на северной и 26° на южной границе пояса, в сухом климате. При температуре выше 26° часто повторяются дневные температуры, тормозящие развитие и рост растений умеренного пояса. В поясе преобладают воздушные массы умеренных широт. В силу огромной протяженности пояс отличается многообразием сочетаний тепла и влаги, что приводит к развитию как лесной, так и степной и даже пустынной растительности.

Холодно-умеренному подпоясу свойствен тип хозяйства с преобладанием животноводства, а умеренному подпоясу, его засушливым областям,— с преобладанием зерновой отрасли.

Для переходной полосы от областей достаточного к областям недостаточного увлажнения (лесостепи) свойствен тип комплексного хозяйства зерново-животноводческого направления.

Теплый пояс приходится на субтропические широты, поэтому за ним может быть оставлено также название субтропического пояса. Летом здесь преобладают тропические, а зимой массы воздуха умеренных широт. Для пояса характерен тип хозяйства с развитием специальных отраслей полеводства и животноводства. Ведущие отрасли: в умеренно теплом подпоясе — хлопководство, тонкорунное овцеводство, виноградарство и южное плодоводство, в теплом подпоясе — цитрусоводство, производство чая, буйволоводство с выпасом в течение всего года.

Южнее изолинии сумм температур 8000°, за пределами СССР, лежит *жаркий пояс*, или пояс тропических культур. Изолиния этой суммы примерно соответствует изолинии средней температуры наиболее холодного месяца 15°. В этом поясе выпадают зимний, весенний и осенний сезоны года в обычном их понимании. Один из характерных признаков пояса — невозможность возделывания озимых культур вследствие высоких температур, не обеспечивающих прохождение ими стадии яровизации.

В системе агроклиматического районирования полосы обеспеченности растений теплом служат для выделения агроклиматических зон (стр. 219) и агроклиматических секторов (стр. 220).

Выделенные нами агроклиматические пояса и подпояса увязаны с широтными физико-географическими поясами (см. схему агроклиматического районирования, табл. 50, стр. 222).

Агроклиматические области и подобласти

Агроклиматическая область и подобласть — следующие за поясом и подпоясом таксономические единицы. Они характеризуются особенностями циркуляции атмосферы, проявляющимися в определенном сочетании и режиме элементов климата.

Сочетание элементов климата — соотношение тепла и влаги, зимних и летних температур и т. д.— является признаком области. Оно обусловливает характер годового увлажнения территории, наличие в области определенных природных зон и соответствующих им агроклиматических зон. При выделении областей использован показатель годового увлажнения. Целесообразно выделение трех типов увлажнения: I тип — осадки за год превышают испаряемость или возможное испарение; II тип — осадки за год меньше испаряемости; III тип — испаряемость значительно превышает осадки. При выделении типов годового увлажнения испаряемость определялась по эмпирической формуле, приведенной на странице 84.

В соответствии с указанными типами годового увлажнения на территории СССР в пределах тепловых поясов и подпоясов выделяются области достаточного, недостаточного и незначительного увлажнения.

Режим элементов климата (распределение осадков во времени, их интенсивность и продолжительность, годовой и суточный ход температуры, влажность воздуха и др.) — признак подобласти.

При выделении подобластей использован показатель динамики увлажнения в форме соотношения осадков теплого (апрель — сентябрь) к осадкам холодного (октябрь — март) полугодия — 1 : 0,5; 1 : 1; 1 : 2; 1 : 3; 1 : 4; 1 : 8 (для условий СССР). Этот показатель достаточно хорошо отражает особенности атмосферной циркуляции и связанный с ней режим элементов климата — суточный и годовой. На это указывает большая согласованность агроклиматических областей и подобластей с климатическими областями и подобластями, выделенными Алисовым (1956) на основе учета циркуляции атмосферы.

Для областей достаточного увлажнения характерны устойчивые урожаи. Снижение урожая вследствие недостатка влаги в них маловероятно. Бывает иногда снижение урожая вследствие избытка влаги.

В областях недостаточного увлажнения колебания урожая связаны главным образом с изменениями увлажнения. Ведущие мероприятия в этих областях должны быть направлены на пополнение, сбережение и экономное расходование влаги.

В областях незначительного увлажнения земледелие возможно только при искусственном орошении и в резуль-

Таблица 48

Агроклиматические области и подобласти на территории СССР

Обозначения и названия областей и подобластей	Режим увлажнения	
	количество осадков в теплый период больше, чем в холодный	тип динамики увлажнения
Холодный пояс		
Д1 — тундровая, евразиатская	В 1—2 раза	1
Д2 — тундровая, чукотская	» 1—2 »	1
Д3 — северотаежная		
Подобласти:		
Д3 (1), европейская	» 1—2 »	1
Д3 (2), западносибирская	» 2—3 »	1
Н1 — северотаежная, якутская	» 3—4 »	5
Умеренный пояс		
Подпояс холодно-умеренный		
Д4 — таежнолесная		
Подобласти:		
Д4 (1), европейская	В 1—2 раза	1
Д4 (2), западносибирская	» 2—3 »	1
Н2 — лесостепная и степная		
Подобласти:		
Н2 (1), предуральская (слабозасушливая)	» 1—2 »	5
Н2 (2), западносибирская (слабозасушливая и засушливая)	» 1—3 »	5
Н3 — таежнолесостепная и степная		
Подобласти:		
Н3 (1), предбайкальская (слабозасушливая)	» 3—4 »	6
Н3 (2), забайкальская (засушливая и слабозасушливая)	» 8—10 раз	6
Н3 (3), центральноякутская (засушливая и слабозасушливая)	» 3—4 раза	7
Подпояс умеренный		
Д5 — лиственнолесная и лесостепная	В 1—2 раза	1
Н4 — лесостепная и степная		
Подобласти:		
Н4 (1), европейская (слабозасушливая)	» 1—2 »	5
Н4 (2), европейская (засушливая)	» 1—2 »	5

Продолжение

Обозначения и названия областей и подобластей	Режим увлажнения	
	количество осадков в теплый период больше, чем в холодный	тип динамики увлажнения
Подпояс умеренный		
Подобласти:		
*Н*4 (3), причерноморская (засушливая)	В 1—2 раза	8
*Н*4 (4) североказахстанская (засушливая)	» 1—2 »	8
*С*1— пустынностепная и пустынная, центральноказахстанская	» 0,5—1 раз	11
Теплый пояс		
Подпояс умеренный		
*С*2—пустынная	В 0,5—1 раз	12
Подпояс теплый		
*С*3—пустынная	В 0,5—1 раз	12
Комплексные, преимущественно горные области		
К 1—якутская, северо-восточная	В 1—3 раза	7
К 2—камчатская	» 1—2 »	1
К 3—дальневосточная	» 2—8 раз	2
К 4—саяно-алтайская	» 3—8 »	6,7
К 5—уральская	» 2 раза	1
К 6—карпатская	» 1—2 раза	1
К 7—памиро-тянь-шаньская	» 1—2 »	—
К 8—кавказская	» 1—2 » и менее	1, 3, 9, 12

Примечание. *Д*— области достаточного увлажнения; *Н*—области недостаточного увлажнения; *С*—области незначительного увлажнения (сухие); *К*—комплексные, преимущественно горные, области.

тате использования стока местных вод (лиманное орошение, падинное земледелие).

В местах со сложным горным рельефом широтная зональность сочетается с вертикальной, а сами зоны бывают вытянуты в виде узких полос и с высотой быстро сменяются одна другой. В этих местах целесообразно выделять области не по типам увлажнения местности, а придержи-

ваясь орографических рубежей. Это, однако, не противоречит основным признакам областей, так как горы сами по себе являются климатообразующим фактором, определяющим особенности циркуляции атмосферы, режим и сочетание элементов климата. Выделенные по указанным признакам агроклиматические области и подобласти перечислены в таблице 48.

Агроклиматические подобласти, как отмечалось, отличаются между собой режимом увлажнения, проявляемым в различной динамике в течение года.

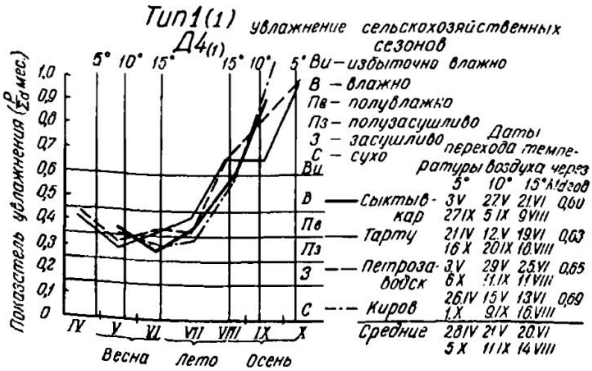
Отношение осадков теплого к осадкам холодного полугодия характеризует динамику увлажнения только в общих чертах. В областях, где осадки теплого периода меньше осадков холодного, относительно более влажными являются зима, весна и осень, что в предгорных местностях сухой зоны обеспечивает богарное земледелие. В областях с превышением осадков теплого над осадками холодного периода менее чем в 2 раза в засушливых зонах наблюдается сравнительно равномерное увлажнение весны, лета и осени; во влажных зонах увлажнение увеличивается от весны к осени. В областях с большим в 2—4 раза количеством осадков в теплый период, чем в холодный, весна обычно засушливая, а в областях с превышением осадков более чем в 4 раза — засушливая весна и в несколько меньшей мере — засушливая осень.

Для более детальной характеристики динамики увлажнения использованы месячные значения показателя увлажнения. Пользуясь ими и шкалой увлажнения (табл. 23, стр. 94) мы установили наиболее типичные сочетания увлажнения сельскохозяйственных сезонов — весны, лета и осени. Эти сочетания показаны для агроклиматических областей и подобластей на рисунке 26. Согласно этому, на территории СССР выделяется ряд типов динамики увлажнения.

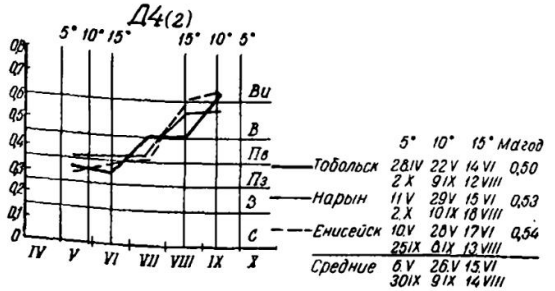
Ниже приводим перечень типов и подтипов увлажнения по агроклиматическим поясам и областям для мест с наиболее развитым сельским хозяйством.

Номера типов согласованы с обобщенной шкалой, разработанной к мировой карте климатических ресурсов (стр. 257). В отличие от этой шкалы для территории СССР некоторые типы увлажнения дополнительно дифференцированы на подтипы по более детальному учету динамики увлажнения.

Подпояс холодно-умеренный



Тип 1(1)

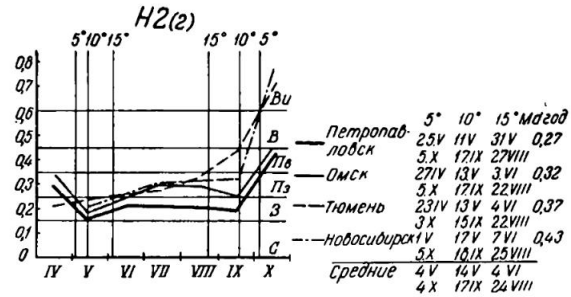


Тип 5(1)

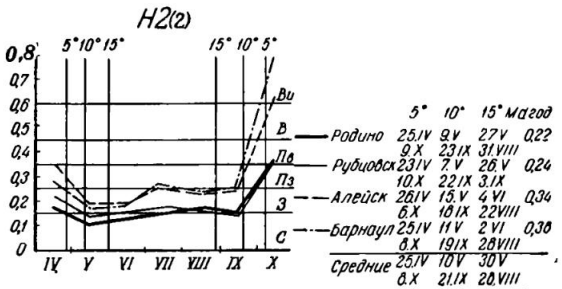


Рис. 26. Атмосферное увлажнение сельскохозяйственных сезонов по агроклиматическим областям и подобластям СССР.

Тип 5(2)



Тип 5(3)



Тип 6(1)

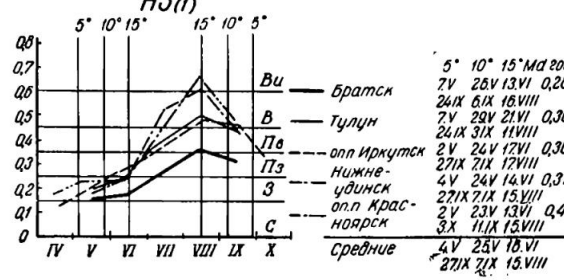
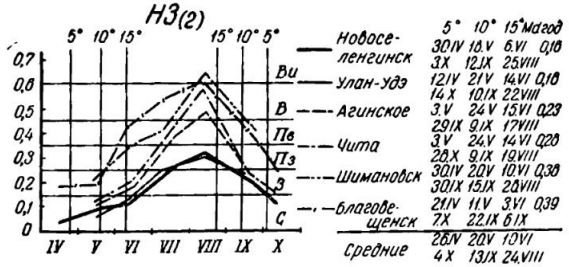
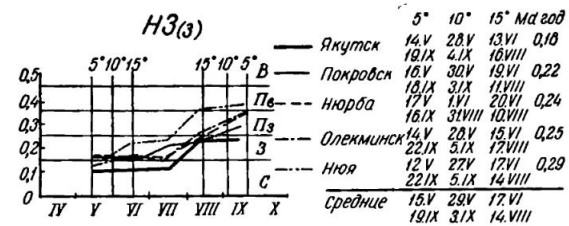


Рис. 26. Продолжение.

Тип 6 (2)



Тип 7



Подпояс умеренный

Тип 1(2)
Д5

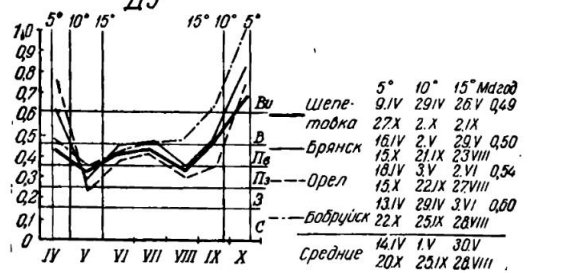


Рис. 26. Продолжение.

Тип 5(3)



Тип 8



Тип 8

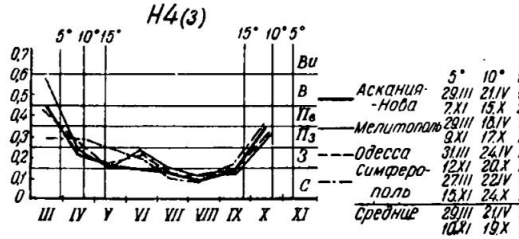
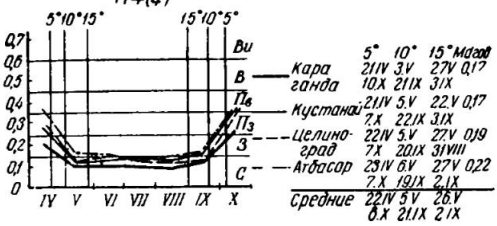
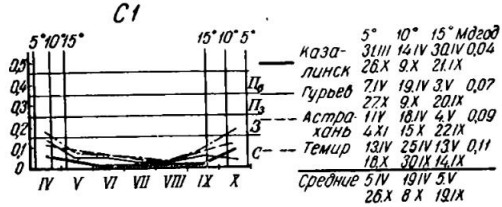


Рис. 26. Продолжение.

Тип 8



Тип 11



Подпояс умеренно теплый

Тип 12(1)

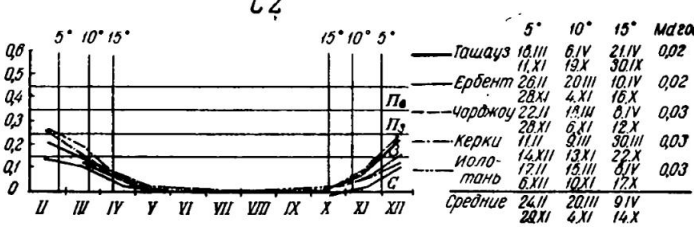
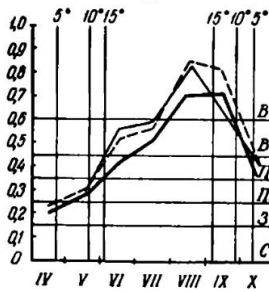


Рис. 26. Продолжение.

Комплексные области

Тип 2

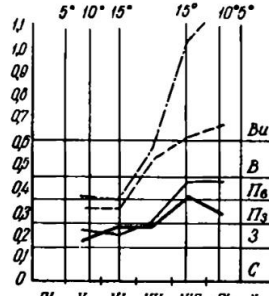
К3



	5°	10°	15°	Мгод	
Хабаровск	21.IV	10.V	2.VI	0,47	
	15.X	30.IX	12.IX		
Бикин	16.IV	7.V	2.VI	0,53	
	14.X	26.IX	8.IX		
Завитинск	27.IV	17.V	8.VI	0,55	
	4.X	19.IX	31.VIII		
Средние	22.IV	11.V	4.VI		
	11.X	25.IX	7.IX		

Тип 1(1),7

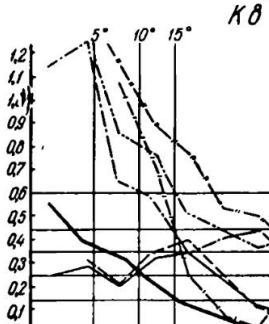
К4



	5°	10°	15°	Мгод	Ти	
Минусинск	23.IV	16.V	5.VI	0,28	7	
	5.X	15.IX	23.VIII			
Уйбат	30.IV	22.V	15.VI	0,31	7	
	27.IX	6.IX	11.VIII			
Ужур	4.V	25.V	16.VI	0,50	1	
	28.IX	7.IX	15.VIII			
Таштып	27.IV	19.V	14.VI	0,61	1	
	28.IX	6.IX	6.VIII			
Средние	29.IV	21.V	13.VI			
	29.IX	9.IX	14.VIII			

Типы 1,3,9,12

К8



	5°	10°	15°	Мгод	Типы	
Кюрдамир	25.II	3.IV	24.IV	0,12	12(2)	
	12.XII	12.XI	19.X			
Тбилиси	4.III	6.IV	3.V	0,19	9	
	27.XI	3.XI	9.X			
Балнеоло	0.III	6.IV	6.V	0,22	9	
	22.XI	31.X	2.X			
Кутаиси	7.II	24.III	29.IV	0,57	1 (3)	
	9.I	24.XI	28.X			
Сухуми		23.III	1.V	0,70	1 (3)	
		29.XI	31.X			
Ленкорань	23.II	10.IV	30.IV	0,72	3	
Сочи	26.XII	16.XI	22.X		1 (3)	
	14.II	7.IV	12.V	0,97		
	9.I	16.XI	13.X			
Средние	24.II	3.IV	3.V			
	15.XII	13.XI	17.X			

Рис. 26. Продолжение.

Типы динамики увлажнения сельскохозяйственных сезонов

Область достаточного увлажнения

Тип 1. Все сезоны незасушливые. Показатель увлажнения ни в один из месяцев не бывает ниже 0,25 (0,55). Этот тип увлажнения характерен для громадной территории холодного и умеренного поясов, относящейся к областям *Д*1-*Д*5, а также и для некоторых мест теплого пояса с достаточным увлажнением.

Тип 1 разделяется на следующие подтипы.

1(1). Полузасушливая весна и первая половина лета с нарастанием увлажнения к осени до влажной и избыточно влажной обстановки. Подтип увлажнения характерен для европейской *Д*4(1) и западносибирской *Д*4(2) подобластей таежнолесной области.

1(2). Преимущественно полувлажный основной период вегетации (вторая половина весны, лето, первая половина осени); со второй половины осени увлажнение нарастает до влажной и избыточно влажной обстановки. Подтип увлажнения характерен для лиственнолесной области (*Д*5).

1(3). Избыточно влажная и влажная весна и осень; лето в начале и в конце влажное, середина лета — полувлажная. Подтип увлажнения характерен для влажных субтропиков Западной Грузии, относящихся к комплексной области *К*8.

Тип 2. Весна и осень засушливые и умеренно влажные; лето влажное и избыточно влажное. Тип увлажнения характерен для дальневосточной муссонной области *К*3.

Тип 3. Весна и осень достаточно влажные, середина лета преимущественно засушливая и сухая (средиземноморский тип). Тип увлажнения характерен для влажных субтропиков Азербайджанской ССР *.

Область недостаточного увлажнения

Тип 5. Весна и лето засушливые и полузасушливые, осень умеренно влажная и влажная. Этот тип увлажнения характерен для подобластей недостаточного увлажнения —

* Типы 4, 10, 13 и 14 — за пределами СССР (см. стр. 257).

*Н*4(1), *Н*2(1, 2), приходящихся на лесостепную и степную зоны европейской и азиатской территории Союза. На этой территории выделяются следующие три подтипа.

5(1). Весна и лето преимущественно полузасушливые, осень влажная и избыточно влажная. Подтип характерен для слабозасушливой области Предуралья — *Н*2(1).

5(2). Весна и лето и первая половина осени преимущественно полузасушливые, вторая половина осени полувлажная и влажная. Подтип характерен для западносибирской подобласти *Н*2(2).

5(3). Весна, лето и первая половина осени преимущественно засушливые; вторая половина осени полузасушливая, полувлажная и влажная (в лесостепной части). Подтип характерен для подобласти *Н*2(2), западной ее части.

Тип 6. Весна сухая и засушливая, лето умеренно влажное и влажное, осень умеренно влажная и засушливая. Тип увлажнения характерен для подобластей, испытывающих влияние летнего муссона. На территории распространения этого типа увлажнения выделяются следующие подтипы.

6(1). Засушливая весна, полузасушливое и полувлажное начало лета и влажный его конец, влажное начало осени, полувлажное окончание. Данный подтип относится к полувлажной зоне области *Н*3(1) — Предбайкалье.

6(2). То же, но с менее увлажненной (полузасушливой и полувлажной) осенью. Подтип характерен для полузасушливой и полувлажной зон области *Н*3(2) — Забайкалье.

6(3). Сухая весна, засушливое начало лета, полузасушливый его конец; осенью увлажнение снижается до засушливой и сухой обстановки. Подтип увлажнения характерен для засушливой зоны области *Н*3(2) — Забайкалье— с показателем увлажнения за год менее 0,25 (0,55).

Тип 7. Весна и первая половина лета сухие и засушливые с нарастанием увлажнения к осени до полузасушливой и полувлажной обстановки. Этот тип увлажнения характерен для подобласти *Н*3 (3) (Центральная Якутия) и области *К*4, ее сниженных мест (Минусинская котловина).

Тип 8. Лето засушливое и полусухое, весна и осень с несколько повышенным увлажнением. Тип увлажнения характерен для областей недостаточного увлажнения,

приходящихся на сухостепные зоны европейской и азиатской частей Союза — *Н*4(2), *Н*4(3) и *Н*4(4).

Тип 9. Весна и осень слабозасушливые, лето преимущественно засушливое и сухое. Тип увлажнения характерен для среднегорных районов Закавказья, области *К*8.

Область незначительного увлажнения

Тип 11. Все сезоны сухие и полусухие с несколько повышенным увлажнением весной и осенью. Тип увлажнения характерен для области *С*1 — пустынной и полупустынной зон умеренного пояса.

Тип 12. Весна и осень с повышенным увлажнением (полусухие — полувлажные), лето сухое и очень сухое. Тип увлажнения характерен для областей незначительного увлажнения теплого пояса. Тип разделяется на подтипы.

12(1). Весна и осень засушливые и полусухие, лето очень сухое. Подтип характерен для пустынных областей *С*2.

12(2). Весна и осень полузасушливые и полувлажные, лето преимущественно сухое. Подтип характерен для сухих субтропиков Азербайджанской ССР.

Агроклиматические зоны

Агроклиматические области и подобласти делятся на агроклиматические зоны — территории, однородные по увлажнению, совпадающие примерно с природными зонами (северная, средняя, южная тайга, лесостепь, степь и т. д.). Как отмечалось (стр. 97), в местах с хорошо выраженной широтной зональностью границы природных зон описываются изолиниями показателя атмосферного увлажнения в областях недостаточного увлажнения и изолиниями сумм температур — в областях достаточного увлажнения.

По сочетанию зон увлажнения и температурных полос с природными зонами выделяются следующие агроклиматические зоны (табл. 49).

Выделение агроклиматических зон указанным способом отвечает требованию увязки агроклиматического районирования с комплексным природным районированием.

Таблица 49

Агроклиматические зоны

Индекс	Зона	Климатические признаки	
		показатель увлажнения	$\Sigma t > 10°$ (в °)
А	Достаточно влажная тундровая	>0,45	<400
Б	Достаточно влажная северотаежная	>0,45	400—1200 (1000)
В	Достаточно влажная среднетаежная . . .	>0,45	1200(1000)—1600(1400)
Г	Достаточно влажная южнотаежная	>0,45	1600(1400)—2200(2000)
Д	Достаточно влажная широколиственных лесов и влажных лесов субтропического пояса .	>0,45	2200(2000)—2800(2600) и более
Е	Слабозасушливая лесостепная (на обыкновенных черноземах); в восточных районах страны таежнолесная (северо-, средне- и южнотаежная)	0,25—0,45	Разные градации
Ж	Засушливая (на южных черноземах и каштановых почвах); в восточных районах — лесостепная, степная и таежнолесная	0,15—0,25	Разные градации
З	Полусухая полупустынная	0,10—0,15	То же
И	Сухая пустынная . . .	<0,10	» »

Агроклиматические провинции и секторы

Климат агроклиматических зон неоднороден на всем их протяжении, что определяет провинциальные особенности почвенного покрова, а также хорошо известное явление смены видов и пород древесной растительности при продвижении с запада на восток. Отдельные части зон сильно отличаются и по условиям произрастания культурной растительности. В частях зон, более обеспеченных теплом, можно возделывать позднеспелые и более урожайные культуры. Различная суровость зимы определяет разный

набор плодовых культур, успешность возделывания озимых и т. д. В связи с указанным возникает практическая необходимость деления агроклиматических зон на провинции по комплексу климатических условий.

Для иллюстрации сказанного о неоднородности зон приведем некоторые данные по зоне лесостепи, совмещающейся обычно в умеренном поясе с полувлажной зоной. Вследствие большой протяженности зоны (от Карпат до Байкала) отдельные элементы климата и их комплексы значительно изменяются. Особенно велики температурные изменения.

На крайнем западе зоны суммы температур выше 10° составляют 2400—3200°, а на востоке только 1400—1600°. В соответствии с этим западные провинции относятся к полосе средних и среднепоздних культур умеренного пояса, а восточные — к полосе среднеранних культур. На западе после уборки зерновых колосовых культур остаются неиспользованными более 1000° сумм температур, что позволяет выращивать ряд пожнивных кормовых культур; в восточных провинциях такой возможности нет. Здесь тепловые ресурсы полностью используются возделываемыми ранними культурами.

Температура наиболее холодного месяца, характеризующая суровость зимы, колеблется от —4 —10° на западе (зима мягкая и умеренно мягкая) до —20 —25° на востоке (зима очень холодная). В соответствии со степенью суровости зимы в западных провинциях можно возделывать широкий набор плодовых, а также озимые культуры и травы. В восточных провинциях зимние условия позволяют возделывать только полукультурные формы плодовых и культурные стелющиеся формы при специальном укрытии деревьев на зиму. Культура озимых растений и бобовых трав ненадежна.

По мере движения на восток общий период вегетации сокращается, зима становится более суровой. Эти различия обусловливают местные особенности процессов превращения минеральной части органического вещества, его синтеза и разложения. Для западных частей зоны с более теплым и длительным периодом вегетации и мягкой зимой характерен более полный и быстрый биологический круговорот веществ. Органическое вещество быстрее и полнее минерализуется, а процессы почвообразования охватывают более мощный слой почвы. Этим объясняется наличие

Схема агроклиматического

Агроклиматические		Соответствующие физико-географические пояса	Агроклиматические	
пояса	подпояса		области	подобласти
X — холодный	*Xo* — очень холодный	Арктический	*Д1* — достаточного увлажнения	*Д1* — евроазиатская
	X — холодный	Субарктический	*Д2* — достаточного увлажнения	*Д2* — анадырская
			Д3 — достаточного увлажнения	*Д3* (1) — европейская
				Д3 (2) — западносибирская
			Н1 — недостаточного увлажнения	*Н1* (1) — якутская
У — умеренный	*Ух* — холодно-умеренный	Умеренный	*Д4* — достаточного увлажнения	*Д4* (1) — европейская
				Д4 (2) — западносибирская

районирования СССР

Таблица 50

Агроклиматическая зона	Агроклиматическая провинция	Средние агроклиматические показатели провинций			Биоклиматический потенциал провинций	
		$\Sigma t \geqslant 10°$ (в °)	$Md = \frac{P}{\Sigma d}$	tx	естественное увлажнение	оптимальное увлажнение
А — влажная тундровая	*О* — кольская	<400	0,60	—9	<0,4 *Но*	<0,4 *Но*
	Сл — печерская	То же	То же	—18	То же	То же
	У — среднесибирская	» »	» »	—32	» »	» »
	С — восточносибирская	» »	0,45	—36	» »	» »
	У — чукотская	» »	0,60	—28	» »	» »
Б — влажная лесотундровая	*С* — анадырская	600	То же	—20	0,6 *Но*	0,6 *Но*
Б — влажная северотаежная	*О* — кольская	650	» »	—10	0,65 *Но*	0,65 *Но*
	Сл — кольская	1050	» »	—12	1,05 *Н*	1,05 *Н*
	У — европейская	800	» »	—17	0,80 *Н*	0,80 *Н*
То же	*С* — западносибирская	800	» »	—35	0,80 *Н*	0,80 *Н*
Е — слабозасушливая северотаежная	*Ок* — якутская	900	0,40	—40	0,83 *Н*	0,90 *Н*
В — влажная среднетаежная	*У* — европейская	1400	0,60	—13	1,40 *Пн*	1,40 *Пн*
	С — предуральская	1400	0,60	—17	1,40 *Пн*	1,40 *Пн*
Г — влажная южнотаежная	*Сл* — западная	1900	0,60	—5	1,90 *С*	1,90 *С*
	У — центральная	1900	0,55	—10	1,90 *С*	1,90 *С*
	С — предуральская	1750	0,52	—21	1,75 *С*	1,75 *С*
В — влажная среднетаежная	*С* — западносибирская	1400	0,40	—22	1,40 *Пн*	1,40 *Пн*

Агроклиматические		Соответствующие физико-географические пояса	Агроклиматические	
пояса	подпояса		области	подобласти
У — умеренный	*Ух* — холодно-умеренный	Умеренный	*Н2* — недостаточного увлажнения	*Н2* (1) предуральская *Н2* (2) западносибирская
			Н3 — недостаточного увлажнения	*Н3* (1) — предбайкальская *Н3* (2) — забайкальская *Н3* (3) — центрально-якутская
У — умеренный	*У* — умеренный	Умеренный	*Д5* — достаточного увлажнения	*Д5* — юго-западная европейская

Агроклиматическая зона	Агроклиматическая провинция	Средние агроклиматические показатели провинций			Биоклиматический потенциал провинций	
		$\Sigma t \geqslant 10°$ (в °)	$Md = \frac{P}{\Sigma d}$	tx	естественное увлажнение	оптимальное увлажнение
Г — влажная южнотаежная	*Ок* — среднесибирская	1200	0,52	—30	1,20 *Пн*	1,20 *Пн*
	С — западносибирская	1700	0,55	—19	1,70 *С*	1,70 *С*
Е — слабозасушливая лесостепная и степная (на обыкновенных черноземах)	*С* — предуральская	2050	0,40	—14	1,89 *С*	2,05 *С*
	С — западносибирская	2000	0,35	—18	1,72 *С*	2,00 *С*
	Ок — предалтайская	2000	0,35	—18	1,72 *С*	2,00 *С*
Ж — засушливая степная (на южных черноземах)	*Ок* — алтайско-казахстанская	2100	0,22	—17	1,43 *Пн*	2,10 *С*
Е — слабозасушливая таежно-лесостепная	*Ок* — предбайкальская	1500	0,37	—25	1,33 *Пн*	1,50 *Пн*
То же	*Р* — забайкальская	1500	0,35	—27	1,29 *Пн*	1,50 *Пн*
Ж — засушливая степная и лесостепная	*Р* — забайкальская	1700	0,22	—25	1,07 *Н*	1,70 *С*
Е — слабозасушливая средне-и южнотаежная	*Р* — центральноякутская	1250	0,35	—37	1,07 *Н*	1,25 *Пн*
Ж — засушливая южнотаежная и лесостепная	То же	1350	0,22	—40	0,85 *И*	1,35 *Пн*
Д — влажная широколиственных лесов и лесостепная	*Сл* — юго-западная	2300	0,55	— 5	2,30 *Пв*	2,30 *Пв*
	У — юго-западная	2400	0,52	— 7	2,40 *Пв*	2,40 *Пв*

Агроклиматические		Соответствующие физико-географические пояса	Агроклиматические	
пояса	подпояса		области	подобласти
У — умеренный	*У* — умеренный	Умеренный	*Н4* — недостаточного увлажнения	*Н4* (1) — европейская
				Н4 (2) — европейская
				Н4 (3) — причерноморская
				Н4 (4) — североказахстанская
			С1 — незначительного увлажнения	*С1* — казахстанская

Агроклиматическая зона	Агроклиматическая провинция	Средние агроклиматические показатели провинций			Биоклиматический потенциал провинций	
		$\Sigma t \nearrow 10°$ (в°)	$Md = \frac{P}{\Sigma d}$	tx	естественное увлажнение	оптимальное увлажнение
Е — слабозасушливая лесостепная и степная (на обыкновенных черноземах)	*У* — западная	2900	0,35	— 7	2,49 *Пв*	2,90 *В*
	С — центральная	2800	0,35	—10	2,41 *Пв*	2,80 *В*
	С — предуральская	2350	0,30	—13	1,86 *С*	2,35 *Пв*
	С — приазовско-предкавказская	3400	0,35	— 3	2,92 *Пв*	3,40 *В*
Ж — засушливая степная (на южных черноземах)	*С* — предкавказско-донецкая	3100	0,20	— 7	1,78 *С*	3,10 *В*
	Ок — заволжско-предуральская	2650	0,20	—13	1,51 *Пн*	2,69 *Пв*
То же	*С* — южноукраинская	3300	0,22	— 2	2,08 *С*	3,30 *В*
	У — крымская	3350	0,22	— 2	2,11 *С*	3,35 *Во*
» »	*Ок* — североказахстанская	2300	0,22	—17	1,15 *Н*	2,30 *Пв*
З — полусухая полупустынная	*Ок* — центрально казахстанская	3000	0,12	—15	0,90 *Н*	3,00 *В*
И — сухая пустынная	*Ок* — южноказахстанская	3700	0,07	—10	0,22 *Но*	3,70 *Во*
	Р — восточноказахстанская	3100	0,07	—12	0,20 *Но*	3,10 *В*
	Ок — восточно-казахстанская (горная)	2000	0,12	—12	0,60 *Н*	2,00 *С*

Агроклиматические		Соответствующие физико-географические пояса	Агроклиматические	
пояса	подпояса		области	подобласти
Т — теплый	*У* — умеренно теплый	Субтропический	*С2* — незначительного увлажнения, пустынная	—
			С3 — незначительного увлажнения, пустынная	—
Комплексные агроклиматические образования				
				зональ
				Северо-Восток
ХУ — холодный и умеренный	*Хо — Ух* — очень холодный — холодно-умеренный	Субарктический умеренный	*К1* — якутская, северо-восточная	—
				—
				Камчатка
ХУ — холодный и умеренный	*Хо — Ух* — очень холодный — холодно-умеренный	Умеренный	*К2* — камчатская	—
				Дальний Восток
ХУ — холодный и умеренный	*Хо — У* — очень холодный — умеренный	Умеренный	*К3* — дальневосточная муссонная	—
				—
				—
				—
				—

Агроклиматическая зона	Агроклиматическая провинция	Средние агроклиматические показатели провинций			Биоклиматический потенциал провинций	
		$\Sigma t \geqslant 10°$ (в)	$Md = \frac{P}{\Sigma d}$	tx	естественное увлажнение	оптимальное увлажнение
И — сухая пустынная	*Ок* — среднеазиатская	4600	0,05	— 3	0,23 *Но*	4,6 *Во*
То же	*Ок* — туркменская	5350	0,05	+ 2	0,27 *Но*	5,35 *Во*
ния с развитой вертикальной поясностью и ностью						
А, Б, Е	*Ок* — северо-восточная	700	0,40	—37	0,64 *Но*	0,70 *Но*
Е, Ж	*Р* — северо-восточная (центральная)	700	0,35	—40	0,60 *Но*	0,70 *Но*
А — В	*У* — камчатско-курильская	700	0,60	—17	0,70 *Но*	0,70 *Но*
	С — центрально-камчатская	1100	0,40	—21	1,01 *Н*	1,10 *Н*
Б	*Ок* — охотская	800	0,60	—30	0,80 *Н*	0,80 *Н*
Б, В	*Р* — алданская	1200	0,50	—27	1,20 *Пн*	1,20 *Пн*
В, Г	*Р* — сихотэ-алиньская	1200	0,55	—20	1,20 *Пн*	1,20 *Пн*
Г	*Р* — зея-буреинская	1700	0,52	—31	1,70 *С*	1,70 *С*
В, Г	*Ок* — нижнеамурская	1500	0,60	—22	1,50 *Пн*	1,50 *Пн*

Агроклиматические		Соответствующие физико-географические пояса	Агроклиматические	
пояса	подпояса		области	подобласти
XV — холодный и умеренный	*Хо — У* — очень холодный — умеренный	Умеренный	*К3* — дальневосточная муссонная	—
				Саяны, Алтай
XV — холодный и умеренный*	*Хо — Ух* — очень холодный — — холодно-умеренный	Умеренный	*К4* — саяно-алтайская	— —
				Урал
ХУ — холодный и умеренный	*Хо — Ух* — очень холодный — — холодно умеренный	Арктический Субарктический и умеренный	*К5* — уральская	—
				Карпаты
У — умеренный	*Ух — У* — холодно-умеренный и умеренный	Умеренный	*К6* — карпатская	—

Продолжение

Агроклиматическая зона	Агроклиматическая провинция	Средние агроклиматические показатели провинций			Биоклиматический потенциал провинций	
		$\Sigma t > 10°$ (в)	$Md = \frac{P}{\Sigma d}$	tx	естественное увлажнение	оптимальное увлажнение
Б, В	*С* — сахалинская	1200	0,60	—20	1,20 *Пн*	1,20 *Пн*
Д, Е	*Р* — амуро-уссурийская	2300	0,52	—23	2,30 *Пв*	2,30 *Пв*
А, Г	*Ок* — саяно-алтайская (горная)	1400	0,52	—20	1,40 *Пн*	1,40 *Пн*
Е, Ж	*Ок* — саяно-алтайская (межгорная)	1600	0,35	—18	1,38 *Пн*	1,60 *С*
А — Е	*С* — уральская	1300	0,45	—17	1,26 *Пн*	1,30 *Пн*
В — Д	*У* — карпатская	2200	0,60	— 3	2,20 *Пв*	2,20 *Пв*

Агроклиматические		Соответствующие физико-географические пояса	Агроклиматические	
пояса	подпояса		области	подобласти
			Памир — Тянь-Шань	
ХУ — холодный и умеренный	*Хо — У* — очень холодный — умеренный	Субтропический	*К7* — памиро-тянь-шаньская	—
				—
			Кавказ	
Х — Т — холодный — теплый	*Хо — Т* — очень холодный — теплый	Субтропический	*К8* — кавказская	—
				—
				—
				—
				—

Продолжение

Агроклиматическая зона	Агроклиматическая провинция	Средние агроклиматические показатели провинций			Биоклиматический потенциал провинций	
		$\Sigma t \geqslant 10°$ (в °)	$Md = \frac{P}{\Sigma d}$	tx	естественное увлажнение	оптимальное увлажнение
Е — И	*Ок* — предгорная и низкогорная	2800	0,20	— 7	1,60 *С*	2,80 *В*
А — И	*Ок* — высокогорная	800	0,30	—10	0,63 *Но*	0,80 *Но*
А — Ж	*У*—Большого Кавказа	2600	0,42	— 3	2,34 *Пв*	2,60 *Пв*
Б —Ж	*С* — Малого Кавказа	2600	0,30	— 3	2,05 *С*	2,60 *Пв*
З, И	*С* — кура-араксинская	4100	0,12	+ 2	1,23 *Пн*	4,10 *Во*
Д, Е	*С* — ленкоранская	3500	0,45	+ 3	3,39 *В*	3,50 *Во*
Д	*У* — колхидская	4200	0,60	+ 5	4,20 *Во*	4,20 *Во*

мощных гумусовых горизонтов с относительно невысоким содержанием гумуса в почвах западной лесостепи. В восточных частях зоны, где почва длительное время находится в замерзшем состоянии, имеет низкую температуру, позднее оттаивает, биологический круговорот веществ замедлен, менее полно разлагается органическое вещество. Поэтому в верхних горизонтах почвы накапливается больше гумуса, но мощность гумусовых горизонтов уменьшается. Подобная неоднородность характерна и для других агроклиматических зон.

Особенности климата, которые определяют обособление провинций, связаны с нарастанием континентальности, признаком чего являются более холодные зимы, сокращение активного периода вегетации, уменьшение сумм температур, осадков. Поэтому для выделения провинций использован показатель континентальности климата.

В соответствии с классификацией климата по континентальности (табл. 26, стр. 105) на территории СССР выделяются провинции: океанические (*О*), слабоконтинентальные (*Сл*), умеренно континентальные (*У*), среднеконтинентальные (*С*), очень континентальные (*Ок*) и резкоконтинентальные (*Р*).

На территории СССР выделено 67 провинций. Перечень провинций с географическими их названиями приведен в таблице 50. В ней дается также оценка продуктивности климата в баллах и указаны ареалы продуктивности, в которые входят соответствующие провинции.

Агроклиматические провинции расчленяются на секторы. Последние образуются пересечением на территории провинций изолиний сумм температур, выделяющих полосы обеспеченности растений теплом, изолиний показателя увлажнения, выделяющих зоны увлажнения, и изолиний температуры наиболее холодного месяца, характеризующих суровость зимы.

Пользуясь разработанными нами шкалами классификаций климата, для каждого сектора установлен тип климата определенного производственного значения.

Для обозначения типов климата приняты буквенные индексы. Эти обозначения приведены в соответствующих шкалах классификации климата (табл. 19, 23, 24, 25, стр. 76, 94, 100, 102). Те или иные сочетания обозначений составляют формулу типов климата.

Производственные типы климата секторов, выделенных на составленных нами картах «Климатические ресурсы сельского хозяйства СССР» (1962) и «Агроклиматическое районирование СССР», характеризуются четырехчленными формулами.

На первом месте этих формул приведен индекс обеспеченности растений теплом, на втором — индекс обеспеченности влагой, на третьем — индекс суровости зимы и на четвертом — индекс снежности зимы.

Пример формулы: $Ух^2$, $В$, $Х^1$ $д$. Согласно индексам формулы, сектор по обеспеченности растений теплом относится к полосе среднеранних культур умеренного пояса ($Ух^2$), к влажной зоне ($В$) с зимой умеренно холодной ($Х^1$) и достаточно снежной ($д$).

Округа, районы и типы местоположений

Климатические особенности этих подразделений территории определяются местными физико-географическими условиями. Конкретное сочетание природных элементов — рельефа, почвогрунтов, растительности и других — определяет особенности водного и теплового балансов и, следовательно, местные особенности климата округов и районов.

Природный округ — территориальное образование с определенным генетическим типом рельефа или закономерным сочетанием нескольких типов с характерными для них почвообразующими породами, почвами и растительностью. Природный район — образование, характеризующееся относительно однородным рельефом, почвенным и растительным покровом.

Сочетание элементов природы округов и районов определяет мезо- или местный климат этих подразделений территории, который создается на фоне макроклимата.

В Совете по изучению производительных сил Госплана СССР выполнена работа по выделению 546 первичных сельскохозяйственных районов. Эти районы выделены по комплексу природных условий, но для удобства экономического анализа в соответствии с границами административных районов. Районы по признаку их выделения отвечают требованиям мезоагроклиматического районирования. Их можно принять поэтому за агроклиматические районы.

Учитывая потребность сельскохозяйственного производства в агроклиматическом делении страны по более дробным подразделениям, мы установили производственные типы климата указанных первичных сельскохозяйственных (агроклиматических) районов. Типы климата этих районов характеризуются 13-членной формулой. Порядок расположения членов формулы принят следующий: 1-е место — индекс континентальности; 2-е — суммарной обеспеченности теплом; 3-е — суммарной обеспеченности влагой; 4, 5 и 6-е — соответственно индексы продолжительности, суровости и снежности зимы; 7-е и 8-е — продолжительности и увлажненности весны; 9, 10 и 11-е — продолжительности теплового состояния и увлажненности лета; 12, 13-е — продолжительности и увлажненности осени.

Пример формулы: *Ко*; $У^1$; *З*; $СХ^2$, *д*; *Ко*, *Сп*, *С*, $Т^1$, *Сп*, *К*, *Зо*. Согласно формуле, климат данного района очень континентальный (*Ко*). По обеспеченности теплом район относится к полосе средних культур умеренного пояса ($У^1$), а по обеспеченности влагой — к засушливой зоне (*З*). Зима средней продолжительности (*С*), холодная ($Х^2$), достаточно снежная (*д*). Весна очень короткая (*Ко*), полусухая (*Сп*). Лето средней продолжительности (*С*), умеренно теплое ($Т^1$), полусухое (*Сп*). Осень короткая (*К*), очень засушливая (*Зо*).

Такие формулы типов климата приведены в работе «Материалы по природно-экономической характеристике сельскохозяйственных микрорайонов» (1962).

В пределах природных районов выделяются типы местоположений по особенностям микроклимата. Последний создается на фоне местного климата и определяется физико-географическими условиями того или иного местоположения. Микроклимат — это климат склонов, водоразделов, полей среди леса и др. Элементы климата и их сочетания, обусловленные физико-географическими особенностями местоположений, могут колебаться в зависимости от характера культурной и естественной растительности, агротехнических приемов и т. д. В связи с этим в типах местоположений следует различать еще фитоклиматические вариации микроклимата, вызванные агротехникой, видом культуры, ее состоянием и др.

Особенности климата округов, районов и типов местоположений выявляются главным образом в суточном

режиме элементов климата, в разном почвенном увлажнении типичных местоположений вследствие перераспределения влаги по рельефу и т. д. Эти особенности не всегда могут быть установлены данными станций климатической сети. Для выявления климата округов, районов и типов местоположений требуется изучение не только климата этих дробных подразделений территории путем специальных мезо- и микроклиматических наблюдений, но и всей природы. На этой ступени агроклиматическое районирование смыкается с дробным комплексным природным районированием.

Полная схема агроклиматического районирования СССР, разработанная на основе рассмотренных выше положений и относящаяся к первой ступени районирования, приведена в таблице 50, стр. 222.

Построенное по этой схеме «Агроклиматическое районирование СССР» представлено красочной картой в масштабе 1 : 30 000 000, прилагаемой к книге и более детальной многокрасочной картой в масштабе 1 : 4 000 000, издание Главного управления геодезии и картографии Министерства геологии и охраны недр СССР, М., 1967.

Наше агроклиматическое районирование СССР во многом согласуется с почвенно-географическим районированием (1962). Этим взаимно обосновываются оба вида районирования. Согласованность элементов районирования показана в нашей работе (1962).

Применение системы агроклиматического районирования к территориям определяется масштабами последних. При районировании крупной территории, предусматривающем составление обзорной карты, достаточно выделить макроклиматические образования: пояса, подпояса, области и подобласти, зоны, провинции и секторы. Пример такой обзорной карты —составленная нами и помещенная в конце книги красочная карта «Агроклиматическое районирование СССР».

При районировании территории масштаба административных областей должно быть предусмотрено выделение мезоклиматических образований — округов и районов, а при районировании административных районов и хозяйств — выделение и микроклиматических образований — агроклиматических типов местоположений. В качестве примера мезо- и микроклиматического райониро-

ваний можно указать на выполненное нами районирование Центральной Якутии (1961).

В заключение отметим, что одной из важных особенностей карт агроклиматического районирования является их комплексность. Поэтому наряду с использованием основных биоклиматических показателей при построении карт на них и в легендах к ним следует давать и другие климатические показатели, имеющие важное сельскохозяйственное значение — среднюю температуру наиболее теплого и наиболее холодного месяцев, продолжительность теплого и холодного периодов, длину дня в определенные моменты развития растений, показатели бонитета климата и сельскохозяйственных культур, показатели увлажнения сельскохозяйственных сезонов, повторяемость и обеспеченность агрометеорологических явлений и др. На агроклиматических картах очень важно приводить формулы типов климата. Все это соблюдено нами при составлении указанных выше карт для территории СССР, материков земного шара, Центральной Якутии.

Теперь необходимо углубить работы по дробному агроклиматическому районированию, относящемуся ко второй и третьей ступеням, именно к мезо- и микроклиматическому районированию.

Для дробного районирования целесообразно пользоваться картографической основой миллионного и более крупного масштаба.

Агроклиматическая характеристика отдельных территорий, хозяйств

Изложенные выше данные показывают, что в сельскохозяйственной практике при решении производственных вопросов (разработке зональных систем сельского хозяйства, определении специализации, подборе культур и др.) возникает необходимость в составлении агроклиматических характеристик определенных территорий и отдельных хозяйств. Для этого необходимы агроклиматические показатели. Такие показатели еще не всегда используются, что снижает производственную оценку климата и приводит к несопоставимости характеристик.

Характеристиками должны быть выявлены: а) общие агроклиматические особенности территории, хозяйства; б) особенности сельскохозяйственных сезонов (весны, лета,

осени, зимы) и в) особенности возделывания сельскохозяйственных культур.

Общие агроклиматические особенности устанавливаются главным образом по показателям континентальности климата, обеспеченности растений теплом и влагой. Показатели континентальности мало использовались для сельскохозяйственной оценки климата вследствие недостаточной выясненности их производственного значения. Между тем с этим показателем связаны морозоопасность местоположений, продолжительность вегетационной весны и осени и другие особенности климата. Поэтому рекомендуется общие особенности климата характеризовать прежде всего по показателям континентальности. Для этого используется шкала, приведенная на странице 105.

Следующий важный показатель — теплообеспеченность растений, характеризуемая климатическими суммами температур выше 10°. По этому показателю устанавливается возможность возделывания сельскохозяйственных культур различных требований к теплу, агроклиматический пояс, подпояс и полоса обеспеченности растений теплом данной территории, хозяйства. Для этого используется шкала теплообеспеченности, приведенная на странице 76.

Для определения возможности произрастания определенных экологических типов сельскохозяйственных культур используются данные таблиц 13, 14 (стр. 59, 63). При характеристике теплообеспеченности важно также установить остаточные суммы температур после уборки рано созревающих культур (озимые, горох и др.) и по ним — возможность возделывания определенного набора пожнивных и подсевных культур.

Очень важно составить правильную и всестороннюю оценку влагообеспеченности, которой определяется урожай. Ее целесообразно давать по годовому увлажнению, динамике увлажнения сельскохозяйственных сезонов и вероятности различно увлажненных месяцев и лет.

Для оценки годового увлажнения используется показатель атмосферного увлажнения в форме отношения осадков к испаряемости или факторам испарения. По этому показателю данная территория, хозяйство на основании шкалы, приведенной на странице 94, относится к соответствующей области и зоне увлажнения. Динамика увлажнения сельскохозяйственных сезонов устанавливается по

месячным значениям показателя увлажнения, а вероятность различно увлажненных лет — по таблицам на страницах 92, 93.

Для характеристики условий влагообеспеченности растений дополнительно используются: данные о годовых осадках и испаряемости, их разность, или баланс увлажнения, данные о запасах активной влаги в почве в слое 0—20, 0—50 и 0—100 см. Желательно также привести сведения о мезо- и микроклиматических особенностях территории, хозяйства — морозоопасности местоположений, дополнительном увлажнении почвы вследствие перераспределения влаги по рельефу. Такие сведения приводятся по материалам полевых наблюдений или по опросным данным.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов. Обоснование многих агротехнических мероприятий строится на учете сезонных особенностей климата, например обоснование выровненной, гребнистой или безотвальной пахоты, задержания или сгона снега с полей, времени посева и уборки культур и т. д.

В связи с годовым ходом температуры и сопутствующими явлениями природы различают сельскохозяйственные сезоны: весенний, летний, осенний и зимний.

В земледельческих районах умеренного пояса за весенний сезон принимается период от устойчивого перехода температуры воздуха через 0° до перехода ее через 15°, за летний — период с температурой выше 15° (период 15—15°), за осенний — от 15° до 0° (15—0°) и за зимний — период с температурой ниже 0°.

Весенний сезон. Начало этого сезона совпадает примерно со сходом снегового покрова, что соответствует переходу температуры воздуха через 0°. В период от 0 до 5° почва просыхает, в это время проводят ранние весенние работы по очистке полей, задержанию и спуску талой воды и др. Несколько позднее начинают обрабатывать почву.

С переходом температуры воздуха через 5° у большинства зимующих культур возобновляется вегетация; развертываются весенние полевые работы по обработке почвы и начинается сев ранних зерновых культур.

Окончание весны связывают со временем посева теплолюбивых культур, что соответствует примерно переходу температуры воздуха через 15°.

По характеру и развертыванию явлений весенний сезон делят на три части: ранневесенний (период 0—5°), средневесенний (период 5—10°) и поздневесенний (период 10—15°). Средне- и поздневесенний периоды составляют вегетационную весну (период 5—15°).

Весенний сезон характеризуется следующими показателями: 1) временем наступления и окончания всего сезона и его частей; 2) продолжительностью сезона; 3) временем окончания заморозков и наступления безморозного периода; 4) отклонениями средней даты заморозков от даты перехода температуры воздуха через 10°; 5) увлажнением сезона (показатель увлажнения, осадки, испаряемость, баланс увлажнения).

Летний сезон. Наступление летнего сезона связывают с колошением — началом цветения озимых и началом интенсивного роста более требовательных к теплу культур, что совпадает примерно с переходом температуры воздуха через 15°. Временем окончания сезона считается переход температуры воздуха через 15° на ее спаде, что примерно совпадает с началом сева озимых. В период 15—15° в большинстве мест происходит цветение, созревание и уборка зерновых и только в северных районах зерновые культуры созревают, когда температура воздуха опускается ниже 15°.

Летний сезон характеризуется показателями: 1) временем наступления и окончания сезона по переходу температуры через 15°; 2) продолжительностью сезона; 3) температурой наиболее теплого месяца, показателями увлажнения.

Осенний сезон. За начало осеннего сезона принимается переход температуры воздуха через 15° на спаде, за окончание — переход через 0°. В осенний сезон сеют озимые и происходит их укоренение, убирают корне- и клубнеплоды и овощные культуры, проводится зяблевая пахота.

Переход температуры воздуха через 10°, совпадающий примерно с наступлением заморозков, практически считается за момент, ограничивающий созревание зерновых, а переход через 5° — за момент прекращения вегетации озимых. После перехода температуры через 5° происходит закаливание озимых.

По характеру явлений осенний сезон, как и весенний, разделяется на три части: раннеосенний (период 15—10°), среднеосенний (период 10—5°) и позднеосенний (период

Показатель	Месяцы				
	I	II	III	IV	V
Температура воздуха .	−9,5	−9,3	−4	5,8	14,6
Max	4	4	16	27	34
Min (средняя из абсолютных)	−26	−24	−19	−6	1
$\Sigma t > 10°$ (в нарастающем итоге)				32	483
Индекс теплового состояния	M^3				
Количество осадков (в мм)	33	23	28	36	53
Индекс дождливости*	3,8	2,3	2,8	3	3
Дефицит влажности воздуха (в мб)	0,2	0,3	0,5	2,8	7,3
Испаряемость (в мм) .	3	4	6	38	102
Баланс увлажнения . .	30	19	22	−2	−49
Относительная влажность воздуха в 13 часов дня				58	44
Число дней с относительной влажностью воздуха $\leqslant 30\%$ . . .				3	5
Число дней с относительной влажностью воздуха $\geqslant 80\%$ . . .				6	3
Показатель атмосферного увлажнения . .				0,43	0,23
Индекс увлажнения . .				*Пв*	*З*
Вероятность месяцев:					
сухих, $Md < 0,15$				16	40
засушливых, Md 0,15—0,26 . . .				17	29
Безморозный период	Начало, конец, продолжительность				2/V
Основной период вегетации с $t > 10°$				27/IV	
Весенний период (5—15°)				13/IV	18/V

* Индекс дождливости — число дней в среднем за декаду дан

Воронеж, подобласть *Н4(1)*

сяцы							Средне-е за год
VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
18,0 37 6	20,2 40 10	18,6 38 7	12,8 37 —2	6 25 —5	—1 18 —13	—7,2 8 —23	5,4 40 —28
1016	1641	2215	2250				
	T^2						
66 3,8	65 3,5	56 3,3	40 2,9	45 3,2	37 3,2	39 3,8	521
8,2 111 —45	9,5 132 —67	8,6 120 —64	5,1 69 —29	2,2 31 14	0,8 10 27	0,3 4 35	630 — 109
50	49	50	56	65			
2	2	3	2				16
3	3	3	4				20
0,27 *Пз*	0,22 *З*	0,21 *З*	0,26 *Пз*	0,66 *Ви*			0,37 *Пв*
30	40	44	33	9			
26	29	28	28	9			
				3/X			153
			29/IX				154
							35

ного месяца с осадками более 0,5 мм.

Показатель	Месяц				
	I	II	III	IV	V
Летний период (15—15°)	Начало, конец, продолжительность				18/V
Осенний период (15—5°)					
Холодный период (0—0°)			30/III		
Высота снегового покрова (в см) * . . .	17	23	18	●	
Влажность почвы (в мм):					
под яровыми 0—20 см				44	32
0—50 см				92	70
0—100 см				150	130
Фазы развития:					
озимая рожь . . .				Возобновление вегетации 11/IV	Выход в трубку 2/V
					Колошение 23/V
яровая пшеница . .				Сев 24/IV	Всходы 6/V
					3-й лист 16/V
					Кущение 22/V
					Выход в трубку 31/V

* знак (●) означает, что в более 50% зим в данном месяце

сяцы							Средне-е за год
VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
			2/IX				106
			2/IX	19/X			47
					10/XI		141
					●	6	
16 35 79	11 20 44	11 19 35			•		
Цветение 5/VI	Восковая спелость 10/VII	Сев 28/VIII	Всходы 4/IX	Прекращение вегетации 19/X			
Молочная спелость 22/VI	Полная спелость 16/VII		3-й лист 12/IX				
			Кущение 17/IX				
Колошение 20/VI	Молочная спелость 6/VII						
Цветение 24/VI	Восковая спелость 23/VII						
	Полная спелость 29/VII						

снег отсутствовал.

Показатель	Месяцы				
	I	II	III	IV	V
овес				Сев 18/IV	Всходы 8/V 3-й лист 18/V Кущение 26/V
просо					Сев 10/V Всходы 23/V 3-й лист 31/V
кукуруза					Посев 13/V Всходы 28/V
подсолнечник					Сев 1/V Всходы 16/V 2-я пара листьев 23/V
сахарная свекла				Сев 28/IV	Всходы 19/V 1-я пара листьев 31/V
люцерна синяя				Возобновление вегетации 9/IV	

сяцы							Средне-ее ва год
VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Выход в трубку 3/VI Колошение 24/VI Кущение 16/VI Выход в трубку 18/VI 3-й лист 4/VI Образование соцветия 30/VI 3-й лист 10/VI Начало утолщения корня 27/VI Цветение 15/VI	Цветение 1/VII Молочная спелость 10/VII Восковая спелость 23/VII Полная спелость 27/VII Выметывание 9/VII Выметывание 15/VII Цветение 22/VII Цветение 27/VII	Полная спелость 17/VIII Созревание 31/VIII Увядание наружных листьев 29/VIII	Полная спелость 8/IX				

5—0°). Ранне- и среднеосенний периоды составляют вегетационную осень (период 15—5°).

Осенний сезон характеризуется показателями: 1) временем наступления и окончания сезона и его частей; 2) продолжительностью сезона; 3) временем наступления заморозков и окончанием безморозного периода; 4) отклонениями даты наступления заморозков от даты перехода температуры воздуха через 10°; 5) показателями увлажнения сезона.

Зимний сезон. За начало и конец сезона принимают устойчивый переход температуры воздуха через 0° на ее спаде и подъеме. Условиями зимы определяется перезимовка озимых, многолетних трав, деревьев и кустарников, накопление влаги в почве и др.

Зимний сезон характеризуется показателями: 1) временем наступления и окончания сезона (по переходу температуры воздуха через 0°), 2) временем установления и схода снегового покрова, 3) продолжительностью сезона, 4) средней максимальной и минимальной температурой и абсолютным минимумом температуры, 5) высотой снегового покрова, 6) глубиной промерзания почвы, 7) ветровым режимом (скорость, преобладание направления).

Агроклиматические особенности возделывания сельскохозяйственных культур. Их рекомендуется устанавливать на основе сопряженного учета биологических особенностей культур (требований к теплу, влаге, свету и другим факторам) и складывающихся условий ко времени сева и в межфазные периоды. Для озимых, многолетних трав, плодово-ягодных насаждений устанавливаются также агроклиматические особенности периодов осенней вегетации и перезимовки.

Для удобства и полноты анализа агроклиматических условий мы рекомендуем способ подбора табличного материала, по которому климатические показатели располагаются в сопряжении с датами наступления фаз развития. Такое расположение материала показано на примере станции Воронеж (табл. 51). В таблице 51 приведены важнейшие показатели агроклиматических условий по месяцам (в рабочих таблицах целесообразно приводить показатели по декадам) и в соответствующих графах — даты фенофаз. Указанное расположение климатических и фенологических данных выражает идею построения климоскопов, разработанную Дж. Ацци (1932).

Для агроклиматической характеристики территории станции подбирают по подобластям и провинциям.

Агроклиматические подобласти характеризуются сходством режима элементов климата, особенно за теплый период, провинции — сходством режима за теплый и холодный периоды, что определяет и сходство агротехнических мероприятий. Учитывая отмеченную климатическую однородность подобластей и провинций, можно ограничиться минимумом станций для характеристики агроклиматических особенностей больших территорий.

Для анализа влияния климатических условий на конечный результат хозяйственной деятельности — урожай — проводится сопоставление по агроклиматическим районам основных показателей (сумм температур, значений показателей увлажнения) со средними величинами урожайности культур по данным госсортоучастков и хозяйств.

Характеристика агроклиматических условий отдельных территорий и хозяйств может быть пополнена и рядом других показателей и выводов на основе обобщения местного опыта.

Рассмотренные методические положения рекомендованы для производственной оценки климата колхозов и совхозов («Руководство по составлению почвенных и агрохимических карт», изд-во «Колос», М., 1964).

Глава V

МИРОВЫЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ АНАЛОГИ СССР

ОБЩИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРАН

Выявление мировых агроклиматических аналогов нашей страны имеет большое практическое значение. Это необходимо для улучшения планирования сельскохозяйственного производства в масштабе социалистического сектора мирового хозяйства, лучшего использования внутри нашей страны зарубежного опыта, учета соответствующих возможностей капиталистического сектора и др.

Практически важно установить аналоги и по отдельным факторам развития и роста растений, и по их комплексу. Аналоги по теплообеспеченности указывают на возможность произрастания одинаковых экологических типов сельскохозяйственных культур, по влагообеспеченности — на возможную их продуктивность; аналоги по комплексу факторов позволяют судить о характере технических и агротехнических мероприятий, о потенциальной продуктивности климата и т. д.

Для установления соответствующих мировых аналогов нет нужды выделять чрезмерно дробные агроклиматические подразделения территории. О сравнительной теплообеспеченности растений можно судить по простиранию поясов и подпоясов, а о влагообеспеченности — областей и подобластей увлажнения. Условия перезимовки приблизительно отражают типы суровости зимы. О комплексе агроклиматических условий можно судить по формулам типов климата, приведенным на карте климатических ресурсов сельского хозяйства, помещенной в конце книги. Формулы составлены из индексов тепло-, влагообеспеченности, суровости зимы и динамики увлажнения. На первом месте — индексы подпоясов обеспеченности растений теплом, на втором — индексы областей увлажнения, на третьем — индексы типов суровости зимы. Цифровые индексы при формулах указывают на характерные типы динамики увлажнения сельскохозяйственных сезонов теплого периода, согласно приведенной ниже классификации увлажнения.

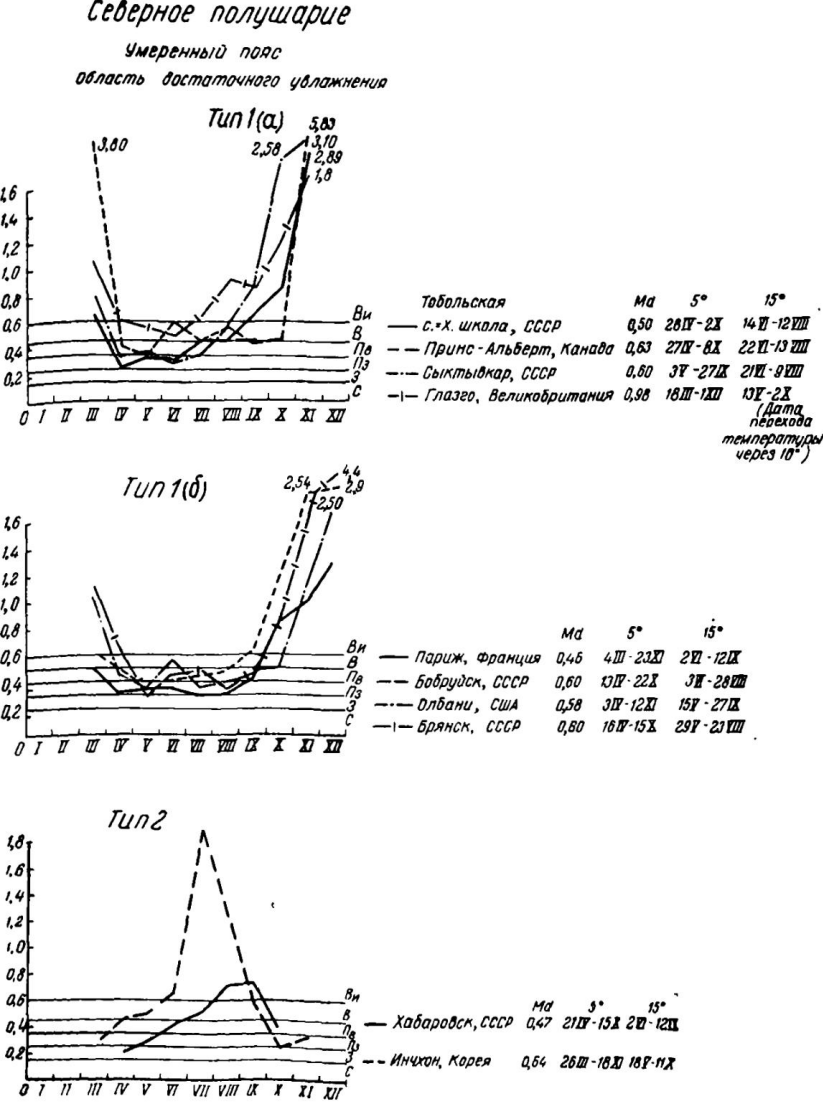
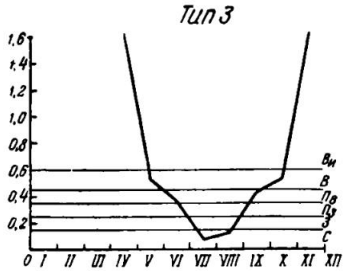
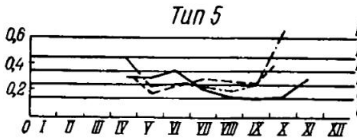


Рис. 27. Мировые климатические ресурсы сельского хозяйства.

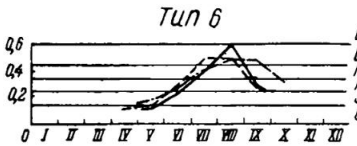


	Ма	10°
— Юрика, США	1,55	18 IV - 26 XI

Область недостаточного увлажнения

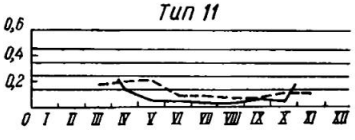


	Ма	5°	15°
— Бисмарк, США	0,26	14 IV - 23 X	30 V - 12 IX
-- Омск, СССР	0,32	27 IV - 5 X	3 VI - 22 VIII
--- Воронеж, СССР	0,37	12 IV - 20 X	15 V - 3 IX



	Ма	5°	15°
— Чита, СССР	0,28	3 V - 28 IX	14 VI - 19 VIII
-- Харбин, Китай	0,30	15 IV - 14 X	24 V - 12 IX
--- Иркутск, СССР	0,34	2 V 27 IX	17 VI - 17 VIII

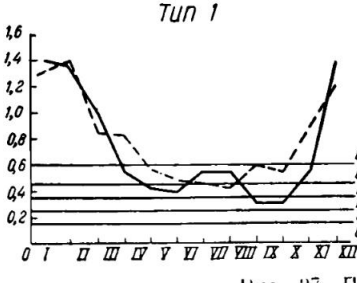
Область незначительного увлажнения



	Ма	5°	15°
— Гурьев, СССР	0,08	7 IV - 27 X	3 V - 20 IX
-- Денвер, США	0,12	22 III - 13 XI	24 V - 26 IX

Теплый пояс

Область достаточного увлажнения



	Ма	15°
— Монтгомери, США	0,61	20 III - 6 XI
-- Сухуми, СССР	0,70	1 V 31 X

Рис. 27. Продолжение.

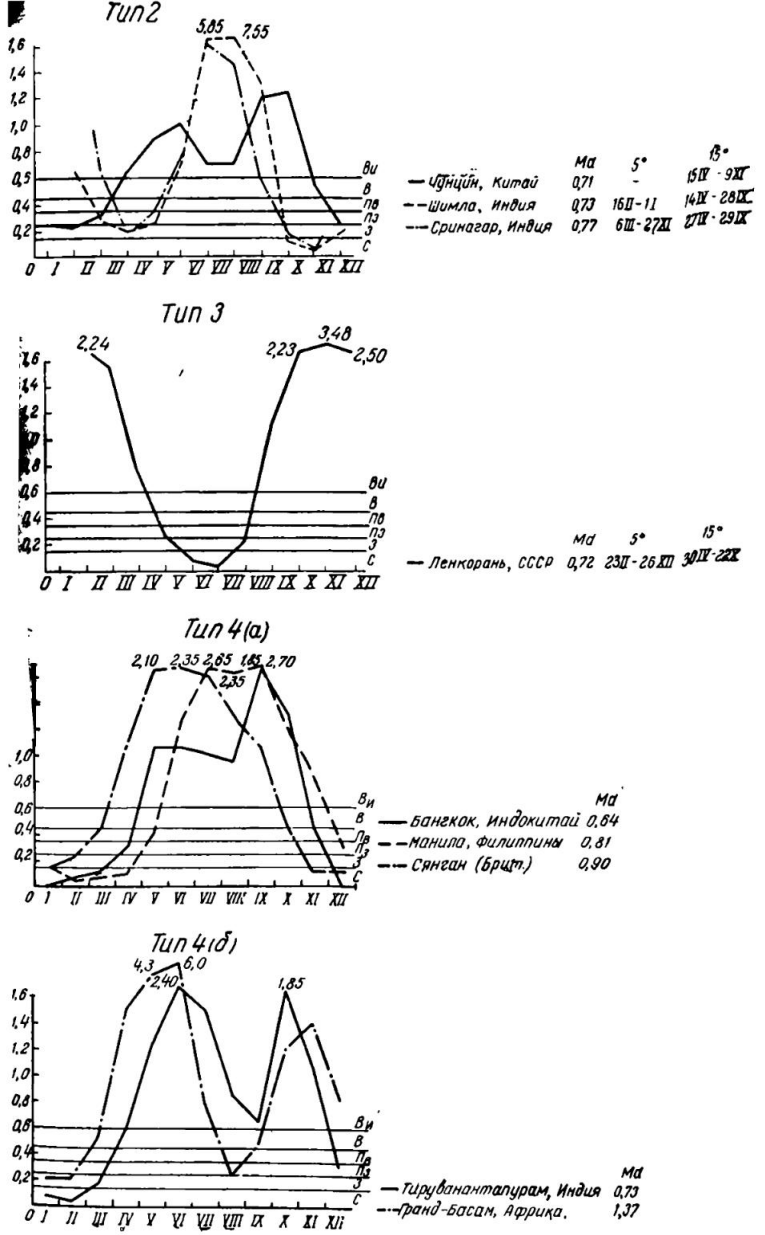


Рис. 27. Продолжение.

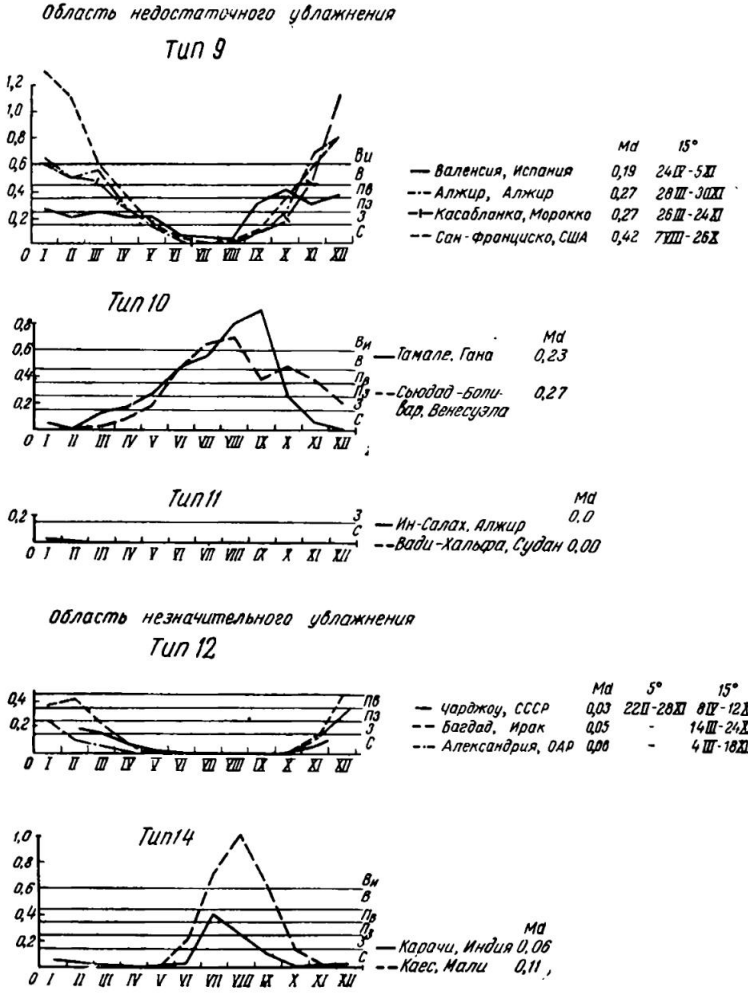


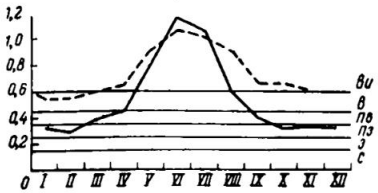
Рис. 27. Продолжение.

Южное полушарие

Умеренный пояс

Область достаточного увлажнения

Тип 1

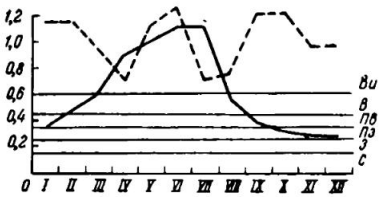


		Ma	15°
— Крайстчерч,	Новая Зеландия	0,45	4 XII – 9 III
-- Данидин,	"	0,70	10 X – 25 IX

(Дата перехода температур через 10°)

Теплый пояс

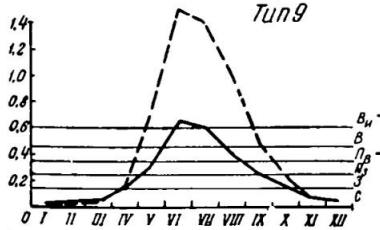
Тип 1



		Ma	15°
— Сидней,	Австралия	0,52	16 IX – 12 V
-- Куритиба,	Бразилия	1,02	24 IX – 31 V

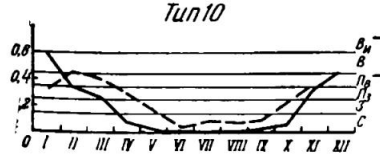
Область недостаточного увлажнения

Тип 9



		Md	15°
— Аделаида,	Австралия	0,16	27 IX – 9 V
-- Перт,	Австралия	0,29	25 IX – 28 V

Тип 10



		Md	15°
— Булавайо,	Родезия	0,16	3 VIII – 26 V
-- Кордова,	Аргентина	0,28	17 IX – 4 V

Рис. 27. Продолжение.

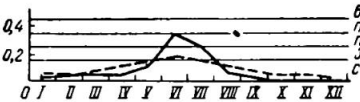
Область незначительного увлажнения

Тип 11



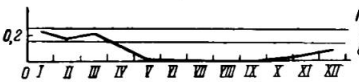
	Md	15°
— Алис-Спринг, Австралия	0,04	19 VIII - 18 V

Тип 13



	Md	15°
— Карнарвон, Австралия	0,06	-
-- Юкла, Австралия	0,08	17 IX - 21 VI

Тип 14

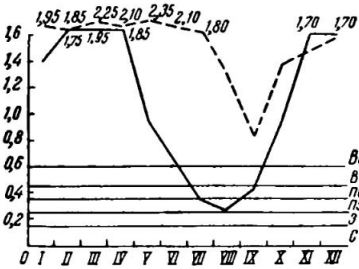


	Md	15°
— Виндхук, Африка	0,07	2 VIII - 2 VI

Жаркий пояс

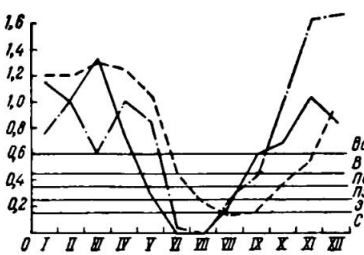
Область достаточного увлажнения

Тип 1



	Md
— Бандунг, Индонезия	1,06
-- Баликпапан, Индонезия	1,66

Тип 4



	Md
— Лулвабур, Конго	0,57
-- Манаус, Бразилия	0,69
--- Балобо, Конго	0,70

Рис. 27. Продолжение.

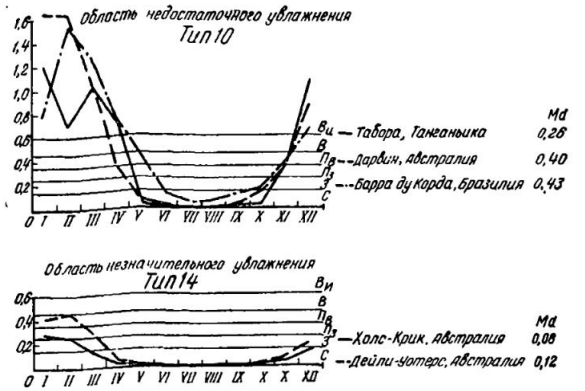


Рис. 27. Продолжение.

КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ ДИНАМИКИ УВЛАЖНЕНИЯ

Области достаточного увлажнения

Тип 1. Все сезоны незасушливые.

Тип 2. Весна и осень засушливые и умеренно влажные, лето достаточно влажное (муссонный тип области достаточного увлажнения).

Тип 3. Весна и осень достаточно влажные, середина лета засушливая и сухая (средиземноморский тип увлажнения).

Тип 4. Зима* недостаточно влажная и сухая, лето достаточно влажное.

Области недостаточного увлажнения

Тип 5. Весна и лето засушливые и полузасушливые, осень умеренно влажная и влажная.

Тип 6. Весна сухая и засушливая, лето умеренно влажное и влажное, осень умеренно влажная и засушливая (муссонный тип области недостаточного увлажнения).

Тип 7. Весна и первая половина лета сухие и засушливые с нарастанием увлажнения к осени.

---

* Зима календарная жаркого пояса.

Тип 8. Лето засушливое и полусухое, весна и осень с повышенным увлажнением.
Тип 9. Весна, осень и зима* умеренно влажные и влажные, лето засушливое и сухое.
Тип 10. Зима* сухая и засушливая, лето умеренно влажное и влажное.

Область незначительного увлажнения

Тип 11. Все сезоны сухие, полусухие.
Тип 12. Весна и осень с повышенным увлажнением (полусухие — полувлажные), лето сухое и очень сухое.
Тип 13. Лето сухое, зима с повышенным увлажнением.
Тип 14. Зима сухая, лето с повышенным увлажнением.

Указанные в приведенной классификации сочетания увлажнения сезонов теплого периода иллюстрируются картой мировых климатических ресурсов сельского хозяйства.

Проследим по ней распространение агроклиматических образований по тепловым поясам.

Холодный пояс, или пояс культур закрытого, полузакрытого грунтов и ранних малотребовательных к теплу овощных культур, в северном полушарии занимает громадную территорию.

К поясу относятся северные районы СССР, Финляндии, Швеции, Норвегии, Канады, Исландия и Гренландия, а также высокогорья Тибета, Саян, Памиро-Тянь-Шаня, Кавказа. В южном полушарии к поясу относится небольшая территория южных районов Аргентины.

Сравнительно низкая теплообеспеченность, а следовательно, и небольшая испаряемость обусловливают достаточное увлажнение территории пояса. Только наиболее континентальные места — северо-восток СССР, Тибет, Памиро-Тянь-Шань — относятся к области недостаточного увлажнения. Температура наиболее холодного месяца колеблется от —8 —10° до —45° и ниже.

По сочетанию тепло-, влагообеспеченности и суровости зимы пояс расчленяется на следующие комплексные крупные агроклиматические секторы (табл. 52).

* Зима календарная жаркого пояса.

Таблица 52

Комплексные агроклиматические секторы холодного пояса

Секторы и их обозначения	Географическое расположение	Оценка потенциальной продуктивности климата *	
		биоклиматический потенциал	баллы
Подпояс очень холодный (*Хо*)			
ХоД С — достаточного увлажнения с суровой зимой (< 400°; >0,60; —25 —40°) **	Тундровая полоса азиатской территории СССР, тундровая полоса Канады, окраины Гренландии	<0,4 / <0,4	<28 / <28
ХоДЖ — достаточного увлажнения с жестокой зимой (< 400°; > 0,60; —40°)	Центральные районы Гренландии	<0,4 / <0,4	<28 / <28
ХоДХ — достаточного увлажнения с холодной зимой (< 400°; > 0,60; —10 —25°)	Тундровая полоса европейской территории СССР, южные оконечности Гренландии, Исландия	<0,4 / <0,4	<28 / <28
ХоСХ — незначительного увлажнения с холодной зимой (< 400°; < 0,15; —10—25°)	Высокогорные районы Памира, Тянь-Шаня, Тибета	0,1 / <0,4	5 / <28
Подпояс холодный (*Х*)			
ХДХ — достаточного увлажнения с холодной зимой (400—1200°; > 0,45; —10—25°)	Камчатка, побережье Охотского моря, северотаежные районы европейской территории СССР, северные районы Финляндии, Швеции и Норвегии, западные районы Канады, Аляска	0,4—1,2 / 0,4—1,2	28—84 / 28—84
ХДС — достаточного увлажнения с суровой зимой (400—1200°; > 0,45; —25—40°)	Северотаежные районы Восточной Сибири, северотаежные районы Канады	0,4—1,2 / 0,4—1,2	28—84 / 28—84

Продолжение

Секторы и их обозначения	Географическое расположение	Оценка потенциальной продуктивности климата *	
		биоклиматический потенциал	баллы
ХНС — недостаточного увлажнения с суровой зимой (400—1200°; <0,45; —25—40°)	Северо-восток СССР	0,3—1,0 0,4—1,2	23—70 28—84
ХНЖ — недостаточного увлажнения с жестокой зимой (400—1200°; < 0,45; <—40°)	Северо-восток СССР	0,3—1,0 0,4—1,2	23—70 28—84
ХНХ — недостаточного увлажнения с холодной зимой (400—1200°; <0,45; —10—25°)	Высокогорные районы Памира, Тянь-Шаня, Тибета	0,3—0,9 0,4—1,2	21—62 28—84
ХСХ — незначительного увлажнения с холодной зимой (400—1200°; <0,15; —10—25°)	То же	0,1 0,4—1,2	5 28—84

* В этой и последующих аналогичных таблицах приведены относительные величины биоклиматического потенциала (*БКП*) и баллы потенциальной продуктивности климата: в числителе — при естественном увлажнении и в знаменателе — при оптимальном или искусственном увлажнении.

** Здесь и в дальнейшем в скобках приведены климатические показатели секторов: на первом месте — суммы температур выше 10°, на втором — показатель увлажнения в форме $\frac{P}{\Sigma d}$ (за год) и на третьем — температура наиболее холодного месяца.

Агроклиматические *аналоги* СССР в холодном поясе встречаются в северной части Финляндии, Швеции и Норвегии, в Канаде, Исландии, Гренландии и Китае (горные районы Тибета).

Умеренный пояс, или пояс произрастания культур умеренных требований к теплу, в северном полушарии занимает громадную территорию континентов Евразии и Америки примерно между 40-й и 60-й параллелями. При такой протяженности сочетание океанических и материковых влияний обусловливает наличие в поясе большого ряда агроклиматических образований. По увлажнению пояс расчленяется на области достаточного, недостаточного и незначительного увлажнения, а по суровости зимы

выделяются типы с жестокой, суровой, холодной, мягкой и даже теплой зимой.

Холодно-умеренный подпояс этого пояса (*Ух*) на территории СССР совмещается примерно со средней и южной тайгой и частично с лесостепными районами Сибири. Далее подпояс охватывает южную часть Финляндии, Швеции и Норвегии, северную часть Англии и Южную Канаду.

К умеренному подпоясу (*У*) относятся в СССР южные районы Дальнего Востока, Казахстан, юго-восточные и центральные области РСФСР, Украина, южные районы БССР и за рубежом — страны Западной Европы, примерно половина территории США, северная и северо-восточная часть Китая, Монгольская Народная Республика, Турция (значительно приподнятые над уровнем моря места в субтропических широтах).

В южном полушарии к умеренному поясу относятся высокогорные места Боливии и Аргентины (Кордильеры), Южно-Африканской Республики и Южной Австралии, Новая Зеландия.

Холодно-умеренный подпояс на всем протяжении относится преимущественно к области достаточного увлажнения. Исключение составляют в СССР некоторые районы Западной и Восточной Сибири и в США — горные районы западной части страны.

Умеренный подпояс на территории СССР относится преимущественно к областям недостаточного и незначительного увлажнения, кроме районов Дальнего Востока с муссонным климатом и Западной Украины, которые относятся к области достаточного увлажнения.

Страны Западной Европы, восточная половина пояса в США и его тихоокеанское побережье, северо-восточные области Китая относятся к области достаточного увлажнения. Западная часть США, Монголия, внутренние районы Китая, северная Испания, Центральная часть Турции относятся к области недостаточного и частично незначительного увлажнения.

В южном полушарии территория Бразилии, Аргентины и Южно-Африканской Республики, относящаяся к умеренному поясу, составляет преимущественно область недостаточного увлажнения, а высокогорные места Австралии, Новая Зеландия — область достаточного увлажнения.

По суровости зимы, характеризуемой средней температурой наиболее холодного месяца, умеренный пояс

расчленяется на типы местности с зимой: жестокой (ниже —40°) — районы Центральной Якутии; суровой (—25—40°) — Восточная Сибирь, внутренние районы Канады; холодной (—10 —25°) — восточноевропейские и западносибирские районы, районы Казахстана, Монголия, Северо-Восточный Китай, южная половина Канады; мягкой (5 —10°) — запад и юг СССР, страны Западной Европы, почти вся территория умеренного пояса США, внутренние районы Китая; теплой (>5°) — южные районы Англии, западные, прибрежные районы Франции, северные районы Испании.

По сочетанию тепло-влагообеспеченности и суровости зимы умеренный пояс расчленяется на следующие комплексные секторы (табл. 53).

Агроклиматические аналоги СССР в умеренном поясе встречаются в Северном Китае, Монголии, Корее, Японии, Турции, в странах Западной Европы, Канаде, США.

Теплый пояс, или пояс произрастания теплолюбивых однолетних культур с длинным вегетационным периодом и субтропических многолетников, приходится на субтропические широты. Пояс простирается примерно между 30-й и 40-й параллелями в северном и между 20-й и 40-й параллелями в южном полушарии. Условия рельефа, а также влияние морских течений и характер увлажнения территории сдвигают вверх или вниз границы пояса.

В северном полушарии теплый пояс изолинией температуры наиболее холодного месяца 5° подразделяется на два подпояса: умеренно теплый с температурой указанного месяца ниже 5° и теплый с температурой в пределах 5—15°. В южном полушарии теплый пояс по указанному признаку на пояса не подразделяется.

На агроклиматической карте СССР теплый пояс подразделен на умеренно теплый и теплый подпояса изолинией средней температуры наиболее холодного месяца 0°. Допущенное на мировой карте отступление от этого оправдывается тем, что изолиния температуры наиболее холодного месяца 5° выделяет территорию произрастания настоящих субтропических культур (лимоны, апельсины и др.).

Особенности общей циркуляции атмосферы обусловливают преимущественно недостаточное и незначительное увлажнение теплого пояса, кроме территории влажных субтропиков, куда относится в СССР причерноморская

Комплексные агроклиматические секторы умеренного пояса

Секторы и их обозначения	Географическое расположение	Оценка потенциальной продуктивности климата	
		биоклиматический потенциал	баллы
Подпояс холодно-умеренный (*Ух*)			
УхНЖ — недостаточного увлажнения с жестокой зимой (1000—1500; 0,20—0,45; < —40°)	Районы Центральной Якутии	0,8—1,2 1,0—1,5	55—78 71—106
УхНС — недостаточного увлажнения с суровой зимой (1000—2000°; 0,20—0,45; —25—40°)	Восточная Сибирь	0,8—1,7 1,0—2,0	55—110 71—142
УхДХ — достаточного увлажнения с холодной зимой (1200—2200°; >0,45; —10—25°)	о. Сахалин, побережье Охотского моря, таежная полоса Западной Сибири и европейской территории СССР (восточнее долготы Москвы), восточные и внутренние районы Канады	1,2—2,2 1,2—2,2	85—156 85—156
УхДМ — достаточного увлажнения с мягкой зимой (1200—2200°; >0,45; от +5 до —10°)	Западные области РСФСР, Прибалтийские республики, южные районы Финляндии, Швеции и Норвегии, северные районы Англии, западные районы Канады, северная часть Японии	1,2—2,2 1,2—2,2	85—156 85—156
УхНХ — недостаточного увлажнения с холодной зимой (1200—2200°; <0,45; —10—25°)	Районы Южного Урала и Северного Казахстана, Прибайкалье, северные районы Монголии, предгорные районы Западной Канады	1,0—1,9 1,2—2,2	70—128 85—156

Секторы и их обозначения	Географическое расположение	Оценка потенциальной продуктивности климата	
		биоклиматический потенциал	баллы
Подпояс умеренный (*У*)			
УДХ — достаточного увлажнения с холодной зимой (2200—4000°; >0,45; —10—25°)	Муссонные области Дальнего Востока, Северо-Восточный Китай	2,2—4,0	156—284
		2,2—4,0	156—284
УНХ — недостаточного увлажнения с холодной зимой (2200—4000°; <0,45; —10—25°)	Северный Казахстан, северо-восточные районы Монголии, северные районы Китая	1,6—3,2	125—208
		2,2—4,0	156—284
УСХ — незначительного увлажнения с холодной зимой (2200—4000°; <0,15; —10—25°)	Полупустынные и пустынные районы Казахстана, Монголии и Китая	0,1	5
		2,2—4,0	156—284
УДМ — достаточного увлажнения с мягкой зимой (2200—4000°; > 0,45; от +5 до —10°)	Западная Украина, южная часть БССР, Западная Европа, северо-восточная часть США, тихоокеанское побережье США, северные районы Японии, Корея	2,2—4,0	156—284
		2,2—4,0	156—284
УСМ — незначительного увлажнения с мягкой зимой (2200—4000°; <0,15; от +5 до —10°)	Полупустынные и пустынные районы Прикаспия, южные районы Казахстана, северные районы Узбекской ССР, горные районы западной части США	0,1	5
		2,2—4,0	156—284
УДТ — достаточного увлажнения с теплой зимой (2200—4000°; > 0,45; > 5°)	Западные приморские районы Франции, южные районы Англии, тихоокеанское побережье США	2,2—4,0	156—284
		2,2—4,0	156—284

Комплексные агроклиматические секторы теплого пояса

Секторы и их обозначения	Географическое расположение	Оценка потенциальной продуктивности климата	
		биоклиматический потенциал	баллы
Подпояс умеренно теплый (*Ту*)			
ТуСМ — незначительного увлажнения с мягкой зимой (4000—8000°); <0,15; от +5 до —10°)	Среднеазиатские республики, северные районы Ирана и Афганистана, междугорная территория Китая (пустыня Такла-Макан), южные горные районы США	0,1 4,0—8,0	5 284—568
ТуНМ — недостаточного увлажнения с мягкой зимой (4000—8000°; <0,45; от +5 до —10°)	Восточные районы Китая (восточная часть бассейна р. Хуанхэ), предгорные (внутренние) районы США	3,2—6,3 4,0—8,0	208—416 284—568
ТуДМ — достаточного увлажнения с мягкой зимой (4000—8000°; >0,45; от +5 до —10°)	Восточные районы Китая (бассейн р. Янцзы), центральные районы западной части США	4,0—8,0 4,0—8,0	284—568 284—568
Подпояс теплый (*Т*)			
ТДТ — достаточного увлажнения с теплой зимой (4000—8000°; >0,45°; >5°)	Приморские районы Западной Грузии и Краснодарского края, Южный Китай, северные районы Бирмы, северо-восточные районы Индии, южная часть США, прибрежные районы Восточной Австралии, южные районы Бразилии, Уругвай, восточные районы Аргентины (бассейн р. Парана)	4,0—8,0 4,0—8,0	284—568 284—568

Продолжение

Секторы и их обозначения	Географическое расположение	Оценка потенциальной продуктивности климата	
		биоклиматический потенциал	баллы
ТНТ — недостаточного увлажнения с теплой зимой (4000—8000°; <0,45; >5°)	Южные предгорные районы США, центральные районы Мексики, южная часть Исландии и Португалии, северные приморские районы Алжира и Туниса, Италия, южные районы Греции и Турции, центральные районы Аргентины, восточные и южные районы Австралии	3,2—6,0 4,0—8,0	208—416 284—568
ТСТ — незначительного увлажнения с теплой зимой (4000—8000°; <0,15; >15°)	Алжир (северные районы), приседиземноморские районы Ливии, ОАР, Сирия, Ирак, Южный Иран, южные районы Турции, северные районы Мексики, республика Южной Африки (Юго-Западная Африка, Южно-Африканская Республика и др.), Центральная Австралия	0,1 4,0—8,0	5 284—568

полоса Закавказья и Ленкоранская низменность и за рубежом — юго-восточная часть Китая, северные районы Бирмы, юго-восточная часть США, южная часть Бразилии, восточные и частично южные районы Австралии.

Рассматриваемый пояс сравнительно однороден по температурным условиям в отличие от умеренного пояса с его контрастными температурными условиями, особенно в холодный период, когда в одних местах зима бывает жестокой, а в других теплой. В пределах пояса выделяются агроклиматические секторы (табл. 54).

Жаркий пояс, или пояс тропических культур, занимает громадную территорию земного шара между северным и южным тропиками, отклоняясь несколько от этих границ в зависимости от рельефа, атмосферного увлажнения, влияния морских течений, циркуляции атмосферы.

Таблица 55

Комплексные агроклиматические секторы жаркого пояса

Секторы и их обозначения	Географическое расположение	Оценка потенциальной продуктивности климата	
		биоклиматический потенциал	баллы
ЖДО — достаточного увлажнения, зима отсутствует (8000—10000°; >0,45)	Южные районы Китая, Индонезия, Филлипины, Индокитай, северные районы Австралии, южные районы Индии, Цейлон, Центральноафриканские республики (Конго, Гвинея), прибрежная полоса Гвинейского залива, равнинная, восточная часть Южной Америки (Бразилия, Венесуэла, Гвиана), южная оконечность Северной Америки (Гватемала, Гондурас, Никарагуа, Панама), Куба	8,0—10,0 8,0—10,0	568—710 568—710
ЖНО — недостаточного увлажнения, зима отсутствует (8000—10000°; <0,45)	Центральная Индия, Центральная Африка (районы, прилегающие к областям достаточного увлажнения в северном и южном полушариях), районы Южной Америки (Колумбии, Венесуэлы, Бразилии)	6,3—7,9 8,0—10,0	416—520 568—710
ЖСО — незначительного увлажнения, зима отсутствует (8000—10000°; <0,15)	Сахара, пустыни Аравийского полуострова, южные районы Ирана и Пакистана, западные районы Индии	0,1 8,0—10,0	5 568—710

Географическое положение пояса определяет его температурную однородность, выраженную в большей мере, чем в теплом поясе. Температура по месяцам колеблется в пределах 15—33°, а суммы температур только в пределах 8000—10000°. В поясе выпадают зимний, весенний и осенний сезоны года (5—15°).

Вследствие указанного жаркий пояс дифференцируется главным образом по условиям увлажнения. Экваториаль-

ная полоса относится преимущественно к областям достаточного увлажнения, а периферийные — к областям недостаточного и незначительного увлажнения.

В пределах пояса по условиям увлажнения выделяются крупные агроклиматические секторы, приведенные в таблице 55.

БОНИТЕТ КЛИМАТА СТРАН МИРА

Выводы по бонитировке климата СССР могут быть распространены и за его пределы. Это возможно потому, что разные виды растений, составляющие определенные экологические группы, при одинаковом увлажнении накапливают примерно одинаковое количество биомассы на единицу длины вегетационного периода (приложение 1, табл. 28, стр. 123). Это подтверждается также продуктивностью лесной растительности (табл. 27, стр. 114). Продуктивность леса при достаточном увлажнении пропорциональна суммам активных температур. В общем виде указанное положение в географическом аспекте рассмотрено А. А. Григорьевым (1954), который показал, что по мере нарастания диспропорции между количеством тепла и влаги уменьшается не только общая масса растительного покрова, но также плотность и разнообразие животного мира.

В связи с указанным для сравнительной производственной оценки климата разных стран могут быть использованы приведенные выше условия для определения относительных величин биоклиматического потенциала (стр. 133) и потенциальной продуктивности климата в баллах (стр. 127).

По этим условиям определены показатели биологической продуктивности климата для комплексных агроклиматических секторов тепловых поясов в форме биоклиматического потенциала и баллов (табл. 52—55). Эти показатели в областях достаточного и недостаточного увлажнения колеблются в следующих границах.

	Биоклиматический потенциал	Баллы
Холодный пояс . . .	От 0,3 до 1,2	От 23 до 84
Умеренный пояс . .	» 0,8 » 4,0	» 55 » 284
Теплый пояс	» 3,1 » 8,0	» 208 » 568
Жаркий пояс	» 6,3 » 10,0	» 416 » 710

В переводе на урожай зерновых культур при агротехнике примерно на уровне госсортоучастков приведенные величины БКП и баллов соответствуют величинам урожая от 4,6—16,8 ц с 1 га в холодном и до 86—140 ц в жарком поясе.

Области незначительного увлажнения простираются в умеренном, теплом и жарком поясах. Наибольшие площади с незначительным увлажнением (пустыни и полупустыни) приходятся на жаркий пояс. В условиях искусственного полива потенциальная продуктивность климата областей незначительного увлажнения выражается величинами урожайности, указанными для областей достаточного увлажнения (56—140 ц с 1 га). При более высоком уровне агротехники можно получать и более высокие урожаи.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ СССР И США

Разработанная нами методика бонитировки климата позволяет сравнивать между собой не только отдельные местности, но и суммарные климатические ресурсы больших территорий и отдельных стран. Для этого требуется определение средневзвешенного балла по территории (стране). Умножение этого балла на общую площадь и покажет климатические ресурсы данной территории.

В настоящее время большой интерес представляет сравнительная оценка биологической продуктивности климата СССР и США.

Прямое сопоставление агроклиматических подразделений территории стран показывает, что климатические условия сельского хозяйства в СССР менее благоприятны, чем в США. Это объясняется различием в географическом положении стран, что обусловливает значительно меньшую тепло- и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур на территории СССР.

В СССР $^1/_3$ всей территории (33,2%)* относится к малопроизводительному в сельскохозяйственном отношении холодному поясу, или поясу культур закрытого, полуза-

---

* Для вычисления процентов общая площадь СССР взята за вычетом площади водоемов.

Пояс и подпояс	Ведущие культуры	Страна	Общая площадь (в тыс. кв. км)	% от общей площади
Пояс холодный (<1200°)	Закрытого и полузакрытого грунта, скороспелая овощная зелень в грунте	СССР	7 180	33,2
		США	1 182	12,7
Пояс умеренный (1200—4000°) подпояса:				
холодно-умеренный (1200—3200°)	Серые хлеба, зернобобовые, пшеница и др.	СССР	8 450	39,3
		США	784	8,4
умеренный (2200—4000°)	Кукуруза на зерно, подсолнечник на семена, сахарная свекла, рис	СССР	4 795	22,5
		США	4 010	43,2
Пояс теплый (4000—8000°)	Хлопчатник, цитрусовые в местах с теплой зимой	СССР	1 075	5,0
		США	3 153	33,9
Пояс жаркий (>8000°)	Тропические культуры	СССР	—	—
		США	171	1,8
Всего площадь и средневзвешенный балл		СССР	21 500	100
		США	9 300	100
Соотношение баллов (США:СССР)			—	—	—

крытого грунта и ранних овощных культур. В США к этому поясу относится только 12,7% (Аляска).

В СССР громадная территория умеренного пояса (39,3% площади страны) приходится на холодно-умеренный подпояс, или подпояс относительно малопродуктивных культур (зерновые колосовые и др.). Более же обеспеченная теплом его часть (умеренный подпояс), занимающая 22,5% территории страны, где можно возделывать более позднеспелые культуры повышенной и высокой продуктивности (кукуруза на зерно, сахарная свекла с полным созреванием, рис и др.), недостаточно обеспечена влагой. В США умеренный пояс представлен в большей части (43,2% территории) вторым, более обеспеченным теплом, подпоясом, или подпоясом культур повышенной и высокой

Таблица 56

ности климата СССР и США (включая Аляску)

В том числе			Балловая оценка территории (средняя)			Средневзвешенные показатели оценки			
						при естественном увлажнении		при искусственном увлажнении	
достаточного увлажнения	недостаточного увлажнения	незначительного увлажнения	достаточного увлажнения	недостаточного увлажнения	незначительного увлажнения	баллы	урожай (в ц с 1 га)	баллы	урожай (в ц с 1 га)
26,8	6,4	—	42	30	5	39	7,8	42	8,4
12,7	—	—	42	—	—	42	8,4	42	8,4
21,1	18,2	—	119	85	—	103	20,6	119	23,8
2,9	2,7	2,8	119	85	5	70	14,0	119	23,8
2,5	10,4	9,6	217	155	5	98	19,6	217	43,4
15,6	12,9	14,7	217	155	5	126	25,2	217	43,4
0,1	—	4,9	330	—	5	11	2,2	330	69,0
16,8	9,4	7,7	420	300	5	292	58,4	420	84,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,6	0,5	0,7	595	425	5	307	61,4	595	119,0
50,5	35,0	14,5	83	96	5	76	15,2	125	25,0
48,6	25,5	25,9	240	206	5	170	34,0	262	52,4
—	—	—	2,8	2,1	1,0	2,2	2,2	2,1	2,1

продуктивности. Увлажнение подпояса преимущественно достаточное. Он начинается от северной границы США.

В СССР теплый пояс, или пояс произрастания высокопродуктивных теплолюбивых культур с длинным вегетационным периодом, занимающий около 5% площади, представлен среднеазиатскими пустынями и только незначительная часть территории (0,1%) относится к влажным субтропикам (Закавказье). В США к теплому поясу относится более $^1/_3$ территории. Причем половина этой обширной территории имеет достаточное увлажнение. Условия климата теплого пояса США позволяют возделывать позднеспелые теплолюбивые и влаголюбивые культуры очень высокой продуктивности (позднеспелые сорта кукурузы, хлопчатник, субтропические культуры и др.).

В США около 2% территории относится к жаркому поясу, или поясу произрастания тропических культур. Распределение площадей СССР и США по поясам показано в таблице 56.

Согласно данным таблицы 56, климатические условия США производительнее, чем СССР, в 2,2 раза (средневзвешенный балл для СССР — 76, для США — 170) благодаря лучшей обеспеченности растений теплом и влагой.

Без холодного неземледельческого пояса климатические условия США производительнее, чем условия СССР, в 2,7 раза.

О суммарных климатических ресурсах можно судить, как отмечалось, по произведению средневзвешенного балла по стране на общую площадь. Это произведение при естественном увлажнении составляет для СССР 1634 единицы ($76 \times 21{,}5$ млн. кв. км), для США 1581 ($170 \times 9{,}3$ млн. кв. км).

По этим расчетам суммарные климатические ресурсы сельского хозяйства СССР вследствие значительно большей площади несколько выше ресурсов США.

Как известно, уровень производства сельскохозяйственных продуктов на душу населения в настоящее время в США выше, чем в СССР. Для достижения и превышения уровня производства продуктов сельского хозяйства США необходимо проведение мероприятий по более полному использованию потенциальных природных, в том числе климатических ресурсов.

Это должно осуществляться путем правильного подбора в каждой местности высокопродуктивных и высококачественных продовольственных, технических и кормовых культур, интенсификации сельскохозяйственного производства, химизации земледелия, введения интенсивных систем земледелия, развития ирригации, проведения гидротермических мелиораций и др.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
I. Зерновые								
Полоса *Ух²* — среднеранних								
Ви,В >0,45	*Ср*	135	Яровая пшеница	*Р* (1—3)	1300—1700	1350—1750	Зерно	19,0
							Солома	28.5
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117		*Ср* (4—5)			Зерно	18,2
							Солома	27,3
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					Зерно	16,6
							Солома	24,9
З 0,15—0,25	*Н*	66					Зерно	14,4
							Солома	21,6
Полоса *Ух¹* — ранних								
В, Ви >0,45	*Пн*	99	Овес	*Р* (1,2)	1300—1400	1350—1450	Зерно	21,0
							Солома	31,5
Пв 0,35—0,45	*Пн*	86					Зерно	20,0
							Солома	30,0
Пз 0,25—0,35	*Н*	72					Зерно	16,8
							Солома	25,2
З 0,15—0,25	*Но*	49					Зерно	11,0
							Солома	16,5
Полоса *Ух²* — среднеранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Овес	*Р* (2,3)	1400—1500	1450—1550	Зерно	23,0
							Солома	34,5
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					Зерно	21,2
							Солома	31,8
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					Зерно	18,0
							Солома	27,0
З 0,15—0,25	*Н*	66					Зерно	12,8
							Солома	19,2

НЫХ КУЛЬТУР ПО ЗОНАМ УВЛАЖНЕНИЯ И ПОЛОСАМ СТИ ТЕПЛОМ

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культуры

к у л ь т у р (1600—2200°)

22,4	2,30	230	1,26	1,94	0,16	18	*Пн*/95	*С*/125	*С*/137
6,2	0,20	28							
21,5	2,20	155	1,21	1,83	0,16	12	*Пн*/92	*С*/119	*Пн*/91
6,0	0,19	27							
19,6	2,01	141	1,11	1,67	0,14	11	*Н*/84	*Пн*/109	*Н*/83
5,5	0,17	25							
17,0	1,74	122	0,96	1,45	0,13	9	*Н*/72	*Пн*/94	*Н*/72
4,7	0,15	22							

к у л ь т у р (1200—1600°)

21,0	1,62	158	1,56	2,28	0,15	15	*Пн*/103	*Пн*/99	*Пн*/101
9,8	0,35	44							
20,0	1,54	90	1,48	2,17	0,14	10	*Пн*/98	*Пн*/94	*Н*/66
9,3	0,33	42							
16,8	1,29	76	1,24	1,82	0,12	8	*Н*/82	*Н*/79	*Н*/55
7,8	0,28	35							
11,0	0,85	50	0,81	1,19	0,08	5	*Но*/54	*Но*/52	*Но*/36
5,1	0,18	23							

к у л ь т у р (1600—2200°)

23,0	1,77	172	1,59	2,32	0,15	15	*Пн*/112	*Пн*/108	*Пн*/110
10,7	0,38	48							
21,2	1,63	95	1,46	2,14	0,14	9	*Пн*/104	*Пн*/99	*Н*/70
9,9	0,35	45							
18,0	1,39	81	1,24	1,82	0,12	8	*Пн*/88	*Н*/85	*Н*/60
8,4	0,30	38							
12,8	0,99	58	0,88	1,30	0,08	6	*Н*/63	*Н*/60	*Но*/48
6,0	0,21	27							

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса У¹—средних								
В, Ви	*Пв*	177	Овес	*Р* (3)	1500	1550	Зерно	26,0
>0,45							Солома	39,0
Пв	*Пв*	154					Зерно	24,0
0,35—0,45							Солома	36,0
Пв	*Ср*	128					Зерно	21,0
0,25—0,35							Солома	31,5
З	*Пн*	87					Зерно	15,6
0,15—0,25							Солома	22,4
Полоса Ух¹—ранних								
В, Ви	*Пн*	99	Ячмень	*Р* (1,2)	1200—1300	1250—1350	Зерно	20,4
>0,45							Солома	30,6
Пв	*Пн*	86					Зерно	18,6
0,35—0,45							Солома	27,9
Пз	*Н*	72					Зерно	15,8
0,25—0,35							Солома	23,7
З	*Но*	49					Зерно	10,4
0,15—0,25							Солома	15,6
Полоса Ух²—среднеранних								
В, Ви	*Ср*	135	Ячмень	*Р* (2,3)	1300—1400	1350—1450	Зерно	22,5
>0,45							Солома	33,8
Пв	*Ср*	117					Зерно	20,2
0,35—0,45							Солома	30,3
Пз	*Пн*	98					Зерно	17,4
0,25—0,35							Солома	26,1
З	*Н*	66					Зерно	12,0
0,15—0,25							Солома	18,0

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (2200—2800°)

26,0	2,00	195	1,73	2,54	0,16	16	*С*/127	*С*/121	*С*/125
12,1	0,43	55							
24,0	1,85	103	1,60	2,35	0,15	11	*С*/117	*Пн*/114	*Н*/79
11,2	0,40	50							
21,0	1,62	95	1,40	2,05	0,13	9	*Пн*/103	*Пн*/99	*Н*/70
9,8	0,35	44							
15,6	1,20	70	1,04	1,50	0,10	7	*Н*/75	*Н*/73	*Н*/59
6,9	0,25	31							

культур (1200—1600°)

24,7	1,49	184	1,63	2,85	0,13	13	*С*/119	*Пн*/87	*Пн*/114
11,0	0,24	43							
22,5	1,36	112	1,48	2,60	0,12	12	*Пн*/108	*Н*/79	*Н*/75
10,0	0,22	39							
19,1	1,15	95	1,26	2,13	0,11	10	*Пн*/92	*Н*/67	*Н*/64
8,5	0,19	33							
12,6	0,76	62	0,83	1,45	0,07	7	*Н*/61	*Но*/44	*Но*/42
5,6	0,12	22							

культур (1600—2200°)

27,2	1,64	202	1,67	2,91	0,14	13	*С*/131	*Пн*/96	*С*/125
12,2	0,27	47							
24,4	1,47	121	1,50	2,61	0,13	12	*С*/118	*Пн*/86	*Пн*/81
10,9	0,24	42							
21,1	1,27	104	1,29	2,26	0,11	10	*Пн*/102	*Н*/74	*Н*/70
9,4	0,21	37							
14,5	0,88	72	0,88	1,55	0,07	7	*Н*/70	*Но*/51	*Н*/48
6,5	0,14	25							

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса *У*¹—средних								
В, Ви	*Пв*	177	Ячмень	*Р* (3)	1400	1450	Зерно	25,4
>0,45							Солома	38,1
Пв	*Пв*	154					Зерно	23,4
0,35—0,45							Солома	35,1
Пз	*Ср*	128					Зерно	20,2
0,25—0,35							Солома	30,3
З	*Пн*	87					Зерно	14,4
0,15—0,25							Солома	21,6
Полоса *Ух*²—средних								
В, Ви	*Ср*	135	Просо	*Ср* (1,3)	1300—1500	1600—1800	Зерно	23,4
>0,45							Солома	46,8
Пв	*Ср*	117					Зерно	22,0
0,35—0,45							Солома	44,0
Пз	*Пн*	98					Зерно	19,2
0,25—0,35							Солома	38,4
З	*Н*	66					Зерно	14,0
0,15—0,25							Солома	28,0
Полоса *У*¹—средних								
В, Ви	*Пв*	177	Просо	*Ср* (4,5)	1600—1700	1900—2000	Зерно	29,0
>0,45							Солома	58,0
Пв	*Пв*	154					Зерно	26,4
0,35—0,45							Солома	52,8
Пв	*Ср*	128					Зерно	22,8
0,25—0,35							Солома	45,6
З	*Пн*	87					Зерно	16,8
0,15—0,25							Солома	33,6
Полоса *У*²—среднепоздних								
В, Ви	*В*	220	Просо	*Ср* (5)	1700	2000	Зерно	32,0
>0,45							Солома	64,0
Пв	*Пв*	192					Зерно	29,6
0,35—0,45							Солома	59,2
Пз	*Пв*	160					Зерно	26,0
0,25—0,35							Солома	52,0
З	*Пн*	108					Зерно	20,0
0,15—0,25							Солома	40,0

Урожай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		
культур (2200—2800°)									
30,7	1,85	229	1,81	3,17	0,15	14	*С*/148	*Пн*/108	*С*/141
13,7	0,30	53							
28,3	1,71	140	1,67	2,92	0,14	13	*С*/136	*Пн*/100	*Пн*/95
12,6	0,28	49							
24,4	1,47	121	1,44	2,52	0,12	11	*С*/117	*Пн*/86	*Н*/81
10,9	0,24	42							
17,4	1,05	86	1,03	1,80	0,09	8	*Н*/84	*Н*/61	*Н*/58
7,8	0,17	30							
культур (1600—2200°)									
22,5	1,71	257	1,67	2,97	0,18	24	*С*/139	*С*/128	*Пв*/161
19,2	0,84	65							
21,1	1,61	242	1,57	2,87	0,17	22	*С*/130	*С*/120	*Пв*/152
18,0	0,79	62							
18,4	1,40	211	1,37	2,43	0,15	19	*Пн*/114	*Пн*/102	*С*/133
15,7	0,69	54							
13,4	1,02	154	1,00	1,78	0,11	14	*Н*/83	*Н*/76	*Пн*/96
11,5	0,50	39							
культур (2200—2800°)									
27,8	2,12	319	1,75	3,03	0,19	24	*Пв*/172	*Пв*/158	*Пв*/200
23,8	1,04	81							
25,3	1,93	290	1,55	2,75	0,17	22	*Пв*/156	*С*/144	*Пв*/182
21,6	0,95	74							
21,9	1,66	251	1,34	2,39	0,15	19	*С*/132	*С*/124	*С*/157
18,7	0,82	64							
16,1	1,23	185	0,99	1,76	0,11	14	*Пн*/99	*Пн*/91	*С*/116
13,8	0,60	47							
культур (2800—3400°)									
30,7	2,34	352	1,88	3,34	0,20	26	*Пв*/190	*Пв*/174	*В*/221
26,2	1,15	90							
28,4	2,16	325	1,74	3,10	0,19	24	*Пв*/176	*Пв*/166	*В*/204
24,3	1,06	83							
25,0	1,90	286	1,53	2,72	0,17	21	*Пв*/154	*С*/142	*Пв*/180
21,3	0,94	73							
19,2	1,46	220	1,18	2,09	0,13	16	*С*/119	*Пн*/109	*С*/138
16,4	0,72	56							

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса *Ух*¹ — ранних								
В, Ви	*Нн*	99	Гречиха	*Р* (1,2)	1200—1300	1400—1500	Зерно	11,0
>0,45							Солома	22,0
Пв	*Пн*	86					Зерно	10,5
0,35—0,45							Солома	21,0
Пз	*Н*	72					Зерно	9,0
0,25—0,35							Солома	18,0
З	*Но*	49					Зерно	6,0
0,15—0,25							Солома	12,0
Полоса *Ух*² — среднеранних								
В, Ви	*Ср*	135	Гречиха	*Ср* (3)	1400	1600	Зерно	14,0
							Солома	28,0
Пв	*Ср*	117					Зерно	13,6
							Солома	21,2
Пз	*Пн*	98					Зерно	12,4
							Солома	24,8
З	*Н*	66					Зерно	9,0
							Солома	18,0
Полоса *У*¹ — средних								
В	*Пв*	177	Кукуруза	*С* (1,2)	2100—2200	2350—2450	Зерно	40,6
>0,45							Солома	60,9
Пв	*Пв*	154					Зерно	36,8
0,35—0,45							Солома	55,2
Пз	*Ср*	128					Зерно	31,0
0,25—0,35							Солома	46,5
З	*Пн*	87					Зерно	22,0
0,15—0,25							Солома	33,0
Полоса *У*² — среднепоздних								
В	*В*	220	Кукуруза	*Сп* (3,5)	2400—2700	2650—2950	Зерно	52,4
>0.45							Солома	78,6
Пв	*Пв*	192					Зерно	47,0
0,35—0,45							Солома	70,5
Пз	*Пв*	160					Зерно	41,0
0,25—0,35							Солома	61,5
З	*Пн*	108					Зерно	30,0
0,15—0,25							Солома	45,0

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (1200—1600°)

—	—	330	0,88	—	—	29	—	—	*Пв*/180
—	—	31							
—	—	315	0,84	—	—	27	—	—	*Пв*/172
—	—	29							
—	—	270	0,72	—	—	13	—	—	*С*/147
—	—	25							
—	—	180	0,41	—	—	16	—	—	*Пн*/98
—	—	17							

культур (1600—2200°)

—	—	420	1,00	—	—	33	—	—	*В*/229
—	—	39							
—	—	408	0,97	—	—	32	—	—	*В*/223
—	—	38							
—	—	372	0,89	—	—	29	—	—	*В*/202
—	—	33							
—	—	270	0,64	—	—	21	—	—	*С*/147
—	—	25							

культур (2200—2800°)

54,4	2,80	223	1,85	3,50	0,17	14	*Во*/256	*Пв*/186	*Пв*/154
22,5	0,91	85							
49,3	2,54	202	1,67	3,17	0,15	13	*В*/232	*Пв*/169	*С*/140
20,4	0,83	77							
41,5	2,14	171	1,41	2,67	0,13	11	*Пв*/196	*С*/142	*С*/118
17,2	0,70	65							
29,5	1,52	121	1,00	1,90	0,09	7	*Пв*/140	*Пн*/101	*Н*/83
12,2	0,50	46							

культур (2800—3400°)

70,2	3,62	288	2,02	3,82	0,18	15	*Во*/331	*В*/240	*Пв*/199
29,1	1,18	110							
63,0	3,24	259	1,81	3,43	0,16	14	*Во*/297	*В*/215	*Пв*/179
26,1	1,06	99							
54,9	2,83	225	1,58	2,98	0,14	12	*Во*/258	*Пв*/187	*Пв*/155
22,7	0,92	86							
40,2	2,07	165	1,15	2,18	0,10	9	*Пв*/189	*С*/137	*Пн*/114
16,6	0,67	63							

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса $У^3$—поздних								
В	*Во*	262	Кукуруза	*Сп* (6)	2900	3150	Зерно	59,6
>0,45							Солома	89,4
Пв	*В*	229					Зерно	54,0
0,35—0,45							Солома	81,0
Пз	*Пв*	190				48	Зерно	48,0
0,25—0,35							Солома	72,0
З	*Ср*	129				38	Зерно	38,0
0,15—0,25							Солома	57,0
Полоса $У^2$—среднепоздних								
Пв	*Пв*	192	Сорго	*Сп*	2200—	2800—	Зерно	26,4
0,35—0,45				(1,2)	2500	3100	Солома	52,8
Пз	*Пв*	160					Зерно	24,0
0,25—0,35							Солома	48,0
З	*Пн*	108					Зерно	19,3
0,15—0,25							Солома	38,6
Полоса $У^3$—позднеспелых								
Пв	*В*	229	Сорго	*П* (3)	2800	3400	Зерно	33,6
0,35—0,45							Солома	67,2
Пз	*Пв*	190					Зерно	30,7
0,25—0,35							Солома	61,4
З	*С*	129					Зерно	22,3
0,15—0,25							Солома	44,6
Полоса $У^1$—средних								
На поливе	*Пв*	177	Рис	*С* (1)	2000	2600	Зерно	47,3
							Солома	71,0
Полоса $У^2$—среднепоздних								
	В	220	Рис	*Сп*	2600	3200	Зерно	61,9
	Пв	192					Солома	92,9
Полоса $У^3$—поздних								
	Во	262	Рис	*П*	3200	3800	Зерно	76,8
							Солома	115,2

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		
культур (3400—4000°)									
79,9	4,11	328	2,06	3,89	0,18	16	*Во*/377	*Во*/273	*В*/226
33,1	1,34	125							
72,4	3,73	297	1,86	3,53	0,17	14	*Во*/341	*В*/248	*В*/205
30,0	1,22	113							
64,3	3,31	264	1,65	3,48	0,15	13	*Во*/303	*В*/219	*Пв*/182
26,6	1,08	101							
50,9	2,62	209	1,31	2,50	0,12	10	*В*/240	*С*/173	*С*/144
21,1	0,85	80							
культур (2800—3400°)									
25,3	1,93	158	1,12	2,20	0,12	10	*Пв*/172	*С*/144	*С*/116
26,4	0,95	74							
23,0	1,75	144	1,02	2,00	0,11	9	*Пв*/157	*С*/130	*Пн*/105
24,0	0,86	67							
18,5	1,41	116	0,82	1,60	0,09	7	*С*/126	*Пн*/105	*Н*/85
19,3	0,69	54							
культур (3400—4000°)									
32,2	2,45	202	1,20	2,35	0,13	11	*В*/219	*Пв*/183	*С*/148
33,6	1,21	94							
29,5	2,24	184	1,10	2,15	0,12	10	*В*/201	*Пв*/167	*С*/135
30,7	1,10	86							
21,4	1,63	134	0,80	1,56	0,09	7	*С*/146	*С*/121	*Пн*/98
22,3	0,80	62							
культур (2200—2800°)									
56,3	—	1419	2,37	—	—	74	—	—	*Во*/745
35,5	—	71							
культур (2800—3400°)									
73,7	—	1857	2,37	—	—	75	—	—	*Во*/975
46,5	—	93							
культур (3400—4000°)									
91,4	—	2304	2,37	—	—	75	—	—	*Во* 1209
57,6	—	115							

Зона увлажнения (индексы и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса *Ух*¹ — ранних								
В	*Пн*	99	Озимая рожь	*Р*	1800	1400	Зерно	24,6
>0,45							Солома	49,2
Пв	*Пн*	86					Зерно	21,8
0,35—0,45							Солома	43,6
Пз	*Н*	72					Зерно	18,2
0,25—0,35							Солома	36,4
З	*Но*	49					Зерно	12,0
0,15—0,25							Солома	24,0
Полоса *Ух*²—среднеранних								
В	*Ср*	135	Озимая рожь	*Р*	1800	1400	Зерно	26,4
>0,45							Солома	52,8
Пв	*Ср*	117					Зерно	24,4
0,35—0,45							Солома	48,8
Пз	*Пн*	98					Зерно	21,0
0,25—0,35							Солома	42,0
З	*Н*	66					Зерно	14,2
0,15—0,25							Солома	28,4
Полоса *У*¹—средних								
В	*Пв*	177	Озимая рожь	*Р*	1800	1400	Зерно	30,0
>0,45							Солома	60,0
Пв	*Пв*	154					Зерно	28,4
0,35—0,45							Солома	56,8
Пз	*Ср*	128					Зерно	25,2
0,25—0,35							Солома	50,4
З	*Пн*	87					Зерно	18,4
0,15—0,25							Солома	36,8
Полоса *У*²—среднепоздних								
В	*В*	220	Озимая рожь	*Р*	1800	1400	Зерно	32,0
>0,45							Солома	64,0
Пв	*Пв*	192					Зерно	30,0
0,35—0,45							Солома	60,0
Пз	*Пв*	160					Зерно	27,2
0,25—0,35							Солома	54,4
З	*Пн*	108					Зерно	20,6
0,15—0,25							Солома	41,2

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		
культур (1200—1600°)									
29,0	2,04	320	1,37	2,21	0,12	20	*С*/133	*Пн*/112	*Пв*/184
10,8	0,20	49							
25,7	1,81	174	1,21	1,96	0,11	13	*С*/118	*Пн*/104	*Пн*/109
9,6	0,17	44							
21,5	1,51	146	1,01	1,64	0,09	10	*Пн*/98	*Н*/83	*Пн*/91
8,0	0,15	36							
14,2	1,00	96	0,66	1,08	0,06	7	*Н*/65	*Но*/55	*Н*/60
5,3	0,10	24							
культур (1600—2200°)									
31,2	2,19	343	1,47	2,38	0,13	21	*С*/142	*С*/120	*Пв*/198
11,6	0,21	53							
28,8	2,03	195	1,35	2,19	0,12	14	*С*/132	*Пн*/111	*С*/122
10,7	0,19	49							
24,8	1,74	168	1,16	1,88	0,17	12	*Пн*/113	*Пн*/95	*Пн*/105
9,2	0,17	42							
16,8	1,18	114	0,72	1,27	0,11	8	*Н*/77	*Н*/65	*Н*/71
6,2	0,12	28							
культур (2200—2800°)									
35,4	2,49	390	1,67	2,70	0,15	25	*Пв*/162	*С*/136	*В*/225
13,2	0,24	60							
33,5	2,36	227	1,58	2,55	0,14	15	*Пв*/152	*С*/130	*С*/135
12,5	0,23	43							
29,7	2,09	202	1,40	2,27	0,13	14	*С*/135	*Пн*/114	*С*/126
11,1	0,20	50							
21,7	1,53	147	1,02	1,59	0,09	10	*Пн*/99	*Н*/84	*Пн*/92
7,0	0,15	37							
культур (2800—3400°)									
37,8	2,66	416	1,78	2,88	0,16	27	*Пв*/173	*С*/146	*В*/240
14,1	0,26	64							
35,4	2,49	240	1,67	2,70	0,15	17	*Пв*/162	*С*/136	*С*/150
13,2	0,24	60							
32,1	2,26	218	1,51	2,45	0,14	15	*С*/147	*С*/124	*С*/136
12,0	0,22	54							
24,3	1,74	165	1,14	1,35	0,10	11	*Пн*/111	*Пн*/93	*Пн*/103
9,1	0,16	41							

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса *Ух*¹ — ранних								
В	*Пн*	99	Озимая пшеница	*Р*	1900	1500	Зерно	20,0
>0,45							Солома	40,0
Пв	*Пн*	86					Зерно	15,6
0,35—0,45							Солома	31,2
Пз	*Н*	72					Зерно	12,4
0,25—0,35							Солома	24,8
З	*Но*	49					Зерно	8,0
0,15—0,25							Солома	16,0
Полоса *Ух*² — среднеранних								
В	*Ср*	135	Озимая пшеница	*Р*	1900	1500	Зерно	24,4
>0,45							Солома	48,8
Пв	*Ср*	117					Зерно	19,4
0,35—0,45							Солома	38,8
Пз	*Пн*	98					Зерно	17,6
0,25—0,35							Солома	35,2
З	*Н*	66					Зерно	10,4
0,15—0,25							Солома	20,8
Полоса *У*¹ — средних								
В	*Пв*	177	Озимая пшеница	*Р*	1900	1500	Зерно	32,4
>0,45							Солома	64,8
Пв	*Пв*	154					Зерно	28,0
0,35—0,45							Солома	56,0
Пз	*Ср*	128					Зерно	24,0
0,25—0,35							Солома	48,0
З	*Пн*	87					Зерно	17,0
0,15—0,25							Солома	34,0
Полоса *У*² — среднепоздних								
В	*В*	220	Озимая пшеница	*Р*	1900	1500	Зерно	38,6
>0,45							Солома	77,2
Пв	*Пв*	192					Зерно	34,8
0,35—0,45							Солома	69,6
Пз	*Пв*	160					Зерно	30,6
0,25—0,35							Солома	61,2
З	*Пн*	108					Зерно	24,0
0,15—0,25							Солома	48,0

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		
			культур (1200—1600°)						
23,6	2,42	260	1,05	1,66	0,14	15	*Пн*/105	*С*/133	*С*/150
8,0	0,24	40							
18,4	1,89	125	0,82	1,28	0,11	8	*Н*/82	*Пн*/104	*Н*/78
6,2	0,19	31							
14,6	0,50	99	0,65	1,03	0,09	7	*Н*/65	*Н*/82	*Н*/62
5,0	0,15	25							
9,4	0,97	64	0,42	0,66	0,07	4	*Но*/42	*Но*/53	*Но*/40
3,2	0,10	16							
			культур (1600—2200°)						
28,8	2,95	317	1,28	2,04	0,17	19	*С*/129	*Пв*/162	*Пв*/183
10,0	0,29	49							
22,9	2,35	155	1,02	1,62	0,14	10	*Пн*/102	*С*/129	*Пн*/97
7,8	0,23	39							
20,8	2,13	141	0,93	1,46	0,12	9	*Пн*/93	*С*/117	*Пн*/88
7,0	0,21	35							
12,3	1,26	83	0,55	0,87	0,07	5	*Но*/55	*Н*/69	*Н*/52
4,2	0,12	21							
			культур (2200—2800°)						
38,2	3,92	421	1,70	2,68	0,23	25	*Пв*/171	*В*/215	*В*/243
13,0	0,39	65							
33,0	3,39	222	1,47	2,33	0,20	15	*С*/157	*Пв*/186	*С*/140
11,2	0,34	56							
28,3	2,90	192	1,26	2,00	0,17	13	*С*/126	*Пв*/159	*С*/120
9,6	0,29	48							
20,1	2,06	137	0,89	1,41	0,12	9	*Пн*/90	*Пн*/113	*Н*/85
6,8	0,20	34							
			культур (2800—3400°)						
45,5	45,7	502	2,03	3,20	0,26	30	*В*/203	*Во*/256	*Во*/289
15,4	0,46	77							
41,1	4,21	278	1,83	2,88	0,24	18	*Пв*/183	*Во*/231	*Пв*/174
13,9	0,42	70							
36,1	3,70	245	1,61	2,54	0,21	16	*Пв*/161	*П*/203	*Пв*/153
12,2	0,37	61							
28,3	2,90	192	1,26	1,98	0,17	13	*С*/129	*Пв*/159	*С*/120
9,6	0,29	48							

Зона увлажнения (индексы и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с i га
Полоса $У^2$ — среднепоздних								
В, Ви >0,45	*В*	220	Озимый ячмень	*Р*	1800	1350	Зерно	36,0
							Солома	54,0
Пв 0,35—0,45	*Пв*	192					Зерно	34,0
							Солома	51,0
Пз 0,25—0,35	*Пв*	160					Зерно	30,0
							Солома	45,0
З 0,15—0,25	*Пн*	108					Зерно	24,0
							Солома	36,0
II. Зернобобовые								
Полоса $Ух^1$ — ранних								
В, Ви >0,45	*Пн*	99	Горох	*Р* (1,2)	1050—1300	1150—1400	Зерно	17,8
							Солома	35,6
Пв 0,35—0,45	*Пн*	86					Зерно	16,0
							Солома	32,0
Пз 0,25—0,35	*Н*	72					Зерно	11,5
							Солома	23,0
З 0,15—0,25	*Но*	49					Зерно	5,0
							Солома	10,0
Полоса $Ух^2$ — среднепоздних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Горох	*Р, Ср* (2,3)	1300—1550	1400—1650	Зерно	19,5
							Солома	39,0
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					Зерно	18,0
							Солома	36,0
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					Зерно	13,8
							Солома	27,6
З 0,15—0,25	*Н*	66					Зерно	6,2
							Солома	12,4

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (2800—3400°)

43,6	2,63	216	2,00	3,50	0,17	15	*В*/210	*Пв*/153	*С*/135
19,4	0,43	54							
41,1	2,48	204	1,89	3,30	0,16	14	*Пв*/198	*С*/145	*С*/127
18,4	0,41	51							
36,3	2,19	180	1,66	2,92	0,14	12	*Пв*/175	*С*/128	*Пн*/112
16,2	0,36	45							
29,0	1,75	114	1,33	2,33	0,11	10	*С*/140	*Пн*/102	*Н*/75
13,0	0,29	36							

культуры

культур (1200—1600°)

20,8	3,08	303	1,51	2,47	0,33	30	*Пн*/97	*Пв*/197	*Пв*/176
3,2	0,85	50							
18,7	2,77	272	1,36	2,22	0,30	27	*Пн*/87	*Пв*/177	*Пв*/158
7,4	0,77	45							
13,5	1,99	196	1,00	1,60	0,22	19	*Н*/63	*С*/127	*Пн*/114
5,3	0,55	32							
5,9	0,87	85	0,40	0,70	0,09	8	*Но*/27	*Н*/56	*Но*/50
2,3	0,24	14							

культур (1600—2200°)

22,8	3,37	332	1,37	2,23	0,30	27	*Пн*/106	*В*/216	*Пв*/193
9,0	0,94	55							
21,1	3,11	306	1,26	2,06	0,28	25	*Пн*/98	*Пв*/199	*Пв*/178
8,3	0,86	50							
16,1	2,39	235	1,00	1,57	0,21	19	*Пн*/75	*Пв*/153	*С*/137
6,3	0,66	39							
7,3	1,07	105	0,40	0,72	0,10	9	*Но*/34	*Н*/69	*Н*/61
2,9	0,30	17							

Зона увлажнения (индексы и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Урожай	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полосу $У^1$ — средних								
В, Ви	*Пв*	177	Горох	*Ср* (3)	1550	1650	Зерно	19,8
>0,45							Солома	39,6
Пв	*Пв*	154					Зерно	21,8
0,35—0,45							Солома	43,6
Пв	*Ср*	128					Зерно	18,0
0,25—0,35							Солома	36,0
З	*Пн*	87					Зерно	10,3
0,15—0,25							Солома	20,6
Полоса $Ух^2$ — среднеранних								
В, Ви	*Ср*	135	Кормовые бобы	*Р* (1), *Ср* (2)	1400—1800	1500—1900	Зерно	19,7
>0,45							Солома	34,5
Пв	*Ср*	117					Зерно	18,6
0,35—0,45							Солома	32,5
Пв	*Пн*	98					Зерно	15,9
0,25—0,35							Солома	27,8
З	*Н*	66					Зерно	10,5
0,15—0,25							Солома	18,4
Полоса $Ух^2$ — среднеранних								
В, Ви	*Ср*	135	Люпин	*Ср* (1)	1800	2000	Зерно	5,6
>0,45							Солома	11,2
Пв	*Ср*	117					Зерно	2,6
0,35—45							Солома	5,2
Полоса $У^1$ — средних								
В, Ви	*Пв*	117	Люпин	*С* (2)	2000	2200	Зерно	12
>0,45							Солома	24
Пв	*Пв*	154					Зерно	8
0,35—0,45							Солома	16
Пв	*Ср*	128					Зерно	3
0,25—0,35							Солома	6

Урожай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (2200—2800°)

23,2	3,43	337	1,28	2,08	0,28	25	*Пн*/108	*В*/219	*Пв*/196
9,1	0,95	55							
25,5	3,75	371	1,41	2,29	0,31	28	*С*/118	*В*/240	*В*/216
10,0	1,04	61							
21,1	3,12	306	1,16	1,90	0,26	20	*Пн*/98	*Пв*/199	*Пв*/178
8,3	0,86	50							
12,1	1,76	175	0,66	1,08	0,15	13	*П*/56	*Пн*/114	*Пн*/102
4,7	0,49	29							

культур (1600—2200°)

25,6	4,94	336	1,23	2,07	0,32	24	*Пн*/111	*Во*/259	*Пв*/192
7,6	0,24	48							
24,2	4,67	316	1,16	1,96	0,31	21	*Пн*/104	*В*/245	*Пв*/180
7,1	0,23	45							
19,7	3,39	270	0,99	1,61	0,22	18	*Пн*/86	*Пв*/179	*Пв*/154
6,1	0,19	39							
13,6	2,64	179	0,66	1,10	0,17	12	*Н*/59	*Ср*/139	*Пн*/102
4,0	0,13	26							

культур (1600—2200°)

6,5	1,80	280	0,31	0,56	0,10	16	*Но*/34	*Пн*/91	*С*/148
3,6	0,20	16							
3,0	0,83	130	0,14	0,26	0,05	8	*Но*/16	*Но*/46	*Н*/68
1,7	0,08	7							

культур (2200—2800°)

13,9	3,85	600	0,67	1,20	0,24	35	*Но*/72	*В*/212	*Во*/317
7,7	0,38	34							
9,3	2,57	400	0,44	0,80	0,16	23	*Но*/48	*Ср*/142	*В*/211
5,1	0,26	22							
3,5	0,96	150	0,17	0,30	0,05	9	*Но*/18	*Но*/49	*Н*/78
1,9	0,10	8							

Зона увлажнения (индексы и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса $У x^2$ — среднепоздних								
В, Ви	*Ср*	135	Фасоль	*Ср* (1)	1500	2050	Зерно	12,0
>0,45							Солома	12,0
Пв	*Ср*	117					Зерно	11,0
0,35—0,45							Солома	11,0
Пз	*Пн*	98					Зерно	9,5
0,25—0,35							Солома	9,5
З	*Н*	66					Зерно	6,0
0,15—0,25							Солома	6,0
Полоса $У^1$ — средних								
В	*Пв*	117	Фасоль	*Ср*(1)—*С*(3)	1500—1900	2050—2450	Зерно	14,5
>0,45							Солома	14,5
Пв	*Пв*	154					Зерно	13,5
0,35—0,45							Солома	13,5
Пз	*Ср*	128					Зерно	10,6
0,25—0,35							Солома	10,6
З	*Пн*	87					Зерно	7,4
0,15—0,25							Солома	7,4
Полоса $У^2$ — среднепоздних								
В, Ви	*В*	220	Фасоль	*С* (3)	1900	2450	Зерно	16,6
>0,45							Солома	16,6
Пв	*Пв*	192					Зерно	15,6
0,35—0,45							Солома	15,6
Пз	*Пв*	108					Зерно	13,3
0,25—0,35							Солома	13,3
З	*Пн*	108					Зерно	8,5
0,15—0,25							Солома	8,5
Полоса $У^3$ — поздних								
Пв	*В*	229	Фасоль	*С* (3)	1900	2450	Зерно	18,0
0,35—0,45							Солома	18,0
Пз	*Пв*	190					Зерно	14,7
0,25—0,35							Солома	14,7
З	*С*	129					Зерно	9,4
0,15—0,25							Солома	9,4

край		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (1600—2200°)

—	—	240	0,80	—	—	17	—	—	*С*/128
—	—	17							
—	—	220	0,73			16	—	—	*С*/117
—	—	15							
—	—	190	0,63	—	—	13	—	—	*Пн*/101
—	—	13							
—	—	120	0,40	—	—	8	—	—	*Н*/64
—	—	8							

культур (2200—2800°)

—	—	290	0,85	—	—	18	—	—	*Пв*/155
—	—	20							
—	—	270	0,79	—	—	17	—	—	*С*/144
—	—	19							
—	—	212	0,62	—	—	13	—	—	*Пн*/113
—	—	15							
—	—	148	0,44	—	—	9	—	—	*Н*/79
—	—	10							

культур (2800—3400°)

—	—	332	0,87	—	—	19	—	—	*Пв*/177
—	—	23							
—	—	312	0,82	—	—	18	—	—	*Пв*/167
—	—	22							
—	—	266	0,70	—	—	15	—	—	*С*/142
—	—	19							
—	—	170	0,45	—	—	10	—	—	*Пн*/91
—	—	12							

культур (3400—4000°)

—	—	360	0,95	—	—	20	—	—	*Пв*/192
—	—	25							
—	—	294	0,77	—	—	16	—	—	*Пв*/157
—	—	21							
—	—	188	0,50	—	—	11	—	—	*Пн*/100
—	—	13							

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса $У^1$ — средних								
В, Ви	*Пв*	177	Соя	*Ср*(1)	1800—	2050—	Зерно	13,6
>0,45				*С*(2)	2400	2650	Солома	17,0
Пв	*Пв*	154					Зерно	13,2
0,35—0,45							Солома	16,5
Пз	*Ср*	128					Зерно	11,6
0,25—0,35							Солома	14,5
З	*Пн*	87					Зерно	8,0
0,15—0,25							Солома	10,0
Полоса $Ух^2$ — среднеранних								
В, Ви	*Ср*	135	Чечевица	*Р*	1450	1550	Зерно	16,3
>0,45							Солома	16,3
Пв	*Ср*	117					Зерно	15,2
0,35—0,45							Солома	15,2
Пз	*Пн*	98					Зерно	13,4
0,25—0,35							Солома	13,4
З	*Н*	66					Зерно	9,1
0,15—0,25							Солома	9,1
Полоса $Ух^2$ — среднеранних								
В, Ви	*Ср*	135	Чина	*Ср*	1650	1750	Зерно	20,6
>0,45							Солома	25,7
Пв	*Ср*	117					Зерно	19,2
0,35—0,45							Солома	24,0
Пз	*Пн*	98					Зерно	16,9
0,25—0,35							Солома	20,7
З	*Н*	66					Зерно	11,5
0,15—0,25							Солома	14,4
Полоса $Ух^2$ — среднеранних								
В, Ви	*Ср*	135	Нут	*Ср*	1500	1600	Зерно	19,3
>0,45							Солома	19,3
Пв	*Ср*	117					Зерно	18,0
0,35—0,45							Солома	18,0
Пз	*Пн*	98					Зерно	15,8
0,25—0,35							Солома	15,8
З	*Н*	66					Зерно	10,8
0,15—0,25							Солома	10,8

Продолжение

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (2200—2800°)

18,8	3,74	354	0,65	1,15	0,20	18	*Н*/80	*В*/206	*Пв*/189
5,4	0,39	24							
18,2	3,63	343	0,63	1,11	0,19	17	*Н*/78	*В*/201	*Пв*/183
5,3	0,38	23							
16,0	3,19	302	0,55	0,98	0,17	15	*Н*/69	*Пв*/176	*Пв*/161
4,6	0,33	20							
11,0	2,20	208	0,38	0,68	0,11	11	*Но*/47	*С*/122	*Пн*/111
3,2	0,23	14							

культур (1600—2200°)

18,9	2,97	293	1,12	1,66	0,23	22	*Пн*/84	*Пв*/166	*Пв*/158
5,2	0,36	23							
17,6	2,77	274	1,05	1,55	0,26	20	*Н*/75	*Нв*/155	*С*/147
4,9	0,33	21							
15,5	2,44	241	0,92	1,37	0,22	18	*Н*/66	*С*/137	*С*/130
4,3	0,29	19							
10,6	1,66	164	0,63	0,93	0,15	12	*Но*/45	*Пн*/93	*Пн*/88
2,9	0,20	13							

культур (1600—2200°)

21,2	4,18	371	1,25	1,73	0,33	25	*Пн*/99	*Во*/270	*В*/203
7,4	1,23	36							
19,8	3,90	346	1,16	1,62	0,31	23	*Пн*/89	*Во*/252	*Пв*/190
7,0	1,15	34							
17,4	3,43	304	1,02	1,42	0,27	20	*Н*/78	*В*/221	*Пв*/166
6,0	0,99	29							
11,8	2,33	207	0,70	0,97	0,18	14	*Н*/53	*Пв*/151	*Пн*/113
4,2	0,69	20							

культур (1600—2200°)

—	—	270	1,29	—	—	20	—	—	*С*/148
—	—	27							
—	—	252	1,20	—	—	18	—	—	*С*/138
—	—	25							
—	—	221	1,05	—	—	16	—	—	*С*/121
—	—	22							
—	—	151	0,72	—	—	11	—	—	*Н*/83
—	—	15							

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса *Ух*¹ — ранних								
В, *Ви* >0,45	*Пн*	99	Лен-долгунец	*Р* (1,2)	950—1100	1150—1300	Семена	6,0
							Волокно	9,0
Пв 0,35—0,45	*Пн*	86					Семена	5,0
							Волокно	7,5
Пз 0,25—0,35	*Н*	72					Семена	2,5
							Волокно	3,8
Полоса *Ух*² — среднеранних								
В, *Ви* >0,45	*Ср*	135	Лен-долгунец	*Р* (2,3)	1100—1300	1300—1500	Семена	7,2
							Волокно	10,8
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					Семена	6,2
							Волокно	9,3
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					Семена	3,8
							Волокно	5,7
Полоса *Ух*² — среднеранних								
В, *Ви* >0,45	*Ср*	135	Лен масличный	*Ср* (1,2)	1450—1700	1650—1900	Семена	10,0
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					Семена	9,2
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					Семена	7,7
З 0,15—0,25	*Н*	66					Семена	5,4
Полоса *У*¹ — средних								
В, *Ви* >0,45	*Пв*	177	Лен масличный	*Ср*(2) *С*(3)	1700—2000	1900—2200	Семена	12,8
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154					Семена	11,8
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					Семена	10,2
З 0,15—0,25	*Пн*	87					Семена	7,8

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (1200—1600°)

—	—	300	—	—	—	135	—	—	*Во*/690
—	—	1080	—	—	—				
—	—	250	—	—	—	112	—	—	*Во*/575
—	—	900	—	—	—				
—	—	125	—	—	—	57	—	—	*Во*/290
—	—	456	—	—	—				

культур (1600—2200°)

—	—	360	—	—	—	138	—	—	*Во*/974
—	—	1296	—	—	—				
—	—	310	—	—	—	119	—	—	*Во*/839
—	—	1116	—	—	—				
—	—	190	—	—	—	73	—	—	*Во*/514
—	—	684	—	—	—				

культур (1600—2200°)

—	—	245	—	—	—	16	—	—	*С*/122
—	—	225	—	—	—	14	—	—	*Пн*/112
—	—	189	—	—	—	11	—	—	*Пн*/94
—	—	132	—	—	—	8	—	—	*Н*/66

культур (2200—2800°)

—	—	314	—	—	—	17	—	—	*П*/157
—	—	289	—	—	—	16	—	—	*С*/144
—	—	250	—	—	—	14	—	—	*С*/125
—	—	191	—	—	—	10	—	—	*Пн*/95

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса $У^3$ — среднепоздних								
В, Ви >0,45	*В*	220	Лен масличный	*С*(3)	2000	2200	Семена	14,5
Пв 0,35—0,45	*Пв*	192					Семена	13,5
Пв 0,25—0,35	*Пв*	160					Семена	12,0
З 0,15—0,25	*Пн*	108					Семена	9,4
Полоса $Ух^2$ — среднеранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Конопля	*Р, Ср*	1300—1800	1500—2000	Семена	4,7
							Волокно	9,4
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					Семена	4,2
							Волокно	8,5
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					Семена	3,5
							Волокно	7,0
З 0,15—0,25	*Н*	66					Семена	2,2
							Волокно	4,4
Полоса $У^1$ — средних								
В, Ви >0,45	*Пв*	177	Конопля	*Ср*	1800	2000	Семена	5,7
							Волокно	11,4
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154					Семена	5,4
							Волокно	10,9
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					Семена	4,5
							Волокно	9,0
З 0,15—0,25	*Пн*	87					Семена	3,0
							Волокно	6,0

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (2800—3400°)

—	—	355	—	—	—	18	—	—	*Пв*/177
—	—	331	—	—	—	17	—	—	*Пв*/165
—	—	294	—	—	—	15	—	—	*С*/147
—	—	230	—	—	—	11	—	—	*Пн*/115

культур (1600—2200°)

—	—	235	—	—	—	124	—	—	*Во*/963
—	—	1692	—	—	—				
—	—	210	—	—	—	112	—	—	*Во*/870
—	—	1530	—	—	—				
—	—	175	—	—	—	93	—	—	*Во*/717
—	—	1260	—	—	—				
—	—	110	—	—	—	58	—	—	*Во*/451
—	—	792	—	—	—				

культур (2200—2800°)

—	—	285	—	—	—	151	—	—	*Во*/1167
—	—	2050							
—	—	270	—	—	—	143	—	—	*Во*/1107
—	—	1944							
—	—	225	—	—	—	119	—	—	*Во*/922
—	—	1620	—	—	—				
—	—	150	—	—	—	79	—	—	*Во*/615
—	—	1080	—	—	—				

Зона увлажнения (индексы и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса $Ту^1$ — теплолюбивых								
На поливе			Хлопчатник	*По*(2)	3450	4200	Волокно	37,7
Полоса $Ту^2$ — теплолюбивых								
				По(3)	4000	4750	Волокно	460
III. Технические масличные								
Полоса $Ух^2$ — средних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Подсолнечник	*Ср* (1,2)	1600—1850	1800—2050	Семена	16,3
							Стебли	48,9
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					Семена	15,4
							Стебли	46,2
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					Семена	12,5
							Стебли	37,5
З 0,15—0,25	*Н*	66					Семена	8,0
							Стебли	24,0
Полоса $У^1$ — средних								
В, Ви >0,45	*Пв*	177	Подсолнечник	*С* (3,4)	2000—2150	2200—2350	Семена	20,0
							Стебли	60,0
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154					Семена	18,4
							Стебли	55,2
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					Семена	15,0
							Стебли	45,0
З 0,15—0,25	*Пн*	87					Семена	10,0
							Стебли	3,0
Полоса $У^2$ — среднепоздних								
В, Ви >0,45	*В*	220	Подсолнечник	*С* (5)	2300	2500	Семена	23,5
							Стебли	70,5
Пв 0,35—0,45	*Пв*	192					Семена	22,0
							Стебли	66,0
Пз 0,25—0,35	*Пв*	160					Семена	18,2
							Стебли	54,6
З 0,15—0,25	*Пн*	108					Семена	12,4
							Стебли	37,2

кай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		
культур (4000—5200°)									
—	—	1131	—	—	—	33	—	—	*Во*/565
культур (5200°)									
—	—	1380	—	—	—	34	—	—	*Во*/690
и маслично-волокнистые									
культур (1600—2200°)									
—	—	295	—	—	—	19	—	—	*Пв*/159
—	—	24	—	—	—				
—	—	279	—	—	—	17	—	—	*Пв*/151
—	—	23	—	—	—				
—	—	226	—	—	—	14	—	—	*С*/122
—	—	19	—	—	—				
—	—	145	—	—	—	9	—	—	*Н*/78
—	—	12	—	—	—	—	—	—	
культур (2200—2800°)									
—	—	362	—	—	—	19	—	—	*Пв*/196
—	—	30	—	—	—				
—	—	333	—	—	—	17	—	—	*Пв*/180
—	—	28	—	—	—				
—	—	272	—	—	—	14	—	—	*С*/147
—	—	22	—	—	—				
—	—	181	—	—	—	9	—	—	*Пн*/98
—	—	15	—	—	—				
культур (2800—3400°)									
—	—	425	—	—	—	21	—	—	*Во*/230
—	—	35	—	—	—				
—	—	398	—	—	—	19	—	—	*В*/215
—	—	33	—	—	—				
—	—	329	—	—	—	16	—	—	*Пв*/178
—	—	27	—	—	—				
—	—	224	—	—	—	11	—	—	*С*/121
—	—	19	—	—	—				

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса $У^3$ — поздних								
В, Ви >0,45	*Во*	262	Подсолнечник	*С*(5)	2300	2500	Семена	25,6
							Стебли	76,8
Пв 0,35—0,45	*В*	229					Семена	24,0
							Стебли	72,0
Пз 0,25—0,35	*Пв*	190					Семена	20,8
							Стебли	62,4
З 0,15—0,25	*С*	129					Семена	15,0
							Стебли	45,0
IV. Корне-								
Полоса $Ух^1$ — ранних								
В, Ви >0,45	*Пн*	99	Сахарная свекла	*Р*	1300	1400	Корнеплоды	140
							Листья	315
Пв 0,35—0,45	*Пн*	86					Корнеплоды	125
							Листья	280
Пз 0,25—0,35	*Н*	72					Корнеплоды	105
							Листья	236
З 0,15—0,25	*Но*	49					Корнеплоды	70
							Листья	157
Полоса $Ух^2$ — средних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Сахарная свекла	*Ср*	1800	1900	Корнеплоды	270
							Листья	337
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					Корнеплоды	250
							Листья	313
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					Корнеплоды	200
							Листья	250
З 0,15—0,25	*Н*	66					Корнеплоды	120
							Листья	150

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		
культур (3400—4000°)									
—	—	463 38	—	—	—	23	—	—	*В*/250
—	—	434 36	—	—	—	21	—	—	*В*/235
—	—	377 32	—	—	—	18	—	—	*В*/204
—	—	272 22	—	—	—	13	—	—	*С*/147
и клубнеплоды									
культур (1200—1600°)									
36,4	0,84	336	10,8	6,4	0,38	37	*Во*/279	*В*/246	*В*/239
47,2 32,2	4,09 0,75	142 300	9,7	5,7	0,34	33	*В*/247	*В*/219	*В*/213
42,0 27,3	3,64 0,63	126 252	8,0	4,8	0,28	27	*В*/209	*Пв*/189	*Пв*/179
35,4 18,2	3,06 0,42	106 168	5,3	3,2	0,19	18	*С*/139	*С*/123	С/119
23,5	2,04	70							
культур (1600—2200°)									
70,2	1,62	648	15,0	6,7	0,33	44	*Во*/402	*Во*/300	*Во*/399
50,5 65,0	4,38 1,50	151 600	13,8	6,3	0,31	41	*Во*/373	*Во*/278	*Во*/370
46,9 52,0	4,07 1,20	141 480	11,1	5,0	0,21	33	*Во*/298	*Пв*/190	*Во*/296
37,5 31,2	2,60 0,72	112 288	6,7	3,0	0,13	19	*Пв*/179	*Пн*/114	*Пв*/177
22,5	1,56	67							

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса $У^1$ — средних								
В, Ви >0,45	*Пв*	177	Сахарная свекла	*С*	2300	2400	Корнеплоды	385
							Листья	230
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154					Корнеплоды	345
							Листья	207
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					Корнеплоды	290
							Листья	174
З 0,15—0,25	*Пн*	87					Корнеплоды	205
							Листья	126
Полоса $У^2$ — среднепоздних								
В, Ви >0,45	*В*	220	Сахарная свекла	*С*	2300	2400	Корнеплоды	410
							Листья	164
Пв 0,35—0,45	*Пв*	192					Корнеплоды	370
							Листья	148
Пз 0,25—0,35	*Пв*	160					Корнеплоды	340
							Листья	136
З 0,15—0,25	*Пн*	108					Корнеплоды	260
							Листья	104
Полоса $Ух^1$ — ранних								
В, Ви >0,45	*Пн*	99	Картофель	*Р*(1)	1200	1400	Клубни	280
							Ботва	93
Пв 0,35—0,45	*Пн*	86					Клубни	260
							Ботва	87
Пз 0,25—0,35	*П*	72					Клубни	220
							Ботва	73
З 0,15—0,25	*По*	49					Клубни	160
							Ботва	53

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (2200—2800°)

100,1	2,31	924	16,7	5,8	0,23	45	*Во*/449	*Во*/265	*Во*/514
34,5	2,99	103							
89,7	2,07	828	15,0	5,2	0,21	40	*Во*/402	*В*/238	*Во*/460
31,0	2,69	193							
75,4	1,75	696	12,6	4,6	0,17	34	*Во*/372	*В*/201	*Во*/387
26,1	2,26	78							
53,3	1,24	492	8,8	3,1	0,12	24	*В*/241	*С*/144	*Во*/274
18,9	1,64	57							

культур (2800—3400°)

106,6	2,47	984	17,0	5,5	0,19	44	*Во*/437	*В*/230	*Во*/529
24,6	2,13	74							
96,2	2,23	888	15,4	4,8	0,17	40	*Во*/395	*В*/207	*Во*/477
22,2	1,92	67							
88,4	2,05	816	14,1	4,5	0,16	36	*Во*/362	*Пв*/192	*Во*/438
20,4	1,77	61							
67,6	1,57	624	10,8	3,5	0,12	28	*Во*/277	*С*/146	*Во*/335
15,6	1,35	47							

культур (1200—1600°)

84,0	2,52	1120	2,33	7,9	0,33	96	*Во*/314	*Пв*/181	*Во*/577
11,2	1,12	34							
78,0	2,34	1040	2,17	7,3	0,26	87	*Во*/295	*Пв*/167	*Во*/535
10,4	1,04	31							
66,0	1,98	880	18,3	6,2	0,23	75	*В*/246	*С*/138	*Во*/452
7,9	0,79	24							
48,0	1,44	640	13,3	4,5	0,17	55	*Пв*/179	*Пн*/101	*Во*/329
5,8	0,58	18							

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с t га
Полоса $Ух^2$ — средних								
В, Ви	*Ср*	135	Картофель	*Ср*(2)	1500	1700	Клубни	255
>0,45							Ботва	85
Пв	*Ср*	117					Клубни	236
0,35—0,45							Ботва	78
Пв	*Пн*	98					Клубни	200
0,25—0,35							Ботва	67
З	*Н*	66					Клубни	136
0,15—0,25							Ботва	45
Полоса $У^1$ — средних								
В, Ви	*Пв*	177	Картофель	*Ср*(3)	1800	2000	Клубни	210
>0,45							Ботва	70
Пв	*Пв*	154					Клубни	190
0,35—0,45							Ботва	63
Пз	*Ср*	128					Клубни	150
0,25—0,35							Ботва	50
З	*Пн*	87					Клубни	94
0,15—0,25							Ботва	31
Полоса $У^2$ — среднепоздних								
В, Ви	*В*	220	Картофель	*Ср*(3)	1800	2000	Клубни	180
>0,45							Ботва	60
Пв	*Пв*	192					Клубни	160
0,35—0,45							Ботва	53
Пз	*Пв*	160					Клубни	130
0,25—0,35							Ботва	43
З	*Пн*	108					Клубни	80
0,15—0,25							Ботва	27
V. Кормовые травы								
Полоса $Ух$ — ранних								
В, Ви	*Пн*	99	Клевер одноукосный	*Ро*	1000	1 100	Сено	44
>0,45								
Пв	*Пн*	86					»	18
0,35—0,45								
Полоса $Ух^2$ — среднеранних								
В, Ви	*Ср*	135	Клевер одноукосный	*Ро*	1000	1 100	Сено	61
>0,45								
Пв	*Пн*	117					»	28
0,35—0,45								

Сбор		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		
культур (1600—2200°)									
76,5	2,30	1020	17,0	5,8	0,22	70	*Во*/289	*Пв*/166	*Во*/525
10,2	1,02	31							
70,8	2,12	944	15,8	5,3	0,17	65	*Во*/267	*Пв*/153	*Во*/486
9,4	0,94	28							
60,0	1,80	800	13,3	4,5	0,14	55	*В*/227	*С*/130	*Во*/412
8,0	0,80	24							
40,8	1,22	544	9,0	3,1	0,10	37	*Пв*/154	*Пн*/88	*Во*/280
5,4	0,54	16							
культур (2200—2800°)									
63,0	1,89	840	14,0	3,9	0,15	48	*В*/238	*С*/136	*Во*/432
8,4	0,84	25							
57,0	1,71	760	12,6	3,6	0,13	43	*В*/215	*С*/123	*Во*/391
7,6	0,76	23							
45,0	1,35	600	10,0	2,8	0,11	34	*Пв*/170	*Пн*/97	*Во*/309
6,0	0,60	18							
28,2	0,85	376	6,3	1,8	0,07	21	*Пн*/106	*Н*/61	*В*/193
3,7	0,37	11							
культур (2800—3400°)									
54,0	1,62	720	12,0	3,4	0,13	41	*В*/204	*С*/117	*Во*/371
7,2	0,72	82							
48,0	1,44	640	10,6	3,0	0,12	37	*Пв*/175	*Пн*/108	*Во*/329
6,4	0,64	19							
39,0	1,17	520	8,7	2,5	0,09	30	*С*/147	*Н*/84	*Во*/268
5,2	0,52	16							
24,0	0,72	320	5,3	1,5	0,06	18	*Пн*/90	*Но*/50	*Пв*/164
2,9	0,29	9							
(сено)									
культур (1200—1600°)									
22,0	1,63	132	4,40	2,20	0,16	13	*Н*/73	*Н*/82	*Н*/66
9,0	0,67	54	1,80	0,90	0,07	5	*Но*/30	*Но*/34	*Но*/27
культур (1600—2200°)									
30,5	2,26	183	6,10	3,05	0,23	18	*Пн*/102	*Пн*/113	*Пн*/91
14,0	1,04	84	2,80	1,40	0,10	8	*Но*/47	*Но*/52	*Но*/42

Зона увлажнения (индекс воны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса *Ух²* — среднеранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Клевер	*Ср*	1600	1700	Сено	61
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117	двуукосный				»	32
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					»	15
Полоса *У¹* — средних								
В, Ви >0,45	*Пв*	177	Клевер	*Ср*	1600	1700	Сено	70
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154	двуукосный				»	43
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					»	25
Полоса *У²* — среднепоздних								
Пв 0,35—0,45	*Пв*	192	Клевер	*Ср*	1600	1700	Сено	46
Пз 0,25—0,35	*Пв*	160	двуукосный				»	28
Полоса *Ух¹* — ранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Люцерна (1 укос)	*Ро*	700	800	Сено	30
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					»	29
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					»	25
З 0,15—0,25	*Н*	66					»	18

Продолжение

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		
культур (1600—2200°)									
30,5	2,26	183	3,80	1,91	0,14	11	*Пн*/102	*Пн*/113	*Пн*/91
16,0	1,18	96	2,0	1,00	0,07	6	*Но*/53	*Н*/59	*Но*/48
7,5	0,56	45	0,93	0,47	0,04	3	*Но*/25	*Но*/28	*Но*/22
культур (2200—2800°)									
35,0	2,59	210	4,36	2,19	0,16	13	*С*/117	*С*/129	*Пн*/105
21,7	1,59	129	2,69	1,35	0,10	8	*Н*/72	*Н*/79	*Н*/64
12,5	0,92	75	1,56	0,78	0,06	5	*Но*/41	*Но*/46	*Но*/37
культур (2800— 3400°)									
23,0	1,71	138	2,87	1,43	0,11	9	*Н*/77	*Н*/85	*Н*/69
14	1,03	84	1,75	0,87	0,06	5	*Но*/47	*Но*/51	*Но*/42
культур (1200—1600°)									
15	2,10	90	4,28	2,14	0,30	13	*Но*/50	*Пн*/105	*Но*/45
14,5	2,03	87	4,14	2,07	0,29	12	*Но*/48	*Пн*/101	*Но*/43
12,5	1,75	75	3,57	1,64	0,25	11	*Но*/42	*Пн*/87	*Но*/37
9	1,26	54	2,57	1,30	0,18	8	*Но*/30	*Но*/63	*Но*/27

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса *Ух²* — среднеранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Люцерна (1,5 укоса)	*Р*	1200	1400	Сено	38
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					»	35
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					»	30
З 0,15—0,25	*Н*	66					»	20
Полоса *У¹* — средних								
В, Ви >0,45	*Пв*	177	Люцерна (2 укоса)	*Ср*	1600	1800	Сено	49
Пв 0,35—0,45	*Пз*	154					»	46
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					»	38
З 0,15—0,25	*Пн*	87					»	28
Полоса *У²* — среднепоздних								
В, Ви >0,45	*В*	220	Люцерна (2—3 укоса)	*Ср*	1900	2100	Сено	60
Пв 0,35—0,45	*Пв*	192					»	56
Пз 0,25—0,35	*Пв*	160					»	49
З 0,15—0,25	*Пв*	108					»	37
Полоса *Ух²* — среднеранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Эспарцет (1 укос)	*Ро*	1000	1200	Сено	40
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					»	34
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					»	27
З 0,15—0,25	*Н*	66					»	17

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (1600—2200°)

19,0	2,66	114	3,16	1,58	0,22	9	*Н*/63	*Ср*/133	*Н*/57
17,0	2,45	105	2,92	1,43	0,20	9	*Н*/57	*Ср*/122	*Но*/52
15,0	2,10	90	2,50	1,25	0,17	8	*Но*/50	*Пн*/105	*Но*/45
10,0	1,40	60	1,67	0,83	0,12	5	*Но*/33	*Н*/70	*Но*/30

культур (2200—2800°)

24,5	3,43	147	3,06	1,53	0,22	9	*Н*/81	*Пв*/171	*Н*/73
23,0	3,22	138	2,78	1,40	0,20	9	*Н*/75	*Пв*/161	*Н*/69
19,0	2,66	114	2,37	1,16	0,17	7	*Н*/62	*Ср*/133	*Н*/57
14,0	1,96	84	1,75	0,87	0,12	5	*Но*/47	*Пн*/98	*Но*/42

культур (2800—3400°)

30,0	4,20	180	3,17	1,54	0,22	9	*Пн*/90	*В*/210	*Пн*/90
28,0	3,92	168	2,95	1,44	0,21	9	*Пн*/91	*Пв*/196	*Н*/84
24,5	3,43	147	2,57	1,29	0,18	8	*Н*/81	*Пв*/171	*Н*/73
18,5	2,59	111	1,95	0,97	0,14	6	*Но*/62	*Ср*/129	*Но*/46

культур (1600—2200°)

21,6	3,1	120	4,0	2,16	0,31	12	*Н*/72	*Пв*/155	*Н*/60
18,3	2,7	102	3,4	1,83	0,27	10	*Н*/61	*С*/135	*Но*/51
14,6	2,1	81	2,7	1,46	0,21	8	*Но*/49	*Пн*/105	*Но*/40
9,2	1,3	51	1,7	0,92	0,13	5	*Но*/31	*Н*/65	*Но*/25

Зона увлажнения (индексы и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса *У*¹—средних								
В, Ви >0,45	*Пв*	177	Эспарцет (2 укоса)	*С*	2000	2200	Сено	53
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154					»	47
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					»	40
З 0,15—0,25	*Пн*	87					»	27
Полоса *Ух*¹—ранних								
В, Ви >0,45	*Пн*	99	Викоовес	*Ро*	1000	1050	Сено	32,5
Пв 0,35—0,45	*Пн*	86					»	28,8
Пз 0,25—0,35	*Н*	72					»	22,5
З 0,15—0,25	*Но*	49					»	7,5
Полоса *Ух*²—среднеранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Викоовес	*Рв*	1000	1050	Сено	43,0
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					»	36,5
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					»	28,0
З 0,15—0,25	*Н*	66					»	12,5
Полоса *У*¹—средних								
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154	Викоовес	*Ро*	1000	1050	Сено	44,5
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					»	33,8
З 0,15—0,25	*Пн*	87					»	15,0

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (2200—2800°)

28,6	4,1	159	2,7	1,43	0,20	8	*Пн*/95	*В*/205	*Н*/78
25,4	3,7	141	2,3	1,27	0,18	7	*Н*/85	*Пв*/185	*Н*/70
21,6	3,1	120	2,0	1,08	0,15	6	*Н*/72	*Пв*/155	*Н*/60
14,6	2,1	81	1,3	0,73	0,10	4	*Но*/49	*Пн*/105	*Но*/40

культур (1200—1600°)

15,3	1,50	97	3,25	1,53	0,15	39	*Но*/51	*Н*/75	*Но*/49
13,5	1,32	86	2,88	1,35	0,13	35	*Но*/45	*Н*/66	*Но*/43
10,6	1,04	67	2,25	1,06	0,10	27	*Но*/35	*Но*/52	*Но*/33
3,5	0,35	22	0,75	0,35	0,04	9	*Но*/12	*Но*/18	*Но*/11

культур (1600—2200°)

20,2	1,98	129	4,30	2,02	0,20	52	*Н*/67	*Пн*/99	*Н*/64
17,2	1,68	109	3,65	1,72	0,17	44	*Н*/57	*Н*/84	*Но*/54
13,2	1,29	84	2,80	1,32	0,13	34	*Но*/44	*Н*/65	*Но*/42
5,9	0,58	37	1,25	0,59	0,06	15	*Но*/20	*Но*/29	*Но*/18

культур (2200—2800°)

20,9	2,05	133	4,45	2,09	0,21	53	*Н*/70	*Пн*/103	*Н*/66
15,9	1,55	101	3,38	1,59	0,16	41	*Но*/53	*Н*/78	*Но*/50
7,1	0,69	45	1,50	0,71	0,07	18	*Но*/24	*Но*/35	*Но*/23

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса *Ух²*—среднеранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Суданская трава (1 укос)	*Ср*	1400	2000	Сено	40
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					»	38
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					»	33
З 0,15—0,25	*Н*	66					»	24
Полоса *У¹*—средних								
В, Ви >0,45	*Пв*	177	Суданская трава (1,5 укоса)	*С*	2100	2700	Сено	62
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154					»	59
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					»	52
З 0,15—0,25	*Пн*	87					»	38
Полоса *У²*—среднепоздних								
В, Ви >0,45	*В*	220	Суданская трава (2 укоса)	*П*	2800	3400	Сено	80
Пв 0,35—0,45	*Пв*	192					»	78
Пз 0,25—0,35	*Пв*	160					»	72
З 0,15—0,25	*Пн*	108					»	56

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (1600—2200°)

20,8	1,76	120	2,85	1,48	0,13	9	*И*/69	*Пн*/88	*Н*/60
19,8	1,67	114	2,71	1,41	0,12	8	*Н*/66	*Пн*/83	*Н*/57
17,2	1,42	99	2,35	1,22	0,10	7	*Н*/57	*Н*/71	*Но*/49
12,5	1,06	72	1,71	0,89	0,07	5	*Но*/42	*Но*/52	*Но*/36

культур (2200—2800°)

32,2	2,73	186	2,95	1,53	0,13	9	*Пн*/107	*С*/136	*Пн*/93
30,7	2,60	177	2,80	1,46	0,12	8	*Пн*/102	*С*/130	*Пн*/88
27,0	2,29	156	2,47	1,28	0,11	7	*Пн*/90	*Пн*/114	*Н*/78
19,8	1,67	114	1,80	0,94	0,08	5	*Н*/66	*Н*/83	*Н*/57

культур (2800—3400°)

41,6	3,52	240	2,86	1,48	0,13	9	*С*/139	*Пв*/176	*С*/120
40,6	3,43	234	2,78	1,45	0,12	8	*С*/135	*Пв*/171	*С*/117
37,4	3,17	216	2,57	1,33	0,11	7	*С*/124	*Пн*/106	*С*/108
29,1	2,38	168	2,00	0,83	0,08	5	*Пн*/97	*Пн*/119	*Н*/84

Зона увлажнения (индексы и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
VI. Силосные								
Полоса $Ух^2$ — среднеранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Кукуруза	*Ср*	1650	1900	Зеленая масса	330
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					То же	320
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					» »	260
З 0,15—0,25	*Н*	66					» »	180
Полоса $У^1$ — средних								
В, Ви >0,45	*Пв*	177	Кукуруза	*С*	2250	2500	Зеленая масса	360
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154					То же	350
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					» »	320
З 0,15—0,25	*Пн*	87					» »	210
Полоса $У^2$ — среднепоздних								
В, Ви >0,45	*В*	220	Кукуруза	*С*	2400	2650	Зеленая масса	380
Пв 0,35—0,45	*Пв*	192					То же	370
Пз 0,25—0,35	*Пв*	160					» »	340
З 0,15—0,25	*Пн*	108					» »	250

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культуры

культур (1600—2200°)

66,0	2,31		20,0	4,00	0,14	—	*В*/220	*Пн*/116	—
64,0	2,24		19,4	3,87	0,13	—	*В*/213	*Пн*/112	—
52,0	1,82		15,7	3,15	0,11	—	*Пв*/173	*Пн*/91	—
36,0	1,26		10,9	2,18	0,08	—	*С*/120	*Н*/63	—

культур (2200—2800°)

72,0	2,52	—	1,6	3,20	0,11	—	*В*/240	*Со*/126	—
70,0	2,45	—	15,6	3,11	0,11	—	*В*/233	*С*/122	—
64,0	2,24	—	14,2	2,84	0,10	—	*В*/213	*Пн*/112	—
42,0	1,47	—	9,3	1,87	0,06	—	*С*/140	*Н*/73	—

культур (2800—3400°)

76,0	2,66	—	15,8	3,16	0,11	—	*Во*/254	*С*/133	—
74,0	2,59	—	15,4	3,08	0,11	—	*В*/247	*С*/129	—
68,0	2,38	—	14,2	2,83	0,10	—	*В*/227	*С*/119	—
50,0	1,55	—	10,4	2,08	0,06	—	*Пв*/160	*Н*/77	—

Зона увлажнения (индексы и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса $Ух^2$ — среднеранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Люпин	*Ср*	1450	1650	Зеленая масса	188
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					То же	127
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					» »	73
З 0,15—0,25	*Н*	66						
Полоса $У^1$ — средних								
В, Ви >0,45	*Пв*	177	Люпин	*Ср*	1450	1650	Зеленая масса	308
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154					То же	230
Пз 0,25—0,35	*Ср*	128					» »	135
З 0,15—0,25	*Пн*	87						
Полоса $Ух^2$ — среднеранних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Сорго	*Ср*	1300	1900	Зеленая масса	200
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					То же	190
Пз 0,25—0,35	*Пн*	98					» »	165
З 0,15—0,25	*Н*	66					» »	90

Продолжение

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		
культур (1600—2200°)									
16,9	2,26	—	13,0	1,17	0,16	—	*Н*/56	*Пн*/113	—
11,4	1,52	—	8,8	0,79	0,10	—	*Но*/38	*Н*/76	—
6,6	0,88	—	5,0	0,46	0,06	—	*Но*/22	*Но*/44	—
культур (2200—2800°)									
27,7	3,70	—	21,2	1,91	0,26	—	*Пн*/92	*Пв*/185	—
20,7	2,76	—	15,9	1,43	0,19	—	*Н*/69	*С*/138	—
12,2	1,62	—	9,3	0,84	0,11	—	*Но*/41	*Н*/81	—
культур (1600—2200°)									
48,0	1,60	—	15,4	3,69	0,12	—	*Пв*/160	*Н*/80	—
45,7	1,52	—	14,6	3,52	0,12	—	*Пв*/152	*Н*/76	—
39,6	1,32	—	12,7	3,05	0,10	—	*С*/132	*Н*/66	—
21,6	0,72	—	6,9	1,66	0,06	—	*Н*/72	*Но*/36	—

Зона увлажнения (индекс зоны и показатель увлажнения)	Оценка продуктивности климата		Культура	Группа скороспелости			Уро	
					Σt			
	индекс	балл		общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая	составная часть	ц с 1 га
Полоса $У^1$ — средних								
В, Ви >0,45	*Пв*	177	Сорго	*С*	1900	2500	Зеленая масса	275
Пв 0,35—0,45	*Пв*	154					То же	260
Пэ 0,25—0,35	*Ср*	128					» »	225
З 0,15—0,25	*Пн*	87					» »	150
Полоса $У^2$ — среднепоздних								
В, Ви >0,45	*В*	220	Сорго	*Сп*	2500	3100	Зеленая масса	340
Пв 0,35—0,45	*Пв*	192					То же	325
Пэ 0,25—0,35	*Пв*	160					» »	290
З 0,15—0,25	*Пн*	108					» »	200
Полоса $Ух^2$ — средних								
В, Ви >0,45	*Ср*	135	Кормовые бобы	*Р*	1400	1500	Зеленая масса	244
Пв 0,35—0,45	*Ср*	117					То же	214
Пэ 0,25—0,35	*Пн*	98					» »	180
З 0,15—0,25	*Н*	66					» »	86

жай		Стоимость урожая (в руб.)	Коэффициент продуктивности				Баллы продуктивности		
							по кормовым единицам	по белку	по стоимости
кормовых единиц (в ц с 1 га)	белка (в ц с 1 га)		по основному урожаю	по кормовым единицам	по белку	по стоимости	индексы / численные величины		

культур (2200—2800°)

66,0	2,20	—	14,5	3,47	0,12	—	*В*/220	*С*/120	—
62,4	2,08	—	13,6	3,28	0,11	—	*В*/208	*Пн*/104	—
54,0	1,80	—	11,8	2,84	0,09	—	*Пв*/180	*Пн*/90	—
36,0	1,20	—	7,9	1,89	0,06	—	*С*/120	*Н*/60	—

культур (2800—3400°)

81,7	2,72	—	13,6	3,27	0,11	—	*Во*/272	*С*/136	—
78,0	2,60	—	13,0	3,12	0,10	—	*Во*/260	*С*/130	—
69,7	2,32	—	11,6	2,79	0,09	—	*В*/232	*С*/116	—
48,0	1,60	—	8,0	1,92	0,06	—	*Пв*/160	*Н*/80	—

культур (1600—2200°)

36,6	3,42	—	17,4	2,61	0,24	—	*С*/124	*Пв*/171	—
32,1	3,00	—	15,3	2,29	0,21	—	*Пн*/107	*С*/150	—
27,0	2,52	—	12,9	1,93	0,18	—	*Пн*/90	*С*/126	—
12,9	1,20	—	6,1	0,92	0,09	—	*Но*/43	*Н*/60	—

БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКО НА РАЗЛИЧНЫЕ УСЛОВИЯ

Культуры (в порядке биологических и хозяйственных форм)	Группа скороспелости			Отношение растений к условиям климата				
		Σt			требования к температуре			мо стой
	общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая $>10°$	реакция на длину дня	индекс*	температура начала вегетации (в °)	температура конца вегетации (в °)	индекс
1. Зерновые								
Яровые								
Пшеница	*P* (1)	1300	1350	*Д*	I, IV	4—5	10—12	*d*
	P (3)	1500	1550					
	Ср (5)	1700	1750					
Овес	*P* (1)	1300	1350	*Д*	I, IV	4—5	10—12	*d*
	P (2)	1400	1450					
	P (3)	1500	1550					
Ячмень	*P* (1)	1200	1250	*Д*	I, IV	4—5	10—12	*d*
	P (2)	1300	1350					
	P (3)	1400	1450					
Просо	*Ср* (1)	1300	1600	*К*	IV	10—12	10—12	*f*
	Ср (3)	1500	1800					
	Ср (5)	1700	2000					
Гречиха	*P* (1)	1200	1400	*Н*	II, IV	6—7	10—12	*f*
	P (2)	1300	1500					
	Ср (3)	1400	1600					
Кукуруза	*С* (1)	2100	2350	*Н*	IV	10	10	*f*
	С (3)	2500	2750					
	Сп (6)	2900	3150					
Сорго	*Сп* (1)	2200	2800	*К*	V	12—15	12—15	*f*
	Сп (2)	2500	3100					
	П (3)	2800	3400					
Рис	*С* (1)	2000	2600	*К*	V	12—15	12—15	*g*
	Сп (2)	2600	3200					
	П (3)	3200	3800					
Озимые								
Рожь	*P* (1)	1350	1400	*Д*	I, IV	3—4	10—12	*a*
Пшеница	*P* (1)	1450	1500	*Д*	I, IV	3—4	10—12	*b* *c*

* На первом месте индексы начала вегетации, на втором— конца.

ХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО ИХ РЕАКЦИИ КЛИМАТА

Продуктивность культур при достаточном увлажнении ($Md > 0.45$)									
розо-кость				по кормовым единицам		по белку		по стои-мости	
губительная температура (в °)	отношение к усло-виям увлажнения	температурные полосы	преобладающие сорта	индекс	балл	индекс	балл	индекс	балл
—6—8	У	$Ух^2$	$Р(3), С(4)$	*Пн*	95	*С*	125	*С*	137
—6—8	У	$Ух^1$	$Р\ (1, 2)$	*Пн*	103	*Пн*	99	*Пн*	101
		$Ух^2$	$Р\ (2, 3)$	*Пн*	112	*Пн*	108	*Пн*	110
		$У^1$	$Р\ (3)$	*С*	127	*С*	121	*С*	125
—6—8	У	$Ух^1$	$Р\ (1, 2)$	*С*	119	*Пн*	87	*Пн*	114
		$Ух^2$	$Р\ (3)$	*С*	131	*Пн*	96	*С*	125
		$У^1$	$Р\ (3)$	*С*	148	*Пн*	108	*С*	141
—2	З	$Ух^2$	$Ср\ (1, 2)$	*С*	139	*С*	128	*Пв*	161
		$У^1$	$Ср\ (3)$	*Пв*	172	*Пв*	158	*Пв*	200
		$У^2$	$Ср\ (3)$	*Пв*	190	*Пв*	174	*В*	221
—1—2	У	$Ух^1$	$Р\ (1, 2)$	—	—	—	—	*Пв*	180
		$Ух^2$	$С\ (3)$	—	—	—	—	*В*	229
—2	З	$У^1$	$С\ (1, 2)$	*Во*	256	*Пв*	186	*Пв*	154
		$У^2$	$Сп\ (3, 5)$	*Во*	331	*В*	240	*Пв*	199
		$У^3$	$Сп\ (6)$	*Во*	377	*Во*	273	*В*	226
—2	З	$У^2$	$Сп\ (1, 2)$	*Пв*	172	*С*	144	*С*	116
		$У^3$	$П\ (3)$	*В*	219	*Пв*	183	*С*	148
0—1	В	$У^1$	$С\ (1)$	—	—	—	—	*Во*	745
		$У^2$	$Сп\ (2)$	—	—	—	—	*Во*	975
		$У^3$	$П\ (3)$	—	—	—	—	*Во*	1209
—20	У	$Ух^1$	$Р$	*С*	133	*Пн*	112	*Пв*	184
		$Ух^2$		*С*	142	*С*	120	*Пв*	198
		$У^1$		*Пв*	162	*С*	136	*В*	225
		$У^2$		*Пв*	173	*С*	146	*В*	240
—15—20	У	$Ух^1$	$Р$	*Пн*	105	*С*	133	*С*	150
—10—15		$Ух^2$		*С*	129	*Пв*	162	*Пв*	183
		$У^1$		*Пв*	171	*В*	215	*В*	243
		$У^2$		*В*	203	*Во*	256	*Во*	289

Культуры (в порядке биологических и хозяйственных форм)	Группа скороспелости			Отношение растений к условиям климата				
		Σt			требования к температуре			мо стой
	общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая ⩾10°	реакция на длину дня	индекс	температура начала вегетации (в °)	температура конца вегетации (в °)	индекс
Ячмень	*P* (1)	1300	1350	*Д*	I, IV	3—4	10—12	*c*
II. Зернобобовые								
Горох	*P* (1)	1050	1150	*Д*	I, IV	4—5	10—12	*d*
	P (2)	1300	1400					
	Ср (3)	1550	1650					
Кормовые бобы	*P* (1)	1400	1500	*Д*	I, IV	3—5	10—12	*d*
	Ср (2)	1600	1700					
	Ср (3)	1800	1900					
Люпин кормовой	*Ср*(1)	1800	2000	*Д*	II, IV	6—8°	10—12	*e*
	С(2)	2000	2200					
Фасоль	*Ср* (1)	1500	2050	*К*, *Н*	IV, V	10—12	12—15	*g*
	С (2)	1700	2250					
	С (3)	1900	2450					
Соя	*Ср* (1)	1800	2050	*К*	IV	10—11	10—12	*f*
	С (2)	2400	2650					
	Сп (3)	3000	3250					
Чечевица	*P* (1)	1450	1550	*К*	I, IV	4—5	10—12	*d*
Чина	*Ср* (1)	1650	1750	*Д*	I, IV	4—5	10—12	*d*
Нут	*Ср* (1)	1500	1600	*Д*	I, IV	4—5	10—12	*d*
III. Технические масличные и масличноволокнистые								
Лен-долгунец	*Ро* (1)	950	1150	*Д*	II, IV	6—7	10—12	*e*
	P (2)	1100	1300					
	P (3)	1300	1500					
Лен масличный	*Ср* (1)	1450	1650	*Д*	II, IV	6—7	10—12	*e*
	Ср (2)	1700	1900					
	С (3)	2000	2200					
Конопля	*P* (1)	1300	1500	*Д*,*Н*	II, IV	5—7	10—12	*e*
	Ср (2)	1550	1750					
	Ср (3)	1800	2000					

розо-кость		Продуктивность культур при достаточном увлажнении ($Md>0,45$)							
				по кормовым единицам		по белку		по стои-мости	
губительная температура (в °)	отношение к усло-виям увлажнения	температурные по-лосы	преобладающие сорта	индекс	балл	индекс	балл	индекс	балл
—10—15	У	$У^2$	Р	В	210	Пв	153	С	135
—6—8	У	$Ух^1$	Р (1,2)	Пн	97	Пв	197	Пв	176
		$Ух^2$	Ср (2,3)	Пн	106	В	216	Пв	193
		$У^1$	Ср (3)	Пн	108	В	219	Пв	196
—6—8	У	$Ух^2$	Р(1), Ср(2)	Пн	111	Во	259	Пв	192
—4—5	В	$У^1$	С (1,2)	Н	72	В	212	Во	317
0—1	У	$Ух^2$	С (1)	—	—	—	—	С	128
		$У^1$	Ср (2), С(3)	—	—	—	—	Пв	155
		$У^2$	С (3)	—	—	—	—	Пв	177
		$У^3$	С (3)	—	—	—	—	Пв	192
—1—2	У	$У^1$	Ср (1), С(2)	Н	80	В	206	Пв	189
—6—8	З	$Ух^2$	Р	Пн	84	Пв	166	Пв	158
—6—8	У	$Ух^2$	Ср	Пн	99	Во	270	В	203
—6—8	У	$Ух^2$	Ср	—	—	—	—	С	148
—4—5	В	$Ух^1$	Р(1,2)	—	—	—	—	Во	690
		$Ух^2$	Р(2,3)	—	—	—	—	Во	828
—4—5	У	$Ух^2$	Ср(1,2)	—	—	—	—	С	122
		$У^1$	Ср(3)	—	—	—	—	Пв	157
		$У^2$	С (3)	—	—	—	—	Пв	177
—4—5	У	$Ух^2$	Ср (1,2)	—	—	—	—	Во	963
		$У^1$	Ср (3)	—	—	—	—	Во	1167

Культуры (в порядке биологических и хозяйственных форм)	Группа скороспелости			Отношение растений к условиям климата				
		Σt			требования к температуре			мо стой
	общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая $\geq 10°$	реакция на длину дня	индекс	температура начала вегетации (в °)	температура конца вегетации (в °)	индекс
Хлопчатник	*П* (1) *По* (2) *По* (3)	2900 3450 4000	3650 4200 4750	*К*	V	12—15	12—15	*g*
Подсолнечник	*Ср* (1) *С* (3) *С* (5)	1600 2000 2300	1800 2200 2500	*К*	II, IV	6—8	10—12	*e*
IV. Корне- и клубнеплоды								
Сахарная свекла	*Р* (1) *Ср* (2) *С* (3) *С* (4)	1300 1700 2100 2300	1400 1800 2200 2400	*Д*	II	6—8	6—8	*e*
Картофель	*Р* (1) *Ср* (2) *Ср* (3)	1200 1500 1800	1400 1700 2000	*Н*	III	8—10	8—10	*e*
V. Кормовые травы (на сено)								
Клевер одноукосный	*Ро*	1000	1100	*Д*	I, IV	3—5	10—12	*b*
Клевер двуукосный	*Ср*	1600	1700	*Д*				

розокость	отношение к условиям увлажнения	температурные полосы	преобладающие сорта	Продуктивность культур при достаточном увлажнении ($Md>0,45$) по кормовым единицам		по белку		по стоимости	
губительная температура (в °)				индекс	балл	индекс	балл	индекс	балл
0—1	*В*	*Ту*¹	*По* (2)	—	—	—	—	*Во*	565
		*Ту*²	*По* (3)	—	—	—	—	*Во*	690
—4—5	*З*	*Ух*²	*Ср* (1,2)	—	—	—	—	*Пв*	159
		*У*¹	*С* (3,4)	—	—	—	—	*Пв*	136
		*У*²	*С* (5)	—	—	—	—	*В*	230
		*У*³	*С*(5)	—	—	—	—	*В*	250
—4—6	*У*	*Ух*¹	*Р*	*Во*	279	*Во*	246	*В*	239
		*Ух*²	*Ср*	*Во*	402	*Во*	300	*Во*	339
		*У*¹	*С*	*Во*	449	*Во*	265	*Во*	514
		*У*²	*Сп*	*Во*	437	*В*	230	*Во*	529
—4—5	*У*	*Ух*¹	*Р* (1)	*Во*	314	*Пв*	181	*Во*	577
		*Ух*²	*Ср* (2)	*Во*	289	*Пв*	166	*Во*	525
		*У*¹	*Ср* (3)	*В*	238	*С*	136	*Во*	432
		*У*²	*Ср* (3)	*В*	204	*С*	117	*Во*	371
—15—20	*В*	*Ух*¹		*Н*	73	*Н*	82	*Н*	66
		*Ух*²		*Пн*	102	*Пн*	113	*Пн*	91
—15		*Ух*²		*Н*	102	*Н*	113	*Пн*	91
		*У*¹		*С*	117	*С*	129	*Пн*	105

Культуры (в порядке биологических и хозяйственных форм)	Группа скороспелости			Отношение растений к условиям климата				
		Σt			требование к температуре			мо стой
	общая и сортовая	биологическая	биоклиматическая ∧10°	реакция на длину дня	индекс	температура начала вегетации (в °)	температура конца вегетации (в °)	индекс
Люцерна (1 укос)	*P*	700	900	*Д*	II, IV	6—8	10—12	*a*
Эспарцет 1 укос	*P*	1000	1200	*Д*	II, IV	6—8	10—12	*c*
Вика-овес	*P*	1000	1050	*Д*	I, IV	4—5	10—12	*d*
Суданская трава	*Ср*	1400	2000	*К*	V	12—15	12—15	*f*
VI. Силосные культуры								
Кукуруза	*P* *C* *Cп*	1100 2200 2600	1350 2450 2850	*Н*	IV	10	10	*f*
Люпин	*Ср*	1450	1650	*Д*	II, III	6—8	8—10	*e*
Сорго	*C* *Cп*	1800 2200	2400 2800	*К*	V	12—15	12—15	*f*

розо-кость		Продуктивность культур при достаточном увлажнении ($Md > 0{,}45$)							
				по кормовым единицам		по белку		по стои-мости	
губительная температура (в °)	отношение к услови-ям увлажнения	температурные полосы	преобладающие сорта	индекс	балл	индекс	балл	индекс	балл
—20	У	$Ух^1$	—	*Но*	50	*Пн*	105	*Но*	45
		$Ух^2$	—	*Н*	63	*Ср*	133	*Н*	57
		$У^1$	—	*Н*	81	*Пв*	171	*Н*	73
		$У^2$	—	*Пн*	90	*В*	210	*Пн*	90
—10—15	У	$Ух^2$	—	*Н*	72	*Пв*	155	*Н*	60
		$У^1$	—	*Пн*	95	*В*	205	*Н*	79
—4—5	У	$Ух^1$	—	*Но*	51	*Н*	75	*Но*	48
		$Ух^2$	—	*Н*	67	*Пн*	99	*Н*	64
		У	—	*Н*	70	*Пн*	103	*Н*	66
—2	З	$Ух^2$	—	*Н*	69	*Пн*	88	*Н*	60
		$У^1$	—	*Пн*	107	*С*	136	*Пн*	93
		$У^2$	—	*С*	139	*Пв*	176	*С*	120
—2	У	$Ух^2$	*С*	*В*	220	*Пн*	116	—	—
		$У^1$	*С*	*В*	240	*Со*	126	—	—
		$У^2$	*Сп*	*Во*	254	*С*	133	—	—
—4—5	В	$У^1$	—	*Пн*	92	*Пв*	185	—	—
—2	З	$Ух^2$	—	*Пв*	160	*Н*	80	—	—
		$У^1$	—	*В*	220	*С*	120	—	—
		$У^2$	—	*Во*	272	*С*	136	—	—

ЛИТЕРАТУРА

Алисов Б. П. Климат СССР. Изд-во МГУ, 1956.

Алисов Б. П., Дроздов О. А., Рубинштейн З.С. Курс климатологии. Гидрометеоиздат, Л., 1950.

Алпатьев А. М. Овощеводство Урала. Свердловск, 1947.

Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. Сельхозгиз, М., 1932, 1935.

Бабушкин Л. Н. Кашкадарьинская область. Климат. Тр. Среднеазиатского госуниверситета и Госкомитета высшего и среднего образования Совета Министров Уз. ССР. Новая серия, вып. 155, т. 1, изд. САТУ, Ташкент, 1959.

Бабушкин Л. Н.— Агроклиматическое районирование хлопковой зоны Средней Азии. Гидрометеоиздат, Л., 1960.

Барашкова Е. П., Гаевский В. Л., Дьяченко Л. Н., Лугина К. М., Пивоварова З. И. Радиационный режим территории СССР. Гидрометеоиздат, Л., 1961.

Берг Л. С. Основы климатологии. Изд-во Наркомпроса РСФСР, Л., 1938.

Благовидов Н. Л. Качественная оценка земель (бонитировка почв и оценка земли). Изд-во МСХ РСФСР М., 1960.

Бова Н. В. Агроклиматическое районирование Юго-Востока. «Сельское хозяйство Поволжья» № 9, 1956.

Броунов П. И. К вопросу о географических районах европейской России, 1904.

Броунов П. И. Климатические и сельскохозяйственные районы России Л.—М. «Новая деревня», 1924.

Броунов П. И. Климатические зональности в связи с почвами и растительностью. Тр. по с.-х. метеорологии, вып. XX, 1928.

Будыко М. И. Испарение в естественных условиях. Гидрометеоиздат, Л., 1948.

Будыко М. И. Тепловой баланс земной поверхности. Гидрометеоиздат, Л., 1956.

Будыко М. И. Температура деятельной поверхности и ее биологическое значение. Современные проблемы метеорологии приземного слоя воздуха. Гидрометеоиздат, Л., 1958.

Воейков А. И. Климаты земного шара, в особенности России. Избр. соч. под ред. акад. А. А. Григорьева, т. 1. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1948.

Высоцкий Г. Н. Степи Европейской России. Полная энциклопедия русского сельского хозяйства, т. IX. Изд. А. Ф. Девриена, 1905.

Гаврилюк Ф. Я. Бонитировка почв Ростовской области. «Почвоведение» № 11, 1959.

Геодакьян О. А. Использование солнечной энергии растениями. Изв. АН Армянской ССР, биологическая и сельскохозяйственная серии, т. 3, № 5, 1950.

Гольцберг И. А. Определение длины вегетационного периода по температурным характеристикам. «Метеорология и гидрология» № 7, 1936.

Гольцберг И. А. Климатическая характеристика заморозков и методы борьбы с ними в СССР. Тр. Главн. геофиз. обсерватории, вып. 17 (79). Гидрометеоиздат, Л., 1949.

Григорьев А. А. Географическая зональность и некоторые ее закономерности. Изв. АН СССР, серия географическая, № 5, 1954.

Григорьев А. А., Будыко М. И. О периодическом законе географической зональности. Доклады АН СССР, т. 110, № 1, 1956.

Григорьев А. А. и Будыко М. И. Классификация климатов СССР. Изв. АН СССР, серия географическая, № 3, 1959.

Григорьев А. А., Будыко М. И. Климатическое районирование СССР. Климатический атлас СССР, т. 1, М., 1960.

Давитая Ф. Ф. Климатические зоны винограда в СССР. Гидрометеоиздат. Л.—М., 1938.

Докучаев В. В. К учению о зонах природы. Географиз, М., 1948 (1903).

Докучаев В. В. О нормальной оценке почв Европейской России. Собр. соч., т. IV. Изд-во АН СССР, 1950.

Докучаев В. В. К вопросу о переоценке земель Европейской и Азиатской России. Избр. соч. Сельхозгиз, М., 1954.

Дояренко А. Г. Использование солнечной энергии полевыми культурами. Избр. соч. Сельхозиздат, М., 1963.

Земский П. М. Развитие и размещение земледелия по природно-хозяйственным районам СССР. Изд-во АН СССР, М., 1959.

Иванов Н. Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара. Записки географич. общества, т. 1, новая серия. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1948.

Иванов Н. Н. Пояса континентальности земного шара. Изв. Всесоюзного географического общества, т. 91, вып. 5, 1959.

Иванова Е. Н., Летунов П. А., Розов Н. Н., Фридланд В. М., Шувалов С. А. Почвенно-географическое районирование СССР. Изд-во АН СССР, 1962.

Кайгородов А. И. Естественная зональная классификация климатов земного шара. Изд-во АН СССР, М., 1955.

Колесников Б. П., Ливерский Ю. А., Никольская В. В. Природные ландшафты прерий на советском Дальнем Востоке и их происхождение. Изв. АН СССР, серия географическая, № 1, 1961.

Колосков П. И. Климатические основы сельского хозяйства Амурской области. Благовещенск, 1925.

Колосков П. И. Агроклиматическое районирование Казахстана. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1947.

Колосков П. И. Вопросы агроклиматического районирования СССР. Тр. Н.-и. ин-та аэроклиматологии, вып. 6. Гидрометеоиздат., М., 1958.

Колосков П. И. О биоклиматическом потенциале и его распределении по территории СССР. Тр. НИИАК, вып. 23. Гидрометеоиздат, М., 1963.

Коорт В. Кукуруза плюс горох и рапс. «Сельская жизнь» от 9 мая 1963.

Костяков А. Н. Основы мелиорации. Сельхозгиз, М., 1951.

Кудрявцева А. А. Использование солнечной энергии различными растениями. М., 1935.

Кузнецова Е. С. Географическая изменчивость вегетационного периода культурных растений (по данным географ. исследований 1923—1927 гг.). Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. т. 77, вып. 1, 1929.

Куперман Ф. М. Закономерности индивидуального развития растений в зависимости от условий внешней среды (свет и развитие растений). Изд. МГУ, 1963.

Лысенко Т. Д. Влияние термического фактора на продолжительность фаз развития. Тр. Азерб. селекц. станции. Баку, 1928.

Материалы по природно-экономической характеристике сельскохозяйственных микрорайонов. Изд-во экономической литературы. М., 1962.

Методика составления областного агроклиматического справочника. Гидрометеоиздат, М., 1955.

Мосолов В. П. Многолетние травы и агротехнические основы севооборотов. Соч., т. 3, Сельхозгиз, М., 1953.

Никишов М. И. Карта сельского хозяйства СССР. Атлас сельского хозяйства СССР. Изд-во Гл. упр. геодезии и картографии Министерства геологии и охраны недр СССР, М., 1960.

Николенко Н. С. Экономическая оценка Земли. Алма-Ата, 1964.

Ольдскон Э. О недостатке насыщения (дефицита влажности) и способах вычисления его. Ташкент, 1917.

Орлова В. В. Границы бореальных климатов равнинной части СССР. Тр. Главной геофизической обсерватории, вып. 19, Л., 1938.

Пересвет-Солтан И. И. Справочная книга русского агронома (ред.) Л., 1925.

Попов В. П. Показатели сухости климата южных областей Украины. В сб.: «Агроклиматические условия степи Украинской ССР и пути их улучшения». Киев, 1950.

Попов В. П. Агроклиматическое районирование УССР. В сб.: «Вопросы агроклиматического районирования СССР». Изд-во МСХ СССР, М., 1958.

Попов И. С. Кормовые нормы и кормовые таблицы. Гос. изд. с.-х. литературы, М., 1957.

Прасолов Л. И. (при участии И. П. Герасимова). Генетические типы почв и почвенные области Европейской части СССР. В кн.: «Почвы СССР», т. I. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1939.

Прянишников Д. Н. Избр. соч,, т. 2. Растения полевой культуры. Изд-во «Колос», 1965.

Сапожникова С. А. Микроклимат и местный климат. Гидрометеоиздат, Л., 1950.

Сапожникова С. А. Опыт агроклиматического районирования территории СССР. В сб.: «Вопросы агроклиматического районирования СССР». Изд-во МСХ СССР, М., 1958.

Сапожникова С. А. Принципы сельскохозяйственной бонитировки климатов СССР. Тр. Всесоюзного научного метеорологического совещания, т. VIII. Гидрометеоиздат, 1963.

Сапожникова С. А., Мель М. И., Смирнова В. А., Никифорова А. Т. Опыт характеристики агроклиматических ресурсов территории СССР. Тр. Н.-и. ин-та аэроклиматологии, вып. 42, 1957.

Сапожникова С. А., Шашко Д. И. Агроклиматические ресурсы СССР. Красочная карта в атласе сельского хозяйства СССР. Изд-во Гл. упр. геодезии и картографии Министерства геологии и охраны недр СССР (под редакцией Ф. Ф. Давитая),М., 1960.

Сапожникова С. А., Шашко Д. И. Агроклиматические ресурсы СССР. В сб.: «Вопросы размещения и специализации сельского хозяйства СССР». Изд-во экономической литературы, М., 1962.

Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. Тр. по с.-х. метеорологии, вып. XX, 1928.

Селянинов Г. Т. К вопросу о классификации сельскохозяйственных культур по климатическому признаку. Тр. по с.-х. метеорологии, вып. 21, 1930.

Селянинов Г. Т. Специализация сельскохозяйственных районов по климатическому признаку. В кн.: «Растениеводство СССР», т. 1, Сельхозгиз, М., 1933.

Селянинов Г. Т. Климатическое районирование СССР для сельскохозяйственных целей. В кн.: «Памяти академика Л. С. Берга». М.-Л., 1955.

Селянинов Г. Т. Принципы агроклиматического районирования СССР. Изв. АН СССР, серия географическая, № 4, 1957.

Селянинов Г. Т. Принципы агроклиматического районирования СССР. В сб.: «Вопросы агроклиматического районирования СССР». Изд-во МСХ СССР», М., 1958.

Селянинов Г. Т. Перспективы субтропического хозяйства СССР в связи с природными условиями. Гидрометеоиздат, Л., 1961.

Смирнов В. А. Пожнивные культуры и климат. Гидрометеоиздат, Л., 1960.

Смирнова В. А. Требовательность к теплу кукурузы. В сб.: «Агроклиматические и водные ресурсы районов освоения целинных и залежных земель». Гидрометеоиздат, Л., 1955.

Смирнова В. А. Агроклиматическое районирование СССР по продуктивности комплекса масличных и маслично-волокнистых культур. Тр. Всесоюзного научно-метеорологического совещания, т. VIII, Гидрометеоиздат, Л., 1963.

Соколовский А. Н. Задачи агрономического почвоведения в свете решений XXI съезда КПСС. Проблемы плодородия почв Украинской ССР. Тр. Украинского н.-и. ин-та почвоведения, т. IV, Харьков, 1959.

Степанов В. Н. Биологическая классификация сельскохозяйственных растений полевой культуры. Изв. ТСХА, вып. 2, М., 1957.

Струмилин С. Г. и Лупинович И. С. Естественно-историческое районирование СССР. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1947.

Тимирязев К. А. Земледелие и физиология растений. Избр. соч., т. 1. Сельхозгиз, М., 1957.

Федоров Е. Е. и Баранов А. И. Климат равнины Европейской части СССР в погодах. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1949.

Федосеев А. П. Агрометеорологические условия произрастания пастбищной растительности в Казахстане, основы их оценки и прогнозирования (автореф. докт. дисс.). М., 1962.

Филипповский А. К. Ход развития и роста массы урожая колосовых в зависимости от сочетания тепловых и материальных элементов роста в разные фазы. Фонды Управления агрометслужбы МСХ СССР, 1947.

Цубербиллер Е. А. Агроклиматическая характеристика суховеев. Гидрометеоиздат, Л., 1959.

Цубербиллер Е. А. Суховеи, их агрометеорологическая сущность и пути борьбы с ними. Научный доклад, представленный на соискание ученой степени доктора географических наук. М., 1966.

Черемушкин С. Д. Об экономической оценке земель. Материалы н.-и. работ Всесоюзного н.-и. института экономики сельского хозяйства. М., 1958.

Черемушкин С. Д. Теория и практика экономической оценки Земли. Соцэкгиз, М., 1963.

Чубуков Л. А. Комплексная климатология. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1949.

Шашко Д. И. К методике составления агрометеорологических прогнозов влагообеспеченности растений и урожая. Тр. по с.-х. метеорологии, вып. XXIV, М., 1948.

Шашко Д. И. Изучение расхода влаги на транспирацию и суммарное испарение. В сб.: «Биологические основы орошаемого земледелия». Изд-во АН СССР, М., 1957.

Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР по обеспеченности растений теплом и влагой. В сб.: «Вопросы агроклиматического районирования СССР. Изд-во МСХ СССР. М., 1958.

Шашко Д. И. Климатические условия земледелия Центральной Якутии. Изд-во АН СССР, М., 1961.

Шашко Д. И. Климатические ресурсы сельского хозяйства СССР. В кн.: «Почвенно-географическое районирование СССР. Изд-во АН СССР, М., 1962.

Шульгин А. М. Агроклиматические условия перезимовки озимых культур в СССР. Вестн. с.-х. науки, 3, 1960.

Meyer A. Uber anige zusamenhände zwischen Klima und Boden in Europe. Chemie der Erde, № 2, 1926.

Thornthweit C. W. The Climate of the Eartn. Geogr. Rev. vol. 23 1933.

Papadacis J. Agricultural geography of the world (climate, growth rate and rhythm, wegetation, soils, agricultural regions). Buenos Aires, 1952.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава I. **Предшествующий опыт природного районирования** 7

Опыт общеклиматического и почвенно-географического районирования 7
Опыт агроклиматического районирования 30

Глава II. **Элементы агроклиматического районирования** 56

Теплообеспеченность растений 56
Влагообеспеченность растений 84
Условия перезимовки растений 99
Континентальность климата 104

Глава III. **Бонитировка и экономическая оценка природных (климатических) условий сельского хозяйства** 111

Бонитировка климата 118
Бонитировка сельскохозяйственных культур 142
Биоклиматическая классификация сельскохозяйственных культур 165
Биоклиматические предпосылки правильного подбора сельскохозяйственных культур 171
Экономическая оценка сельскохозяйственных культур . . . 177
Эффективность агротехнических и мелиоративных мероприятий в различных почвенно-климатических зонах 192

Глава IV. ***Система агроклиматического районирования*** 201

Предпосылки районирования 201
Система районирования 204
Агроклиматические пояса и подпояса 204
Агроклиматические области и подобласти 206
Агроклиматические зоны 219
Агроклиматические провинции и секторы 220
Округа, районы и типы местоположений 235
Агроклиматическая характеристика отдельных территорий, хозяйств 238

Глава V. **Мировые агроклиматические аналоги СССР** . . 250

Общие агроклиматические особенности стран 250
Бонитет климата стран мира 268
Сравнительная оценка агроклиматических ресурсов СССР и США 269
Приложения 273
Литература 330

Шашко Даниил Иванович
АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СССР. М., изд-во «Колос», 1967.
335 с.

УДК 63:551.58]:91 (47+57)

Редактор *Е. С. Монова*
Художник *М. З. Шлосберг*
Художественный редактор *З. П. Зубрилина*
Технические редакторы: *А. И. Баллод* и *О. Н. Трухина*
Корректор *М. И. Бынеев*

Сдано в набор 31/X 1966 г. Подписано к печати 27/I 1967 г. Т02640. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага тип. № 3. Печ. л. 10,5 (17,64)+2 вкладки. Уч.-изд. л. 17,88. Изд. № 71. Т. п. 1967 г. № 66. Тираж 10 000 экз. Заказ № 1035. Цена 93 коп.

Издательство «Колос», Москва К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19.

Ордена Трудового Красного Знамени Первая Образцовая типография им. А. А. Жданова Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР. Москва, Ж-54, Валовая, 28