УДК 63 : 551.58(083) (47 + 57)

Рецензенты: академик ВАСХНИЛ А. Н. Каштанов,
канд. геогр. наук В. А. Жуков
Ответственный редактор: д-р. геогр. наук, проф. Ю. И. Чирков

Книга посвящена оценке агроклиматических ресурсов СССР. В ней представлено агроклиматическое районирование страны и показано распределение биоклиматического потенциала по территории. Проведено сравнение биоклиматических потенциалов СССР и других стран. Агроклиматическое районирование построено в системе соподчиненных таксономических единиц в тесной увязке с комплексным природно-сельскохозяйственным районированием. Излагается методика расчетов показателей биоклиматического потенциала и его оценки.

Книга предназначена для агрометеорологов, специалистов сельского хозяйства, преподавателей, студентов и аспирантов.

The «USSR's Agroclimatic Resources» by D. I. Shashko reviews fundamentals of agroclimatic zoning of the USSR, analyzes the bioclimatic potentials of its various regions, and compares them with those of other countries.

Agroclimatic zoning is based on a system of interdependent taxonometric values, and is closely related to the country's natural and agricultural zoning. System approach is applied to the analysis of the vioclimatic potential, from basic procedures to calculation of correlated indices for comparative evaluation of the potential.

The book is aimed at agrometeorologists, agricultrural specialists, teachers, and graduate and undergraduate students.

Ш 3802010000-146 / 069(02)-85 57-85

86-8403
Центральная научная сельско-

© Гидрометеоиздат, 1985 г.

Предисловие

Климатические и погодные условия оказывают большое влияние на сельскохозяйственное производство. Они в значительной мере определяют урожаи сельскохозяйственных культур, качество сельскохозяйственной продукции, затраты на ее производство, особенности агротехнических и технических мероприятий, территориальную специализацию.

В книге поставлена задача раскрыть агроклиматические ресурсы СССР. Для решения задачи важно определить понятия агроклиматических ресурсов и биоклиматического потенциала.

Агроклиматические ресурсы данной территории, по принятому определению [91], — это совокупность агроклиматических факторов, создающих условия для формирования продуктивности культур. К основным факторам, определяющим продуктивность, относятся термические и частично световые факторы, влагообеспеченность, условия перезимовки растений, неблагоприятные метеорологические явления.

Природные ресурсы (запасы) обычно относят к определенной территории (административным, природным подразделениям). При оценке ресурсов учитывается возможность их использования по технологическим условиям производства. В связи с этим приведенное определение агроклиматических ресурсов может быть расширено и дано в следующем виде: агроклиматические ресурсы данной территории — это совокупность агроклиматических факторов, определяющих продуктивность сельскохозяйственных культур и общую биологическую продуктивность при определенном технико-экономическом уровне сельскохозяйственного производства.

Биоклиматический потенциал характеризуется комплексом климатических факторов, определяющим возможности сельскохозяйственного производства в смысле набора культур, биологической продуктивности, эффективности затрат, производственной специализации др. В более узком понятии биоклиматический потенциал характеризуется комплексом климатических факторов, определяющим возможную биологическую продуктивность земли на данной территории. За меру биоклиматического потенциала нами принят показатель в форме относительных величин биологической продуктивности. Этот показатель синтезирует в себе влияние на биологическую продуктивность прихода тепла и соотношение тепла и влаги. На основе относительных величин биоклиматического потенциала возможна площадная характеристика агроклиматических ресурсов в сопоставимых (кадастровых) гектарах.

Биоклиматический потенциал в приведенном понятии раскрывается агроклиматическим районированием. Различают агроклиматическое районирование: общее и частное, общее общесоюзное

и частное общесоюзное; региональное общее и региональное частное. К частным относятся районирования определенных объектов сельскохозяйственного производства (отдельных культур, пород и видов животных, распространения вредителей и болезней и др.), а также районирование по элементам агроклиматического комплекса (агрогидрологическое, условий перезимовки растений, суховеев и засух, снежных мелиораций и др.) [91, 106].

В книге дано обоснование системы агроклиматического районирования СССР, приводится само районирование и производственная характеристика подразделений территории, рассматривается методика учета биоклиматического потенциала и ее применение к территории СССР и зарубежным странам, что необходимо для оценки производственных возможностей сельского хозяйства этих стран, использования зарубежного опыта и др.

Для обоснования системы агроклиматического районирования анализируется опыт общеклиматического, комплексного природного районирования, а также предшествующий опыт общего агроклиматического районирования. Анализ опыта отраслевых и комплексных районирований [97] пересмотрен и дополнен с учетом работ по комплексному природно-сельскохозяйственному районированию, проведенных автором в Государственном научно-исследовательском институте земельных ресурсов (ГИЗР) Министерства сельского хозяйства СССР. Сделан вывод, что при построении системы агроклиматического районирования за базовое можно принять природно-сельскохозяйственное районирование, отражающее объективно существующие природно-производственные комплексы и характерные для них макро- мезо- и микроклиматические особенности. В связи с этим для обоих видов районирования принята единая система таксономических единиц, что значительно увеличивает его производственную значимость. При этом на первый план выдвигаются агроклиматические показатели и в их числе показатель, выраженный в форме относительных величин биоклиматического потенциала. Для общего агроклиматического районирования важна разработка естественных шкал классификации элементов климата и их комплексов. Этому вопросу в книге посвящен отдельный раздел.

Глава 4 «Агроклиматические особенности подразделений территории общесоюзного районирования» выполнена совместно с Н. Д. Покровской.

Автор выражает благодарность акад. ВАСХНИЛ А. Н. Каштанову за ценные советы по содержанию книги, ее структуре, изложению вопроса о биоклиматическом потенциале; канд. геогр. наук В. А. Жукову за тщательный просмотр рукописи и подробные замечания; проф. Ю. И. Чиркову за большой труд по редактированию книги.

Часть I

Агроклиматическое районирование СССР

Глава 1

Предшествующий опыт природного районирования

1.1. Опыт общеклиматического и комплексного природного районирования

За предшествующий период накоплен большой опыт 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, характеризующих границы определенных природных образований;

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

Согласно классической схеме районирования, земная поверхность подразделяется на следующие климатические пояса: тропический, или жаркий (по обе стороны экватора), средний, или умеренный (между тропиками и полярными кругами каждого полушария), полярный, или холодный (между полярными кругами и полюсами).

А. И. Воейков [16] ввел понятие физических климатов, с которыми связаны особенности природных комплексов. На основании совместного анализа температурного и циркуляционного режимов атмосферы он уточнил границы деления территории на пояса. Согласно Воейкову, за границу тропического пояса принимается примерно 25° северной и южной широты, а не тропики, так как пассаты (наиболее характерный признак этого пояса) проникают довольно далеко за тропики. За границу умеренного и холодного поясов Воейков принимает не полярный круг, а примерно 65° северной и южной широты. Это он обосновывает тем, что за данной чертой «земледелие почти нигде не составляет главного занятия жителей».

Примерные границы тепловых поясов, указанные Воейковым, согласуются с границами, проведенными нами на основе учета суммарных показателей тепловых ресурсов (см. изолинии сумм активных температур воздуха[1] 8000 и 1200 °С (1000 °С) на Агроклиматической карте [110]. В связи с вышесказанным необходимо отметить важность соблюдения принципа увязки физических климатов по климатическим и агроклиматическим показателям с объективно существующими природными комплексами при построении классификаций климата.

П. И. Броунов [11] в основу выделения поясов положил барический рельеф, определяющий циркуляцию атмосферы и связанные с ней особенности климата. Им выделены следующие пояса: 1) экваториальный дождливый пояс пониженного давления; 2) два жарких в пределах от экваториальной полосы до изотермы годовой температуры 20 °С; 3) два субтропических, ограниченных изотермой 20 °С 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 антициклоническим режимом погоды в летние месяцы. На территории СССР, по Броунову, ось затропического максимума проходит значительно севернее утвердившейся границы субтропического пояса, проведенной по изолинии сумм активных температур 4000 °С.

Генетическая классификация климата Броунова получила дальнейшее развитие в работах Б. П. Алисова [3], который 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.

За пределами СССР автор выделяет экваториальный, субэкваториальный и тропический пояса с пассатной и муссонной циркуляцией атмосферы. В арктическом поясе в течение всего года преобладают массы арктического воздуха. Средняя температура наиболее теплого месяца здесь ниже 10 °С. В субарктическом поясе в летний период происходит трансформация аркти-

[1] Суммами активных температур воздуха называется показатель тепловых ресурсов, выраженный суммой средних суточных температур за период между датами устойчивого перехода их через 10 °С весной и осенью. В этот период происходит активная вегетация большинства культурных растений умеренного пояса. В дальнейшем сумма активных температур обозначается индексом $\Sigma t_{ак}$.

ческого воздуха в воздух умеренного пояса. Температура значительно повышается и колеблется в июле от 10 до 15 °С, что обусловливает произрастание древесной растительности, относящейся преимущественно к 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.

Климатические границы поясов приведены в соответствие с естественной сменой почвенно-растительного покрова. В пределах поясов выделено 24 области. Некоторые из них расчленены еще на подобласти в соответствии со степенью изменения свойств воздушных масс. Следует отметить, что границы выделенных подобластей весьма условны, определенного критерия для их проведения Алисовым не дано.

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

Из эмпирических схем большой популярностью пользуется классификация климата В. Кеппена [35], которая разрабатывалась в 1900—1936 гг. В основу этой классификации положен количественный учет температуры воздуха и осадков. Кеппен выделяет пять основных типов климата.

А. Тропический дождливый. Средняя температура самого холодного месяца не ниже 18 °С. Годовая сумма осадков (см) при преобладании летних составляет более 2 $(t+14)$, а при преобладании зимних — более $2t$ (здесь t — средняя годовая температура, °С).

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

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

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

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

Типы климата, кроме типа *Е*, в зависимости от годового 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, эффект увлажнения которых связывается с температурой. Однако градации показателей,

по которым выделяются климатические типы и подтипы, слишком широкие. В этой классификации на одинаковых основаниях используются как температурные показатели, так и показатели увлажнения, и не учитываются тепловые ресурсы выделенных зон.

Общеклиматической классификацией А. И. Кайгородова [31], названной автором естественной, предусматривается выделение зон и подзон, типов и разновидностей климата по температурным условиям и ареалов по одинаковому относительному увлажнению.

Согласно этой классификации, зоны и подзоны выделяются по средней температуре наиболее теплого (в высоких широтах) и наиболее холодного (в низких широтах) месяцев. Выделены следующие зоны: экваториальная — температура воздуха холодного периода выше 18 °С; тропические — температура воздуха холодного периода выше 11 °С; субтропические — температура воздуха холодного периода выше —3 °С для территории с жарким летом (больше 26 °С) и выше 4 °С для территории с очень теплым летом (22 °С); зоны средних широт — температура теплого сезона выше 14 °С; субполярные — температура теплого сезона выше 5 °С; полярные — температура теплого сезона ниже 5 °С. Климатические зоны разделены на подзоны также по температуре теплого и холодного сезонов. Подзоны далее делятся на климатические типы по признаку континентальности местности.

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 унификацией названий тепловых состояний периодов года и выбором для выделения зон и подзон температурных показателей, указывающих на качественные различия природных явлений и процессов. Наиболее обоснованным, на наш взгляд, является выбор следующих граничных изотерм.

1. Изотерма наиболее теплого месяца 14 °С, которая отделяет субполярную зону от зоны средних широт. Эта изотерма принимается за северную границу полевого земледелия.

2. Изотерма наиболее теплого месяца 26 °С и соответствующая ей изотерма наиболее холодного месяца —3 °С (в континентальных районах), отделяющие в северном полушарии зону средних (умеренных) широт от субтропической зоны. Для районов с температурой воздуха выше 26 °С характерно частое повторение дневной температуры 30 °С и более, при которой задерживается развитие культур умеренного пояса из-за нарушения фотосинтеза. Изотерма —3 °С принимается за границу устойчивого снежного покрова.

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

Кайгородов на основании общепринятого деления территории на ту или иную природную зону выбрал различные температурные показатели. Многообразие этих показателей вызвано делением территории в соответствии с равными интервалами средней температуры 7 °С для зимнего и 4 °С для летнего сезонов.

В методическом отношении большой интерес представляет применение Кайгородовым в своей классификации показателя степени континентальности для выделения типов климата. Однако выбор в качестве этого показателя годовой амплитуды температуры не совсем удачен, так как годовая амплитуда непригодна для характеристики степени континентальности климата в низких широтах. По классификации Кайгородова южные пустынные районы Средней Азии с годовой амплитудой менее 28 °С отнесены к континентально-морскому климату. В действительности, это районы резко континентального климата.

Положительной стороной исследования Кайгородова является оценка 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 комплекс разнообразных тепловых процессов — притока прямой и рассеянной солнечной радиации и адвекции тепла, конденсации водяного пара в нижней и средней тропосфере, теплообмена между земной поверхностью и атмосферой, теплообмена между атмосферой и глубинными слоями почвы и, наконец, жизнедеятельности человека и различных живых организмов. Следовательно, в одном показателе — средней температуре воздуха данного района и за данный интервал времени — объединяется вся совокупность перечисленных выше процессов.

Л. С. Берг [7] предложил климатическую классификацию, основанную на ландшафтно-географическом принципе. Согласно классификации Берга, различают следующие типы климата.

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

2. Климат тайги, или сибирский. Температура самого теплого месяца 10—20 °С; сумма осадков 300—600 мм с преобладанием их летом; зима суровая.

3. Климат лиственных лесов умеренной зоны. Средняя температура четырех теплых месяцев 10—22 °С; преобладают летние осадки, годовая сумма 500—700 мм.

4. Муссонный климат умеренных широт. В теплое время (с апреля по ноябрь) выпадает 85—95 % годовой суммы осадков; зима малоснежная, половодье летом.

5. Климат степей. Температура летних месяцев 20—23,5 °С; сумма осадков 200—450 мм, максимум в июне, июле.

6. Климат средиземноморский. Лето жаркое, сухое, зима теплая, влажная; осадки выпадают осенью, зимой и весной; летом господствуют пассаты, зимой — западные ветры и циклоны.

7. Климат зоны субтропических лесов. Температура самого холодного месяца выше 2 °С; лето жаркое, годовая сумма осадков более 1000 мм, зимой осадков мало.

8. Климат внутриматериковых пустынь умеренного пояса. Осадков меньше 250 мм; лето сухое. Средняя температура самого холодного месяца меньше —2 °С, самого теплого 25—32 °С.

9. Климат субтропических пустынь (областей пассатов). Температура самого холодного месяца не меньше 10 °С.

10. Климат саванн. Температура самого холодного месяца не меньше 18 °С; летом много дождей, но сумма осадков не превышает 2000—2500 мм; зимой и весной ярко выражены сухие периоды.

11. Климат влажных тропических лесов. Годовая сумма осадков не меньше 1500 мм; сухой период отсутствует или очень короток; температура самого холодного месяца не меньше 18 °С; годовая амплитуда температуры 1—6 °С; дожди имеют обычно два максимума, приходящиеся на переходные периоды.

12. Климат вечного мороза. Средняя месячная температура воздуха всегда отрицательная. Наблюдается в горных местностях, лежащих выше снеговой линии, в Антарктиде и на некоторых островах Арктики.

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

Классификация Берга, как и классификация Кеппена, имеет познавательное значение. С ее помощью можно оценить распределение ландшафтно-географических образований. Однако дифференциация климатических условий этих образований недостаточна.

Согласно общеклиматической классификации Н. Н. Иванова [30], выделяются климатические пояса и области с однородной динамикой годового увлажнения, а также зоны увлажнения.

В классификации Иванова для характеристики термического режима используется ряд показателей Кеппена и Берга, а для характеристики увлажнения — показатель увлажнения, разработанный самим автором. В качестве этого показателя используется коэффициент, выражающий отношение годового количества осадков к годовой испаряемости:

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

где $E_м$ — испаряемость за месяц, мм; t — средняя температура месяца, °С; a — средняя относительная влажность воздуха за месяц, %.

По условиям годового увлажнения выделены следующие зоны:

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

Согласно классификации Иванова, при наличии необходимого тепла климаты зон B — A соответствуют: климат зоны B — климату влажных лесов, климат зоны $Д$ — климату умеренно влажных лесов, климат зоны $У$ — климату лесостепи, климат зоны C — климату степей, климат зоны H — климату полупустыни, климат зоны A — климату пустыни.

Предложенный Ивановым показатель увлажнения достаточно надежно выражает природные зональные особенности территории и динамику увлажнения теплого периода. Показатель увлажнения находится в определенном количественном соотношении с показателем, принятым нами и вычисляемым по дефициту влажности воздуха [97]

$$M_d = P_i \sum (E - e).$$

Показатель увлажнения можно пересчитать по условию $K = 2M_d$ Предложенный нами показатель увлажнения основан на исследовании взаимосвязи транспирации и испарения с урожаем органического вещества [96, 97], а также на массовых определениях связи урожая сельскохозяйственных культур со значениями этого показателя.

При классификации климата по увлажнению мы ограничиваем природные зоны несколько иными значениями показателя. Наша шкала построена на основе более детального анализа распределения показателя увлажнения с привлечением данных бóльшего количества станций территории СССР, чем шкала Иванова, а также предусматривается значительно большая дифференциация увлажнения, особенно в области недостаточного увлажнения.

А. А. Григорьев и М. И. Будыко [22] строят схему общеклиматического районирования, основываясь 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 Будыко и Григорьев сформулировали закон периодичности географической зональности, по которому в различных тепловых поясах одному и тому же радиационному индексу сухости соответствуют природные зоны, сходные по ряду существенных признаков (табл. 1).

По данным Будыко, суммы температур земной поверхности за период с температурой воздуха выше 10 °С прямо пропорциональны годовому радиационному балансу (для увлажненной под-

стилающей поверхности) и превышают его значение приблизительно в 100 раз. По его же выводам, испаряемость, вычисленная по радиационному балансу для увлажненной поверхности, количественно соответствует комплексной испаряемости, рассчитанной с учетом влияния температуры, влажности и радиационного баланса. На основании указанного в климатической классификации Будыко и Григорьева для поясного деления территории вместо радиационного баланса принимаются сумма температур и вместо индекса по радиационному балансу индекс сухости по комплексной испаряемости.

Согласно табл. 1, на территории СССР Будыко и Григорьев выделяют 12 основных климатических зон, соответствующих определенным типам географической зональности, и 31 внутризональную климатическую область (А, В, С, ...). Последние выделены по условиям зимнего периода (табл. 2).

Идея Будыко и Григорьева 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 принятые авторами нормы климатических показателей не могут использоваться в целях агроклиматического районирования, так как ими не учитывается взаимодействие условий окружающей среды и растительных организмов. В частности, не выяснена биологическая значимость сумм температур земной поверхности, тогда как суммы температур, подсчитанные по данным метеорологических станций, отображают непосредственно влияние температуры на развитие и рост растений. Эти данные апробированы и широко используются при разных агроклиматических расчетах.

Индекс сухости определяется с использованием годовых значений радиационного баланса, рассчитанных по суммам температур. Для характеристики увлажнения за месячные отрезки времени и горных мест индекс сухости авторами не применяется. Как будет отмечено в п. 2.2, влагообеспеченность, влагопотребление и продуктивность растений наиболее тесно связаны с показателем увлажнения, в основу которого положен дефицит влажности воздуха. Этот показатель увлажнения наилучшим образом отражает требования анализа агроклиматических условий по его значениям как годовым, так и за короткие отрезки времени — декады, месяцы, межфазные периоды. Кроме того, слишком большие градации показателей, принятые Будыко и Григорьевым, не позволяют провести отвечающую практическим запросам дифференциацию территории по особенностям климата.

Следует присоединиться к мнению Будыко и Григорьева о том, что до сих пор отсутствуют более или менее общепринятые точки зрения на основные принципы климатической классификации. Разделяя такое утверждение и положительно оценивая исходные принципы их климатической классификации, необходимо вместе с тем заметить, что такие принципы уже были заложены в работах советских агроклиматологов по агроклиматическому райони-

Классификация климатов СССР (по Григорьеву и Будыко)

Термические условия теплого периода, сумма температур земной поверхности	Условия увлажнения, комплексный индекс сухости			
	I. Избыточно влажные, <0,45	II. Влажные, 0,45—1,0	III. Недостаточно влажные, 1,0—3,0	IV. Сухие, >3,0
1. Очень холодные, $t_в$<10 °C	I. 1. C—арктическая пустыня	—	—	—
2. Холодные, Σt<1000 °C	I. 2. A, I. 2. B, I. 2. C, I. 2. D, I. 2. E — тундра и лесотундра	—	—	—
3. Умеренно теплые, Σt=1000...2200 °C	I. 3. E—альпийские луга	II. 3. A, II. 3. B, II. 3. C, II. 3. D, II. 3. E — хвойный лес	III. 3. A, III. 3. C, III. 3. C, III. 3. E — горная степь и степи Сибири	IV. 3. C, IV. 3. D — горная пустыня
4. Теплые, Σt=2200...4400 °C	—	II. 4. C, II. 4. D, II. 4. E — смешанный и широколиственный лес	III. 4. C, III. 4. D, III. 4 E — степь и лесостепь	IV. 4. C, IV. 4. E — северная пустыня
5. Очень теплые, Σt>4400 °C	—	II. 5. E—субтропический лес	III. 5. E, III. 5. F — ксерофитная субтропическая растительность	IV. 5. E, IV. 5. F — пустыня

Примечание. В приведенных типах климата на первом месте стоит индекс увлажнения, на втором — поясности и на третьем — суровости и снежности зимы согласно шкале табл. 2.

Таблица 2

Шкала для оценки зимних условий

Характеристика условий зимы	Метеорологические показатели[1] зимнего периода
A. Суровая малоснежная	$t<-32$ °С, $h<50$ см
B. Суровая снежная	$t<-32$ °С, $h>50$ см
C. Умеренно суровая малоснежная	$t=-13...-22$ °С, $h<50$ см
D. Умеренно суровая снежная	$t=-13...-22$ °С, $h>50$ см
E. Умеренно мягкая	$t=0...-13$ °С
F. Мягкая	$t>0$ °С

[1] В качестве метеорологических показателей используется средняя температура января t и наибольшая средняя декадная высота снежного покрова h.

рованию. В основу агроклиматического районирования положены биоклиматические показатели, аналогичные показателям, используемым в классификации Будыко и Григорьева: суммы температур, показатель увлажнения в разных формах, температура зимнего периода и высота снежного покрова.

Для совершенствования системы агроклиматического районирования большое значение имеет опыт естественно-исторического, почвенно-географического, природно-сельскохозяйственного и других отраслевых видов районирований.

Естественно-историческое районирование разработано под руководством академика С. Г. Струмилина [82]. Районирование построено по системе: геолого-геоморфологическая страна — зона — провинция — округ. Достоинством районирования является комплексный подход к выделению таксономических единиц, в связи с чем его схема принята за основу при дальнейшем совершенствовании природного районирования. Однако в этом районировании на первый план выдвинуты геолого-геоморфологические признаки, по которым выделены страны и ряд провинций.

Следующей фундаментальной работой в указанном цикле является почвенно-географическое и агроклиматическое районирование СССР, проведенное в СОПС АН СССР и Почвенном институте им. В. В. Докучаева [56]. Предложенная 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, авторы [56] детализируют указанную схему, разделяя умеренный (бореальный) пояс на подпояса — умеренно холодный и умеренный, а теплый (субтропический) — на умеренно теплый и теплый. Выделенные подпояса приняты затем за почвенно-биоклиматические пояса. Границы поясов характеризуются суммами активных температур воздуха за период со средней суточной температурой выше 10 °С (табл. 3). Как видно из данных табл. 3, на западе Евразии суммы температур больше, чем на востоке. Это можно объяснить особыми термическими условиями муссонного климата.

Таблица 3

Почвенно-биологические пояса северного полушария

Почвенно-биоклиматический пояс	Суммы активных температур (°С) по 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

Термические границы между климатическими поясами являются лишь ориентирами для установления границ почвенно-климатических поясов. Конкретные границы этих поясов проводятся по границам почвенных зон. В пределах поясов выделены 13 почвенно-биоклиматических областей с близкими условиями увлажнения и чертами континентальности, а также обусловленных ими особенностями почвообразования, выветривания и развития растительности.

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

Приведенная схема почвенно-географического районирования, на наш взгляд, наиболее совершенна в ряде известных схем отраслевого природного районирования. Она построена на основе биоклиматических показателей и по своей структуре соответствует схеме агроклиматического районирования. В ней лишь почвенно-географические провинции выделены по нечетким признакам и их границы следует считать условными.

Надо также отметить недостаточное объяснение авторами сдвига изолиний сумм температур почвенно-биоклиматических поясов на западе и востоке Евразии (от 600 °С на границе умеренно холодного подпояса до 1000 °С 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 сумм температур не более чем на 100—300 °С [66, 95]. Основная причина 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.

Следующей большой работой, в которой получил развитие агробиоэкологический подход к районированию, явилось «Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР» [58]. В работе выделены: 3 природно-сельскохозяйственных тепловых пояса, 14 зон, 42 провинции, 5 горных областей. Это районирование доведено до выделения в пределах провинций природно-сельскохозяйственных округов по особенностям рельефа, гидрологических условий, почвообразующих пород и почв. На основе общесоюзного построено внутриобластное природно-сельскохозяйственное районирование [59]. В основу почвенно-географического и природно-сельскохозяйственного районирований положен принцип согласования физико-географического и сельскохозяйственного подходов с выдвижением на первый план биоагроэкологических признаков. Такой принцип районирования вытекает из особенностей сельскохозяйственного производства.

Приведенный выше обзор различных видов общего климатического, комплексного природного и природно-сельскохозяйственного районирования показывает, что в них разработан ряд понятий и положений, имеющих существенное значение для построения и совершенствования системы агроклиматического районирования. К ним относятся:

1. Выработанное общей климатологией понятие климатических поясов как тепловых природных образований (арктический — умеренный — тропический пояса [3, 7, 11, 17, 30]).

2. Связь природных образований с общециркуляционными особенностями атмосферы, определяющими режим и сочетание элементов климата [3].

3. Установление ряда климатических признаков зон [7, 22, 31, 35].

4. Признание необходимым увязывать увлажнительный эффект осадков с факторами испарения [12, 18, 26, 30].

5. Необходимость учета в системе климатического районирования совокупного показателя особенностей климата — степени его континентальности; определение средних значений показателей климата и разработка методики унифицированной оценки этих значений на примере показателя температуры [31].

6. Разработка (в общих чертах) принципов климатического районирования, основанных на причинно-следственных связях компонентов физико-географической среды (при ведущей роли радиационного баланса), и фактора увлажнения, выражаемого соотношением тепла и влаги [22].

7. Создание на основе биоклиматических показателей системы почвенно-географического и природно-сельскохозяйственного районирования, которой предусматривается выделение таксономических единиц от наиболее высоких — поясов — до самых низких — районов [58, 59].

Вместе с тем в схемах общеклиматического районирования выявлены и существенные недоработки: 1) не устранена неоднородность признаков при выделении границ климатических поясов; 2) недостаточно дифференцированы климатические признаки, что в значительной мере снижает производственное значение этих схем; 3) схемы, за исключением классификации Будыко и Григорьева, не учитывают ресурсные показатели климата, особенно показатель теплообеспеченности в виде сумм тепла 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 сельскохозяйственного производства или отсутствует или недостаточна.

Указанные недостатки, как и отмеченные выше положительные результаты, учитывались нами при построении системы агроклиматического районирования как общего, так и по отдельным элементам климата.

1.2. Опыт агроклиматического районирования

В конце прошлого и начале текущего столетий 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 [22]. Эта прикладная климатология связывает науку о климате с сельскохозяйственным производством через систему агроклиматических (биоклиматических) показателей.

В сельскохозяйственной климатологии определилось несколько направлений агроклиматического районирования: 1) самостоятельная форма природного районирования (Г. Т. Селянинов, П. И. Колосков, С. А. Сапожникова и др.); 2) составная часть комплексного природного районирования (В. П. Попов, Л. Н. Бабушкин); 3) сочетание специального отраслевого агроклиматического с комплексным природным районированием (Д. И. Шашко).

Еще основоположники сельскохозяйственной метеорологии А. И. Воейков и П. И. Броунов свои общеклиматические исследо-

86-8403

вания связывали с запросами сельского хозяйства. Однако собственно агроклиматические исследования с применением специальных показателей (тепло-, влагообеспеченности растений, условий перезимовки) начали развиваться позднее.

Г. Т. Селянинов [67, 68] обосновал ряд агроклиматических показателей, выражающих степень благоприятности климата для возделывания определенных экологических типов сельскохозяйственных культур. В качестве этих показателей используются: для оценки теплообеспеченности — сумма активных температур, для оценки влагообеспеченности — гидротермический коэффициент[1] ГТК, для оценки условий перезимовки растений — средний из абсолютных минимумов температуры воздуха.

По показателю теплообеспеченности Селянинов [69] выделил следующие термические зоны.

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

II. Зона северных зерновых культур с большим распространением льна, картофеля и кормовых растений (сумма активных температур 1400—2200 °С).

III. Зона кукурузы, масличных растений и частично сахарной свеклы совместно с озимой пшеницей в западных районах и твердыми яровыми пшеницами в восточных (сумма активных температур 2200—3500 °С).

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

V. Зона собственно субтропическая. Сумма активных температур больше 4000 °С (или больше 3000 °С, но с зимним вегетационным периодом и с возможностью выращивания субтропических многолетних культур — инжира, лавра, чая). Границы зоны — изолиния средней из абсолютных минимумов температуры воздуха —10 °С.

По показателю влагообеспеченности выделены следующие зоны увлажнения:

I. Зона избыточного увлажнения, или зона дренажа; ГТК$>$1,3.

II. Зона обеспеченного увлажнения; ГТК$=$1,0 ... 1,3.

III. Зона засушливая; ГТК$=$07...1,0.

IV. Зона сухого земледелия; ГТК$=$0,5...0,7.

V. Зона сухая, или зона ирригации; ГТК$<$0,5.

Показатели тепло- и влагообеспеченности впервые были применены Селяниновым [69] для составления комплексной карты агроклиматического районирования СССР. Карта построена путем совмещения указанных выше термических зон и зон обеспеченности растений влагой. Таким способом были выделены следующие зоны специализации сельского хозяйства.

---

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

1. Пастбищная — северные районы и горы [1]; $\Sigma t < 1000$ °С.
2. Исключительно кормовая; $\Sigma t = 1000 \ldots 1400$ °С.
3. Льняно-картофельная со злаками; $\Sigma t = 1400 \ldots 2200$ °С.
4. Зерновая (рожь, овес, ячмень, пшеница); $\Sigma t = 1400 \ldots 2200$ °С.
5. Свеклосахарная; $\Sigma t > 2200$ °С.
6. Кукурузно-масличная; $\Sigma t > 2200$ °С.
7. Зона сухого земледелия; ГТК = 0,5...0,7.
8. Зона субтропических однолетников; $\Sigma t > 3500$ °С.
9. Хлопковая неполивная; $\Sigma t > 3500$ °С.
10. Южные пастбища полупустыни; ГТК < 0,5, $\Sigma t < 4000$ °С.
11. Субтропическая (многолетние субтропические культуры).
12. Рисовая на Дальнем Востоке; $\Sigma t > 2500$ °С.
13. Зона необеспеченности богары в Средней Азии; ГТК > 0,5 за апрель — июнь.

Позднее [70—72] 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.

1. Арктический — температура самого теплого месяца ниже 5 °С. Сельскохозяйственная деятельность представлена оленеводством и охотой.

2. Субарктический — на южной границе пояса $\Sigma t = 1000 \ldots 1200$ °С. Климатические условия позволяют возделывать в открытом грунте ранние корнеплоды, капусту, картофель с неполным клубнеобразованием, большое развитие имеет культура овощных растений в закрытом грунте.

3. Умеренный — на южной границе пояса $\Sigma t = 4000$ °С (в районах континентального климата) и $\Sigma t = 3000$ °С (в районах приморского климата с теплой зимой). Ведущее значение имеют однолетние яровые и в значительной мере озимые культуры. На территории пояса ясно выражены все четыре сезона года.

4. Субтропический — $\Sigma t > 4000$ °С; наибольшая длина дня 15 ч и наименьшая 9 ч. К субтропическому поясу относятся и горные местности с естественной растительностью, характерной для субтропиков (например, рододендрон и лавровишня). 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 континентального климата, а 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.

[1] Здесь Σt — сумма активных температур.

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. Кроме областей, по характеру увлажнения, выделены переходные зоны: неустойчивого увлажнения (лесостепь) и сухого земледелия (сухая степь).

Арктический и субарктический пояса на области не подразделены.

Агроклиматические области делятся на провинции, признаками которых являются: степень континентальности, продолжительность вегетационного периода (включая сев и уборку); отношение продолжительности периода с температурой больше 10 °С к безморозному, устойчивость и глубина снежного покрова, степень морозоопасности первой половины зимы, повторяемость засух. На территории СССР всего выделено 32 провинции.

Совокупность основных агроклиматических подразделений (поясов, областей, провинций) расчленяется по системе Селянинова на фитоклиматические зоны. Такие зоны на мелкомасштабных картах выделяются по суммам активных температур через 200 °С; на картах крупного масштаба автор предлагает интервал сумм температур уменьшить до 100 °С.

При районировании субтропиков Селянинов [72] выделяет фитоклиматические зоны по признаку морозостойкости субтропических культур, а именно: зону цитрусовых — средний из абсолютных минимумов температуры больше —6 °С; зону чая, лавра — средний из абсолютных минимумов —6 ... —8 °С; зону хурмы, инжира, граната, пробкового дуба, миндаля, каштана — средний из абсолютных минимумов —8 ... —10 °С 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 [71] 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 — при-

родной зоной. Несмотря на некоторые недостатки, для агроклиматических работ Селянинова характерно сочетание научных разработок с запросами практики путем предложенных им главных агроклиматических показателей, что представляет большой вклад в развитие агрометеорологии.

Существенный вклад в разработку методики агроклиматического районирования сделал П. И. Колосков [36—38]. Принятая им схема общего агроклиматического районирования в систематическом изложении приведена в работе [38]. Согласно этой схеме территория подразделяется на тепловые пояса, зоны увлажнения, области по суровости зимы и на округи по снежности зимы. На основе сочетания указанных подразделений Колосков выделяет агроклиматические регионы, которые в свою очередь подразделяются на провинции.

Тепловые пояса — наиболее крупные единицы районирования. В основу деления на пояса положены суммы средних суточных температур выше 0 °С (табл. 4). Они сопряжены с зональным распространением естественной растительности в условиях достаточного увлажнения.

Зоны увлажнения. Пояса делятся на зоны по условиям общей увлажненности и сопряженной с нею почвенной зональности (табл. 5). В качестве показателя увлажненности автор использует отношение годовой суммы осадков P (мм) к сумме средних месячных значений дефицита влажности $E - e$ (гПа).

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 отрицательных значений средних суточных температур (табл. 6).

Округа. По мощности снежного покрова в середине зимы территория областей делится на округа (табл. 7).

Агроклиматические регионы. Эти подразделения территории, по Колоскову, отличаются более или менее однородным климатическим потенциалом сельского хозяйства. Как правило, агроклиматический регион укладывается в один тепловой пояс и в одну 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 к его выбору критериев или меры количественных климатических изменений, отображающих качественные изменения природных явлений и явлений сельскохозяйственного производства. На основании сопряженного анализа изменений природных явлений и климатических показателей он эмпирическим путем приходит к выводу,

Таблица 4

Тепловые пояса

Пояс	Растительность	Сумма средних суточных температур выше 0 °С
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

Таблица 5

Зоны увлажнения

Зона по степени увлажненности	Растительность	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

Таблица 6

Характеристика областей по суровости зимы

Зима	$\Sigma t<0$ °С	Зима	$\Sigma t<0$ °С
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		

Таблица 7

Характеристика округов по снежности зимы

Зима	Высота снежного покрова, см
Бесснежная	<5
Очень малоснежная	5—10
Малоснежная	10—20
Умеренно снежная	20—40
Многоснежная	40—60
Очень многоснежная	>60

что качественные изменения природных явлений наступают тогда, когда количественная характеристика определяющего их климатического фактора возрастает вдвое. Руководствуясь этим, Колосков устанавливает границы тепловых 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. Например, закономерное отклонение границ природных зон от границ зон увлажнения происходит по мере усиления континентальности климата (см. п. 3.1).

Принятый Колосковым показатель теплообеспеченности в виде сумм средних суточных температур выше 0 °С не имеет преимуществ перед более распространенным показателем в виде сумм активных температур $\Sigma t_{ак}$, количественно отображающим физиологически наиболее деятельную часть тепла солнечной радиации — радиационный баланс. При использовании сумм температур выше 0 °С трудно установить по ним климатические границы возможного произрастания сельскохозяйственных культур.

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

Большой вклад в развитие агрометеорологии и агроклиматологии внес Р. Э. Давид [23, 24]. Это особенно относится к агроклиматическому анализу условий возделывания сельскохозяйственных культур, обоснованию агротехнических приемов в связи с особенностями климата, региональному районированию.

На основе сопряженного анализа агроклиматических условий по фазам развития и продуктивности культур автором на терри-

тории СССР выделены центры размещения сельскохозяйственных культур, а также новые перспективные районы их возделывания. Например, по яровой пшенице выделяются следующие центры: степная полоса ЕЧС, Украинский, Поволжский, Западно-Сибирский центры, Предбайкалье и Забайкалье. Главнейшие центры озимой пшеницы — Северный Кавказ, Украина. Выделяются также центры возделывания кукурузы и подсолнечника. В связи с особенностями климата обосновываются границы распашки полей, границы чистых и занятых паров, проведения снегозадержания на полях в целях влагонакопления и утепления озимых.

Региональное агроклиматическое районирование, выполненное Давидом, относится к территории Юго-Востока. Выделяются восемь климатических провинций, например: 1) умеренная температура всего вегетационного периода, значительные снегопады, длительные периоды снеготаяния, значительные летние и осенние осадки, сравнительно редкие, преимущественно весенние засухи. Эта провинция охватывает азональную лесостепную область рыхлых почвенных разновидностей; 2) теплая весна, умеренная температура июня, значительные летние (особенно июльские) осадки; засуха бывает сравнительно редко (весной и осенью). Относится к области распространения мощных и обыкновенных черноземов.

На основании исследований, проведенных Давидом, можно считать, что центры возделывания сельскохозяйственных культур и климатические провинции, выделенные автором, соответствуют по комплексу природно-производственных условий рассмотренным выше природно-сельскохозяйственным провинциям и округам. Эти подразделения в то же время рассматриваются и как агроклиматические. Таким образом, прослеживается объективный подход к построению системы агроклиматического районирования начиная от наиболее ранних работ советских агрометеорологов, к которым относятся и работы Давида. Метод сопряженного анализа агроклиматических условий по фазам развития растений и их продуктивности, широко использованный Давидом в своих исследованиях, можно рассматривать как классический метод агроклиматического анализа.

Для исследований Давида характерна их практическая направленность. Анализ агроклиматических условий связывается с разработками определенных рекомендаций для сельскохозяйственного производства. Это относится к обоснованию размещения сельскохозяйственных культур; приемам агротехники; развитию идеи мобильных приемов ведения сельского хозяйства, по которой агротехника должна быть дифференцирована не только по природным подразделениям территории, но и по годам в зависимости от условий погоды; успешному применению выведенной им формулы испаряемости для определения поливных и оросительных норм, количества сухих и влажных дней за периоды вегетации и для других расчетов.

С. А. Сапожниковой [66] предложена схема агроклиматиче-

ского районирования, которой предусматривается выделение термических поясов и подпоясов по суммам активных температур, зон увлажнения по гидротермическому коэффициенту и областей с различными условиями перезимовки по средним 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 увлажнения. Поясные границы по суммам температур сдвигаются в восточных районах на 100—200 °С. Здесь они проводятся по меньшим суммам температур на указанное число градусов. Необходимость сдвига границ обосновывается особым термическим режимом восточных районов, что выражается меньшей амплитудой колебаний сумм температур. Указанный сдвиг границ объясняется также и большей амплитудой суточного хода температуры воздуха и увеличением сумм дневных температур по сравнению с западными районами при одинаковых значениях средней суточной температуры. Это обусловливает бóльшую обеспеченность теплом фотосинтеза растений и выражается в меньшей потребности растений в суммах средних суточных температур и, как показано в работе [96], связано с большей континентальностью климата восточных районов.

При установлении границ зон увлажнения Сапожникова пришла к выводу о необходимости использовать дифференцированную шкалу гидротермического коэффициента. В восточных районах страны с муссонным типом климата природным зонам присваиваются несколько бóльшие значения гидротермического коэффициента.

К умеренному поясу Сапожникова отнесла большую территорию среднеазиатских республик с суммами температур 4000—5400 °С и более. Основанием к этому послужило то, что на этой территории средний из абсолютных минимумов температуры, лимитирующий возделывание субтропических многолетних культур, ниже —10 °С. 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 суммарный поток солнечной радиации, обусловливающий процессы 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 территорию с суммами температур более 4000 °С справедливо можно отнести к субтропическому поясу.

Сапожникова предлагает шкалу суровости зимы по средней температуре из абсолютных минимумов и предусматривает выделение трех областей по условиям перезимовки: с мягкой, суровой и очень суровой зимой. Однако трехступенчатая шкала недостаточна для отображения условий перезимовки растений в преде-

лах СССР. Отметим также, что средний из абсолютных минимумов температуры недостаточно полно отражает условия перезимовки определенных экологических типов культур. Поэтому возникает необходимость, как и в отношении гидротермического коэффициента, пользоваться дифференцированной шкалой среднего из абсолютных минимумов температуры. Это и было сделано при составлении карты «Агроклиматические ресурсы СССР», помещенной в «Атласе сельского хозяйства СССР» [102]. При составлении указанной карты были обобщены исследования по агроклиматическому районированию СССР. Карта содержит характеристику территории по теплообеспеченности, влагообеспеченности и условиям перезимовки растений.

В. П. Попов [55] в своих исследованиях исходит из положения, согласно 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 естественно-историческому 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 °С, а также наличие заморозков и морозов. Так, в пределах Украинской ССР по термическим признакам выделяются следующие 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. Далее пояса разделяются на полосы с интервалом вегетационного периода, равным 20 дням. Эти полосы характеризуются определенным набором культур.

Агроклиматические зоны — лесная, лесостепная, степная — выделяются Поповым по показателю годового увлажнения, представленному в виде отношения осадков к испаряемости. 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 °С.

Агроклиматические районы выделяются по сочетанию поясных, зональных и секторных признаков. Границы районов проводятся с учетом почвенного и растительного покрова. Эти границы, по Попову, являются и границами естественно-исторического райони-

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

По мнению Л. Н. Бабушкина [6], агроклиматическое районирование также должно строиться на основе общего климатического и общего физико-географического районирования, уточнять его и приспосабливаться к нуждам сельского хозяйства. В систему этого общего районирования должно входить и районирование по культурам и сортам с учетом природных и экономических условий.

В соответствии с указанным в работе [6] Бабушкин прежде всего вскрывает общие черты климата хлопковой зоны Средней Азии. По признакам сезонной смены воздушных масс (тропический воздух — летом, воздух умеренных широт — зимой) и радиационных условий климат рассматриваемой территории 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, согласно 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: показатель сухости осени по средней относительной влажности воздуха в дневные часы, термический режим весеннего посевного периода, характер выпадения осадков весной и степень суховейности летом.

Одна из важных особенностей схемы районирования Бабушкина состоит в том, что в ней агроклиматическое районирование тесно увязано с общеклиматическим и физико-географическим. Другой особенностью данной схемы является выделение среднего звена агроклиматического районирования (мезорайонирования) — округов и районов.

Бабушкин считает, что территорию Средней Азии следует относить к теплому климату, или субтропическому поясу. Учитывая разные мнения по этому вопросу, он, кроме известных признаков (сезонной смены воздушных масс, теплообеспеченности растений), использует дополнительно показатель степени «субтропичности» в виде повторяемости минимальной температуры воздуха, обеспечивающей зимнюю вегетацию растений. Оказалось, что показатель субтропичности в разных районах 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 Селянинов [69], согласно Бабушкину, должна использоваться лишь для уточнения наиболее теплых районов субтропического пояса.

Для производственной оценки агроклиматических условий принципиальное значение имеют исследования З. А. Мищенко по обоснованию системы новых, дополнительных агроклиматических показателей, связанных с основными традиционными [48]. К ним относятся: дневные и ночные температуры воздуха, разность между ними, дневные температуры деятельной поверхности, радиационный нагрев деятельной поверхности, суммы дневных и ночных температур, разность между ними, амплитуда температуры воздуха и др. Учет системы дополнительных показателей важен для оценки конкретных агроэкологических условий развития и роста растений.

Для агроклиматического анализа большое значение имеет также сочетание классического агроклиматического метода с методом комплексной климатологии [92, 96]. В частности, этими показателями объясняется связь продуктивности растений не только с потребными суммами температур для завершения вегетационного периода, но и с суммами климатических температур всего возможного периода вегетации.

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. Развито понятие агроклиматических показателей, которые раскрывают связь элементов климата и их комплексов с сельскохозяйственным производством.

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 условий развития и роста растений, нечетко определены 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, недостаточно разработана методика производственной оценки климата, так же как методика сравнительной оценки сельскохозяйственных культур.

Приведенный выше обзор позволяет также установить, что схемами общеклиматического и особенно агроклиматического районирований учитывается сопряженность выделенных подразделений с соответствующими природными комплексами — тепловыми поясами, зонами, провинциями и др. В одних схемах такое сопряжение выражено в большей мере, в других — в меньшей.

При разработках отраслевых видов районирований, в частности агроклиматического, практически важно наиболее полное согласование этих районирований с природно-сельскохозяйственным, выражающим в единой системе природные комплексы от высших до самых низших таксономических единиц. Можно считать, что таким районированием является комплексное природно-сельскохозяйственное районирование, разработанное по плану научно-исследовательских работ Государственного НИИ земельных ресурсов Министерства сельского хозяйства СССР [58, 59]. Относительно этого основного вида комплексного районирования, построенного по системе соподчиненных таксономических единиц, отраслевые районирования, построенные по своим самостоятельным системам, можно рассматривать как подсистемы. Подразделения комплексного районирования описываются соответствующими агроклиматическими показателями. Учитывая это, имеются все основания сблизить агроклиматические и природно-сельскохозяйственные подразделения и принять для обоих видов районирований единую систему таксономических единиц. При агроклиматическом районировании важно согласование с природными образованиями также шкал классификации элементов климата, используемых как для выделения подразделений территории, так и для их производственной характеристики. Эти шкалы должны отображать естественную классификацию элементов климата и их комплексов. Такие шкалы, построенные с учетом этого требования, рассмотрены в главе 2.

Как отмечалось выше, кроме общесоюзного, большое развитие получили другие виды агроклиматического районирования. Региональному агроклиматическому районированию посвящены следующие фундаментальные работы: [36] — Амурская область; [72] — районы субтропиков; [37] — Казахстан; [55] — Украинская ССР; [96] — Якутская ССР; [6] — Средняя Азия; [8] — Юго-Восток ЕЧС и др. К региональному районированию относятся также схемы в областных агроклиматических справочниках, построенные по сочетанию изолиний сумм температур и гидротермического коэффициента.

К частным районированиям по элементам агроклиматического комплекса, имеющим особенно важное значение для возделывания сельскохозяйственных культур, относятся работы [14, 20, 34, 64, 65, 105]. К частным районированиям по культурам можно отнести следующие работы: по винограду [25]; по кукурузе [90]; по озимой пшенице [116]; по перезимовке озимых [50] и др. Особенностью общих и частных районирований является более детальный учет макро-, мезо- и микроклимата соответственно с биологическими особенностями сельскохозяйственных культур.

Следует отметить, что зачастую при региональных и отраслевых районированиях не всегда соблюдается увязка обоснованных агроклиматических показателей и проведенных по ним границ с объективными природными комплексами, учитываемыми общим общесоюзным районированием. Для устранения этого недостатка

рекомендуется региональные и отраслевые районирования осуществлять на основе общесоюзного районирования, согласованного, в свою очередь, с базовым комплексным природно-сельскохозяйственным районированием. Это положение осуществлено автором при построении региональных внутриобластных агроклиматических районирований (см. п. 3.3).

Глава 2

Элементы агроклиматического районирования

Рассмотрим вопросы, получившие развитие в наших исследованиях, имеющих значение для разработки более усовершенствованной системы агроклиматического районирования и производственной оценки климата. К таким вопросам относится районирование СССР по элементам климата.

2.1. Теплообеспеченность растений

Теплообеспеченность определяет потенциальные природные ресурсы сельского хозяйства, обусловливающие набор сельскохозяйственных культур по их требованиям к теплу, а также формирование их продуктивности. В агрономической литературе предложены разные показатели теплообеспеченности растений: сумма активных температур [67], сумма эффективных температур [111], сумма температурных показателей или индексов скорости развития растений [5], сумма степенных значений температуры [37].

Анализ и сравнительная оценка предложенных температурных показателей [97] показали, что для агроклиматической характеристики территории по теплообеспеченности наиболее приемлемы суммы активных температур при исключении из подсчета числа дней с низкой и высокой температурой, задерживающих развитие растений, и при введении необходимых поправок.

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 вегетации культур, т. е. за период с температурами, не лимитирующими развитие растений.

Сумма биологических температур выражает потребность растений в тепле и представляет собой сумму средних суточных температур за период вегетации растений данного вида и сорта.

Сумма биоклиматических температур выражает количество тепла, обеспечивающее ежегодное (или достаточно частое) созре-

вание растений или наступление хозяйственно ценных фаз развития. Численно сумма биоклиматических температур равна сумме биологических температур при климатической обеспеченности этой суммы в 80—90 % лет, что в условиях основных сельскохозяйственных районов СССР соответствует увеличению суммы биологических температур на 200—250 °С.

Изолинии сумм климатических температур, соответствующих суммам биоклиматических температур, указывают на климатические границы возможного возделывания той или иной культуры. Суммы климатических и биологических температур целесообразно определять за период со средней суточной температурой воздуха выше 10 °С. При этом для установления климатических границ возделывания разных культур можно пользоваться одной картой распределения сумм климатических температур.

Суммы биоклиматических температур выше 10 °С определяются по формуле

$$\Sigma t_{\text{бк},\ >10^\circ\text{C}} = \Sigma t_{\text{б}} + P_{\text{к}} + П_{\text{ш}} + П_{\text{м}} + П_{\text{к}} + 200\,(250,\ 300),$$

где $\Sigma t_{\text{бк},\ >10^\circ\text{C}}$ — сумма биоклиматических температур выше 10 °С; $\Sigma t_{\text{б}}$ — сумма биологических температур; $P_{\text{к}}$ — разность сумм климатических температур за период со средней суточной температурой выше 10 °С и предельных температур, с которых начинается развитие растений, °С; $П_{\text{ш}}$ — поправка на широту местности; $П_{\text{м}}$ — поправка на микроклиматические особенности местоположения; $П_{\text{к}}$ — поправка на континентальность; 200 (250, 300) — отклонения сумм климатических температур, соответствующие обеспеченности 90 %, °С.

Таблица 8

Значения разности сумм климатических температур $P_{\text{к}}$ для разных предельных температур развития растений

Культура	Предельная температура, °С		$P_{\text{к}}$ °С
	всходов	созревания	
Пшеница, рожь, овес, ячмень, горох, чечевица, лен	5	10	—150
	10	10	0
Кукуруза, просо	8	10	—50
Подсолнечник, картофель	10	5	—150
Капуста (высадка в грунт)	12	10	+100
Томаты (высадка в грунт), огурцы	5	8	—200
Лук, морковь	8	8	—150
Свекла	13	15	+500
Хлопчатник			

Поправка на широту местности $П_{\text{ш}}$ составляет, по эмпирическим данным, примерно 0—15 °С на 1° широты.

Поправка $П_м$ на микроклиматические особенности местности определяется преимущественно степенью морозоопасности. По наблюдениям, проведенным 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 °С. В теплых местоположениях, наоборот, сумма биологических температур может быть на 200 °С ниже. Поправку на микроклиматические особенности местности можно в среднем принять равной ±100...200 °С для северных широт (55—65°) и ±200...300 °С для средних широт (45—55°), а для горных районов южных широт ±300...400 °С (знак плюс — для относительно холодных и минус — для теплых местоположений).

Для районов континентального и резко континентального климата, к которым относятся восточная часть СССР, Казахстан и Средняя Азия, обязательна поправка на континентальность. Эта поправка имеет отрицательный знак, т. е. при ее введении сумма биоклиматических температур уменьшается. Она изменяется от 100 до 200 °С и более в зависимости от продолжительности вегетационного периода.

Для некоторых видов и сортов сельскохозяйственных культур были определены суммы биоклиматических температур выше 10 °С. При определении этих сумм учитывались средняя разность сумм климатических температур $P_к$, поправка на широту $П_ш$ и отклонение сумм температур 250 °С.

Пример расчета сумм биоклиматических температур приведен в табл. 9.

Таблица 9

Пример расчета сумм биоклиматических температур (°С) для широты 55° с.

Культура и сорт	Предельная температура, °С		Сумма климатических температур, °С	$P_к$	$П_ш$	Отклонение по кривой обеспеченности	$\Sigma t_{бк}$, > 10 °С
	всходов	созревания					
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

В соответствии с данными Госсортосети [97] сельскохозяйственные культуры относятся к различным группам скороспелости (табл. 10 и 11). Сорта по скороспелости делятся на три или пять групп. По признаку общей скороспелости культуры умеренного пояса сведены в семь групп[1]: Ро — очень ранние

[1] В скобках приведены суммы биоклиматических температур.

Потребность сельскохозяйственных культур в тепле

Группа скороспелости		Период вегетации	Широта, ...	Сумма температур, °С		Реакция на длину дня, °С
сортовая	общая			биологических	биоклиматических	
Яровая пшеница						
Наиболее скороспелые — северные скороспелки	Р	Посев — восковая спелость	55	1300	1350	—10
Скороспелые	Р	То же	55	1400	1350	—10
Среднеспелые	Р	»	55	1500	1550	—15
Среднепоздние	Ср	»	55	1600	1650	—15
Позднеспелые	Ср	»	55	1700	1750	—15
Овес						
Скороспелые	Р	Посев — восковая спелость	55	1300	1350	—15
Среднеспелые	Р	То же	55	1400	1450	—15
Позднеспелые	Р	»	55	1500	1550	—15
Ячмень						
Скороспелые	Р	Посев — восковая спелость	55	1200	1250	—10
Среднеспелые	Р	То же	55	1300	1350	—10
Позднеспелые	Р	»	55	1400	1450	—10
Просо						
Наиболее скороспелые	Ср	Посев — восковая спелость	55	1000	1600	15
Скороспелые	Ср	То же	55	1400	1700	15
Среднеспелые	Ср	»	55	1500	1800	15
Среднепозднеспелые	Ср	»	55	1600	1900	15
Позднеспелые	Ср	»	55	1700	2000	15
Озимая рожь						
	Р	Посев — восковая спелость	55	1350	1400	0
Озимая пшеница						
	Р	Посев — восковая спелость	50	1450	1500	0
Лен масличный						
Скороспелые	Р	Посев — восковая спелость	50	1400	1600	
Среднеспелые	Ср	То же	50	1500	1700	
Подсолнечник						
Наиболее скороспелые	Ср	Посев — цветение	50	950	1150	
		Посев — созревание	50	1600	1900	
Скороспелые	Ср	Посев — цветение	55	1150	1350	
		Посев — созревание	55	1850	2050	

Группа скороспелости		Период вегетации	Широта, °	Сумма температур, °С	
сортовая	общая			биологических	биоклиматических
Среднеспелые	Ср	Посев — цветение	55	1250	1450
		Посев — созревание	55	2000	2200
Среднепоздние	С	Посев — цветение	55	1350	1550
		Посев — созревание	55	2150	2350
Позднеспелые	С	Посев — цветение	55	1500	1750
		Посев — созревание	55	2300	2500
		Кукуруза			
Наиболее скороспелые	С	Посев — выметывание	55	1100	1350
		Посев — молочная спелость	55	1700	1950
		Посев — созревание	55	2100	2350
Скороспелые	С	Посев — выметывание	55	1200	1450
		Посев — молочная спелость	55	1800	2050
		Посев — созревание	55	2200	2450
Среднеранние	С	Посев — выметывание	55	1300	1550
		Посев — молочная спелость	55	2000	2250
		Посев — созревание	55	2400	2650
Средние	С	Посев — выметывание	55	1400	1650
		Посев — молочная спелость	55	2100	2350
		Посев — созревание	55	2500	2750
Среднепоздние	С	Посев — выметывание	55	1500	1750
		Посев — молочная спелость	55	2200	2450
		Посев — созревание	55	2700	2950
Поздние	Сп	Посев — выметывание	55	1600	1850
		Посев — молочная спелость	55	2300	2550
		Посев — созревание	55	2900	3150

Культура	Группа скороспелости	Период вегетации	Широта,	Сумма температур, °С	
				биологических	биоклиматологических
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	1480—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-Сп	»	50	1400—1800	1500—1800
Чечевица	Р-Ср	»	55	1400—1500	1500—1600
Чина	Ср	»	55	1600—1700	1700—1800
Нут	Ср	»	55	1400—1600	1550—1760
Лен на волокно	Ро-Р	—	60	950—1300	1150—1500
Конопля на волокно	Р-Ср	—	55	1300—1800	1500—2060

Культура	Группа скороспелости	Период вегетации	Широта, ...°	Сумма температур, °С	
				биологических	биоклиматических
Хлопчатник	П-По	—	40	2800—4000	3650—4750
Сахарная свекла	С	—	50	2000—2300	2100—2400
Картофель	Р-Ср	—	50	1200—1800	1400—2000

Примечания. 1. Суммы биологических температур для зерновых культур, льна, подсолнечника и соответствующая классификация этих культур определены автором по данным Госсортсети и по [78, 81]. 2. Реакция на длину дня — поправка к суммам температур на 1° широты.

Таблица 11

Оценка теплового состояния периода вегетации

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

(<1200 °С), Р — ранние (1200—1600 °С), Ср — среднеранние (1600—2200 °С), С — средние (2200—2800 °С), Сп — среднепоздние (2800—3400 °С) и П — поздние (3400—4000 °С), По — очень поздние культуры или культуры теплого пояса (>4000 °С).

Вероятность созревания или наступления той или иной фазы развития в данном месте можно определить по разности сумм биоклиматических и климатических температур и по кривой обеспеченности (рис. 1). Например, требуется определить вероятность созревания кукурузы; сорт средней спелости, сумма биоклиматических температур выше 10 °С равна 2450 °С; сумма климатических температур выше 10 °С составляет 2400 °С; отклонение суммы биоклиматических температур от климатических 50 °С. Этому отклонению по кривым обеспеченности (рис. 1) соответствует вероятность созревания данного сорта, равная 40 %, т. е. 4 года из 10.

Для оценки температурных условий развития и роста растений разработаны шкалы оценки теплового состояния и теплообеспеченности растений в разные периоды вегетации (табл. 11, 12).

Таблица 12

Шкала классификации климата по теплообеспеченности растений

Подпояс	Температурная полоса	$\Sigma t_{>10\,^{\circ}C}$ °C (температура наиболее теплого пояса)	Экологические типы возделываемых культур
	Холодный пояс 1200 °C (1000 °C)		
Очень холодный, <400 °C	Культур закрытого грунта, Хо[1]	0—400	Овощные культуры под стеклом
	Культур закрытого, полузакрытого грунта и скороспелой овощной зелени в грунте, Хо[2]	(8,5—11,0)*	Овощные культуры под стеклом и скороспелая овощная зелень в грунте
Холодный, 400—1200 °C (1000 °C)	Ранних овощных культур с коротким вегетационным периодом и пониженными требованиями к теплу, Х[1]	400—800 (10,5—13,5)*	Редис, салат, шпинат, лук на перо, картофель яровизированный с неполным созреванием
	То же, но с большими возможностями их возделывания, Х[2]	800—1200** (800—1000) (13,0—16,0)	Те же культуры, но с большими возможностями их возделывания и факультативно в более теплых местах — ранние зерновые
	Умеренный пояс 1200(1000)—4000 °C		
Умеренно холодный 1200(1000) — 2200 °C (2000 °C)	Ранних культур умеренного пояса, Ух[1]	1200—1600 (1000—1400)** (15,0—18,5)*	Серые хлеба, озимая пшеница и зернобобовые ранних сортов
	Среднеранних культур умеренного пояса, Ух[2]	1600—2200 (1400—2000)**	Средние и поздние сорта пшеницы, зернобобовых, сахарная свекла на корм и на сахар (в южной части полосы), картофель, лен
Умеренный, 2000(2000)—4000 °C	Культур средней спелости умеренного пояса, Ух[1]	2200—2800 (2000—2600)** (18,5—22,5)	Кукуруза на зерно, подсолнечник на семена, соя, рис, бахчевые
	Среднепоздних культур умеренного пояса, У[2]	2800—3400 (20,5—25,0)	То же, более поздние сорта
	Поздних культур умеренного пояса, У[2]	3400—4000 (23,0—27,0)*	Поздние сорта кукурузы, рис

Подпояс	Температурный пояс	$\Sigma t_{>10\,^{\circ}C}$ °С (температура наиболее теплого пояса)	Экологические типы возделываемых культур
	Теплый пояс, 4000—8000 °С		
Умеренно теплый *** 4000 °С	Однолетних теплолюбивых культур с длинным вегетационным периодом (северная полоса), Ту[1]	4000—5200 (25,0—30,0)*	Хлопчатник (средние сорта), два урожая за год культур умеренного пояса
	То же, но с более поздним созреванием (центральная полоса), Ту[2]	5200 (30)	Хлопчатник (поздние сорта), два-три урожая за год
Теплый ***, >4000 °С	Субтропических культур и культур умеренного пояса в холодное полугодие (северная полоса), Т[1]	4000—5200 (25,0—30,0)*	Субтропические культуры и повторные посевы однолетних культур
	То же, но с большими возможностями повторных посевов (центральная полоса), Т[2]	5200—6400	То же
	То же, но с еще большими возможностями повторных посевов (южная полоса), Т[3]	6600—8000	»
	Жаркий пояс, >8000 °С		
	Тропических культур, Ж	>8000	Тропические культуры

* Значения температуры наиболее теплого месяца, соответствующие приведенным суммам температур.

** Суммы температур для Якутии и Дальнего Востока.

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

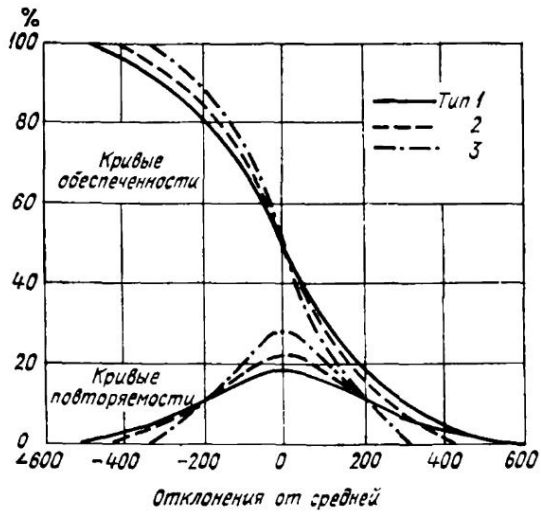


Рис. 1. Кривые обеспеченности и повторяемости сумм температур за период с температурой выше 10 °С.

Тепловой режим атмосферы характеризуется годовым радиационным балансом, средней годовой и средней месячной температурой воздуха. Радиационный баланс представляет деятельную часть солнечной радиации. Его величина приблизительно пропорциональна сумме температур. Поэтому в качестве показателя теплообеспеченности растений и потенциальной биологической продуктивности климата вместо радиационного баланса используется сумма температур за период вегетации.

В табл. 11 выделены типы и подтипы периодов вегетации в зависимости от температуры наиболее теплого месяца. Для подтипов выбрана градация температуры 2,5 °С. Такая градация удобна для увязки теплового состояния атмосферы на большей части территории СССР с зонами обеспеченности растений теплом, выделенными по суммам температур выше 10 °С по интервалам 400 и 600 °С. В северных и средних широтах эти интервалы примерно соответствуют принятой температурной ступени 2,5 °С и только в южных районах соответствующий интервал сумм значительно больше.

В табл. 12 выделены агроклиматические пояса, подпояса и температурные полосы (рис. 2).

Для сельскохозяйственного производства целесообразно выделение широтных и вертикальных температурных поясов по показателю теплообеспеченности в виде сумм активных температур. По сочетанию сумм активных температур с распределением природных зон и распространением определенных 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 активных температур менее 1200 °С (1000 °С). Условия теплообеспеченности позволяют возделывать здесь малотребовательные к теплу овощные культуры. Пояс подразделяется на подпояса: очень холодный, или культур закрытого, полузакрытого грунтов и скороспелой овощной зелени в грунте, суммы активных температур меньше 400—600 °С, и холодный, или мало-

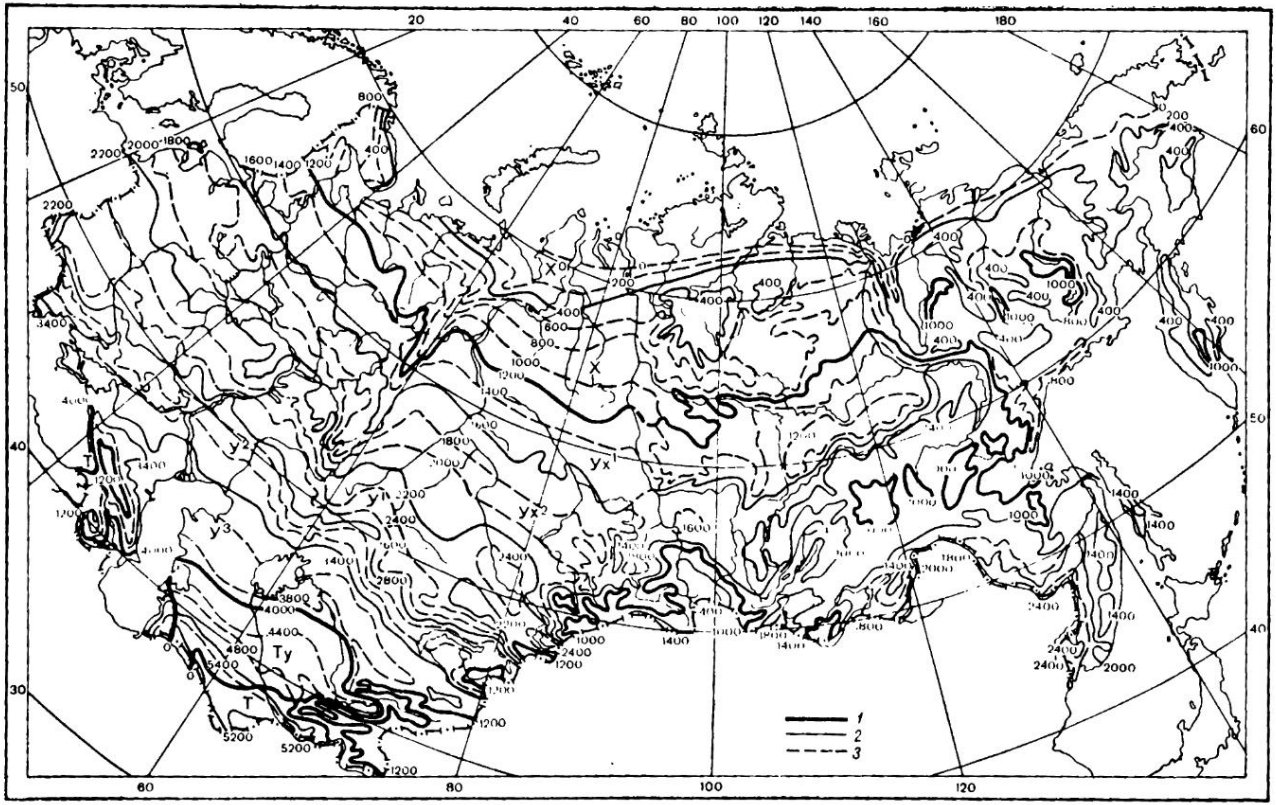


Рис. 2. Картограмма обеспеченности растений теплом (подробную легенду см. в табл. 12).
1 — пояса, *2* — подпояса и полосы, *3* — изолинии сумм температур.

требовательных к теплу ранних овощных культур, суммы активных температур 400—1200 °С (1000 °С).

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

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

К теплому поясу отнесена территория в пределах изолиний сумм активных температур 4000—8000 °С. 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 °С и выше развитие этих культур тормозится, вследствие чего накапливается значительно бóльшая сумма температур, чем в умеренном поясе. Указанные, обычно дневные, температуры соответствуют средней суточной температуре 26 °С и выше [31].

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

Принятая нами дифференциация территории по ресурсам тепла в общих чертах подтверждает положение Колоскова [38] 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: очень холодный подпояс, $\Sigma t_{ак} < 500$ °С; холодный подпояс, $\Sigma t_{ак} < 1000$ °С; умеренно холодный подпояс, $\Sigma t_{ак} = 2000$ °С; умеренный пояс, $\Sigma t_{ак} = 4000$ °С; теплый пояс, $\Sigma t_{ак} = 8000$ °С; жаркий пояс, $\Sigma t_{ак} > 8000$ °С.

Небольшие отклонения (100—200 °С) сумм температур для некоторых подпоясов от приведенных не искажают закономерности изменения поясности в связи с нарастанием сумм температур, так как среднюю температуру, из которой сложены суммы,

нельзя строго считать равнозначно действующим фактором развития растений и других природных процессов.

Изменение по указанному правилу сумм температур, принятых для выделения поясов и подпоясов, является существенным дополнительным доказательством объективности разработанной шкалы классификации климата по теплообеспеченности и ее соответствия естественной поясности. Такие показатели поясности, как смена воздушных масс, тип почвы, тип естественной и культурной растительности и др., должны увязываться с основным показателем — суммами температур.

Учитывая широтное простирание агроклиматических поясов, было бы неправильно не включать в них горные территории. В горных районах границы широтных поясов следует проводить согласно характерным для равнинных территорий суммам температур. Физико-географические пояса в низменностях примерно совпадают с тепловыми поясами и подпоясами. Поэтому для указанного приведения могут быть использованы соответствующие показатели сумм температур.

В сельскохозяйственном отношении важной характеристикой особенностей климата является, кроме сумм температур, продолжительность периода вегетации со средней суточной температурой выше 10 °С (табл. 13).

Таблица 13

Шкала продолжительности основного периода вегетации

Период вегетации	Продолжительность, дни
Очень короткий	<90
Короткий	90—120
Средней продолжительности	121—150
Длинный	151—180
Очень длинный	>180
С непрерывной вегетацией (температура наиболее холодного месяца выше 0 °С)	~ 365

Территория, где продолжительность периода со средней суточной температурой выше 10 °С составляет менее 90 дней, соответствует холодному поясу, или поясу культур закрытого и полузакрытого грунтов. Территория, характеризующаяся продолжительностью периода 90—120 дней, соответствует подпоясу ранних культур умеренного пояса, где ведущие культуры — серые хлеба. В районах, где продолжительность периода составляет 120—150 дней, значительно увеличивается удельный вес пшеницы. В полосе с продолжительностью периода 150—180 дней создаются благоприятные 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 пе-

риода более 180 дней создаются благоприятные условия для позднеспелых сортов кукурузы, риса и других требовательных к теплу культур.

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

2.2. Влагообеспеченность растений

В условиях неполивного земледелия продуктивность растений при наличии других факторов роста определяется влагой. Поэтому наряду с оценкой теплообеспеченности необходима оценка влагообеспеченности той или иной местности. Для этого важны надежные агроклиматические показатели. До наших исследований недостаточно выясненной оставалась и степень пригодности предложенных различными авторами показателей увлажнения — ГТК [69], радиационного индекса сухости [12], показателя увлажнения, представленного в виде отношения осадков к дефициту влажности воздуха [37] и в виде отношения осадков к расчетным величинам испаряемости по основным факторам испарения [30, 42, 55], и др. Сравнительная оценка показателей атмосферного увлажнения показала [96], что наиболее надежный показатель — отношение осадков к дефициту влажности воздуха или к испаряемости (возможному испарению), определяемой по эмпирической формуле

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

где f — условная испаряемость, мм; $\Sigma(E - e)$ — сумма средних суточных значений дефицита влажности воздуха, гПа.

Вывод о преимуществе показателя атмосферного увлажнения, выраженного отношением осадков к дефициту влажности воздуха, подтверждаются также исследования В. А. Смирновой [78]. Оценка точности различных форм показателя увлажнения проведена ею по среднему квадратическому отклонению расчетного урожая от фактического. Средние квадратические отклонения, выраженные в процентах, составили: 100% при определении расчетного урожая по отношению осадков P к дефициту влажности воздуха; 130% — по отношению осадков к сумме температур (по гидротермическому коэффициенту); 164% — только по осадкам. Наименьшее среднее квадратическое отклонение при использовании отношения осадков к дефициту влажности воздуха и является критерием бо́льшей точности этого показателя. Преимущество показателя увлажнения $P/\Sigma(E - e)$ объясняется тем, что количество транспирации, а следовательно, и урожайность связаны

с дефицитом влажности воздуха лучше, чем с другими метеорологическими факторами. 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.

В наших исследованиях [96, 97] показана биологическая значимость показателя атмосферного увлажнения. При разработке агроклиматических показателей условий роста мы исходили из положения, согласно которому транспирация и испарение являются 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. Поэтому для оценки условий роста необходима увязка урожая с суммарным испарением и транспирацией. В связи с этим были проведены специальные исследования. Данные исследования показали, что количество транспирации и суммарное испарение можно выразить следующими эмпирическими формулами:

$$T = M(E - e)\,m, \quad f_c = M_c(E - e),$$

где T — транспирация; f_c — суммарное испарение; M — коэффициент транспирации (количество транспирации, отнесенное к единице растительной массы и единице дефицита влажности воздуха); M_c — коэффициент 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 найдем, что

$$m = \frac{T}{M(E-e)}, \qquad M_c = \frac{f_c}{E-e}.$$

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 меньше напряжение метеорологических факторов, влияющих на испарение, характеризуемых, в основном, дефицитом влажности воздуха $E - e$.

Приведенные выше формулы, связывающие урожай с испарением, транспирацией и метеофакторами, аналогичны формуле показателя атмосферного увлажнения, представленного в виде $M_d = P/\Sigma(E - e)$, если осадкам P придать значение потенциальной транспирации T или суммарного испарения f_c. Эта ана-

логия и служит основанием для оценки климатических условий роста по показателю атмосферного увлажнения[1].

Для вычисления эмпирических значений коэффициента M_c суммарное испарение f_c определялось по условию

$$f_c = W + P - W_1,$$

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 суммарного испарения M_c связаны с урожайностью растительной массы, накопление которой в свою очередь зависит от плодородия почвы и агротехники.

Таким образом, коэффициент суммарного испарения M_c сочетает в себе такие основные факторы роста, как влажность почвы, влажность воздуха, осадки, температуру, а также учитывает влияние плодородия почвы и агротехники. Все это позволяет рассматривать коэффициент суммарного испарения M_c, а по аналогии и показатель атмосферного увлажнения M_d как показатель не только комплекса климатических, но и в известной мере и комплекса физико-географических условий роста [94, 96]. Такое толкование показателя атмосферного увлажнения обосновывается также взаимной обусловленностью и зависимостью природных факторов и явлений. Этим и объясняется биологическая значимость показателя атмосферного увлажнения.

Раскрытие биологической значимости показателя увлажнения позволило нам определить связь его значений с урожаем ряда культур и обосновать агроклиматический показатель продуктивности климата (см. п. 5.2).

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

Селянинов [70] предлагает использовать значения показателя за отдельные месяцы теплого периода, так как, по его мнению, решающее значение для роста имеют не суммарные годовые его значения, а сезонные. Другие исследователи [38] используют годовые значения показателя.

Естественная производительность климата в большинстве районов наиболее полно отражается показателем увлажнения, вычисленным по годовым осадкам и дефициту влажности воздуха. Это объясняется тем, что растения, особенно при хорошей агротехнике, потребляют влагу не только осадков периода вегетации,

---

[1] В случае применения показателя увлажнения M_d для оценки атмосферного увлажнения этот показатель обозначается *КУ* (коэффициент увлажнения).

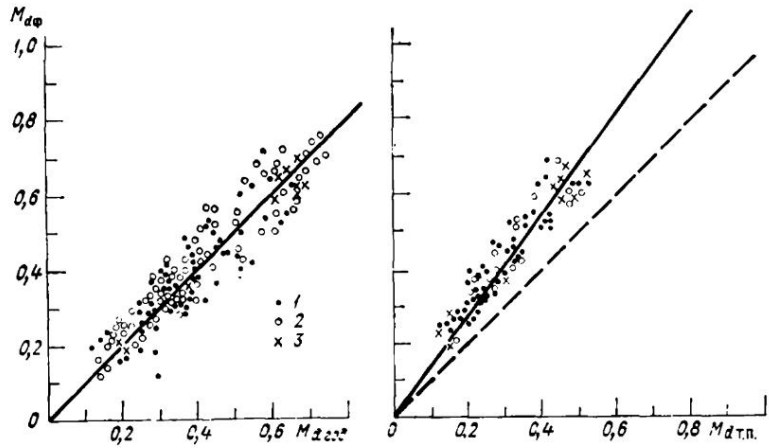


Рис. 3. Соотношение показателей увлажнения, вычисленных по фактическому испарению $M_{d\phi}$ и по осадкам теплого периода $M_{d\,т.п.}$
1 — яровые, *2* — озимые культуры, *3* — травы.

но и влагу, оставшуюся в почве предшествующих посеву периодов. Вследствие этого показатель годового увлажнения больше, чем показатель, вычисленный за теплый период (рис. 3). Только в районах муссонного климата показатель увлажнения за теплый период несколько выше, чем годовой. Преимущество показателя годового увлажнения обосновывается также близкими значениями показателя и коэффициента суммарного испарения влаги с полей, занятых сельскохозяйственными культурами. В связи с этим показатель годового увлажнения $M_{d\text{год}}$ можно принять за коэффициент расхода влаги на фактическое испарение, т. е. $M_{d\text{год}} \sim M_{d\phi}$.

Показатель увлажнения за отдельные месяцы теплого периода не отражает расхода влаги на испарение с полей. Поэтому и оценка продуктивности климата по этому показателю увлажнения будет менее достоверна, чем по годовому. Но и показатель годового увлажнения дает только общее представление об увлажнении. Поэтому необходимо знать вероятность различно увлажненных месяцев, сельскохозяйственных сезонов (рис. 4, табл. 14 и 15).

На основании данных о показателе атмосферного увлажнения была разработана классификация климата по влагообеспеченности растений. Эта классификация позволяет выделить области, подобласти и зоны увлажнения.

Области увлажнения выделяются по годовым значениям показателя годового увлажнения $КУ = P/\Sigma d$. Целесообразно выделение трех основных типов увлажнения: I тип — осадки за год превышают возможное испарение, $КУ > 0{,}45$ (1,0); II тип — осадки за год меньше испаряемости, $КУ = 0{,}45...0{,}15$ (1,0...0,33); III тип — испаряемость значительно превышает осадки, $КУ < 0{,}15$ (0,33).

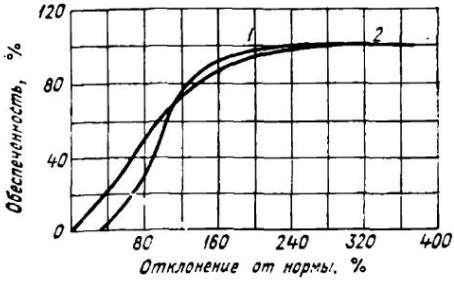


Рис. 4. Кривые обеспеченности показателя увлажнения M_d (в процентах от средней многолетней).
1 — за год, *2* — за теплый период.

Таблица 14

Вероятность (%) различно увлажненных лет для разных годовых коэффициентов увлажнения P/f и $P/\Sigma d$

P/f	$P/\Sigma d$	Зона увлажнения	Год					
			сухой	засушливый	полузасушливый	полувлажный	влажный	избыточно влажный
			Коэффициент увлажнения					
			0,15	0,15—0,25	0,25—0,35	0,35—0,45	0,45—0,60	> 0,60
0,12	0,05	Сухая	100	0	0	0	0	0
0,22	0,10	»	92	8	0	0	0	0
0,33	0,15	Засушливая	57	40	3	0	0	0
0,44	0,20	»	25	54	19	2	0	0
0,55	0,25	Умеренно засушливая или полузасушливая	12	45	30	11	2	0
0,66	0,30	То же	7	26	40	19	7	1
0,77	0,35	»	3	20	34	25	16	2
0,88	0,40	Умеренно влажная или полувлажная	2	11	25	30	24	8
1,00	0,45	То же	1	8	19	29	28	15
1,10	0,50	Влажная	0	6	14	23	32	25
1,21	0,55	»	0	4	10	18	34	34
1,33	0,60	»	0	3	8	14	32	43
1,43	0,65	То же	0	2	6	12	27	53
1,54	0,70	»	0	1	5	10	20	64
1,65	0,75	»	0	0	4	9	17	70
1,76	0,80	»	0	0	3	8	14	75
1,87	0,85	»	0	0	2	7	12	80
1,98	0,90	»	0	0	1	6	11	82
2,10	0,95	»	0	0	0	5	10	85
2,20	1,00	»	0	0	0	4	9	87

В соответствии с указанным на территории СССР выделяются области достаточного (I тип), недостаточного (II тип) и незначительного (III тип) увлажнения.

Подобласти выделяются по динамике годового увлажнения.

Для характеристики динамики увлажнения используется отношение осадков теплого периода (апрель — сентябрь) к осадкам холодного периода (октябрь — март). По соотношению осадков выде-

Таблица 15

Вероятность (%) различно увлажненных месяцев для разных средних за месяц коэффициентов увлажнения P/f и $P/\Sigma d$

P/f	$P/\Sigma d$	Год					
		сухой	засушливый	полузасушливый	полувлажный	влажный	избыточно влажный
		Коэффициент увлажнения					
		$\leqslant 0{,}15$	0,15—0,25	0,25—0,35	0,35—0,45	0,45—0,60	$\geqslant 0{,}60$
0,12	0,05	98	2	0	0	0	0
0,22	0,10	80	16	4	0	0	0
0,33	0,15	63	22	10	3	2	0
0,44	0,20	45	28	13	8	4	2
0,55	0,25	34	29	14	10	8	5
0,66	0,30	27	24	21	8	10	10
0,77	0,35	21	21	21	11	12	14
0,88	0,40	17	18	19	13	13	20
1,00	0,45	15	15	18	15	12	25
1,10	0,50	13	13	15	15	19	25
1,21	0,55	11	20	16	13	16	34
1,33	0,60	10	9	13	13	18	37
1,54	0,70	8	9	9	10	17	47
1,76	0,80	7	8	7	8	15	55
2,20	1,00	5	6	6	7	10	66
2,64	1,20	4	4	5	5	8	84

ляются территории с превышением осадков теплого над осадками холодного периода в 1—2, 2—4 и в 4 раза и более и территории с превышением осадков холодного над осадками теплого периода (табл. 16).

Соотношение осадков этих периодов достаточно хорошо отражает особенности атмосферной циркуляции и связанный с ней суточный и годовой режим элементов климата. На это указывает большая согласованность агроклиматических областей и подобластей с климатическими областями и подобластями, выделенными Алисовым [3] 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 обусловлены главным образом изменением 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 результате использования стока местных вод (лиманное орошение, падинное земледелие).

Таблица 16

Агроклиматические области и подобласти увлажнения

Область и подобласть	Количество осадков в теплый период больше, чем в холодный, в	Тип динамики увлажнения
Холодный пояс		
Д1. Тундровая, евразиатская	1—2 раза	1
Д2. Тундровая, чукотская	1—2	1
Д3. Таежнолесная		
Д3(1). европейская	1—2	1
Д3(2). западносибирская	2—3	1
Н1. Северотаежная, якутская	3—4	5
Умеренный пояс		
Умеренно холодный подпояс		
Д4. Таежнолесная		
Д4(1) — европейская	1—2 раза	1
Д4(2) — западносибирская	2—3	1
Н2. Лесостепная и степная		
Н2(1) — предуральская (слабозасушливая)	1—2	5
Н2(2) — западносибирская (слабозасушливая и засушливая)	1—3	5
Н3. Таежнолесостепная и степная		
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
Умеренный подпояс		
Д5. Лиственнолесная и лесостепная	1—2 раза	
Н4. Лесостепная и степная		1
Н4(1) — европейская (слабозасушливая)	1—2	5
Н4(2) — европейская (засушливая)	1—2	8
Н4(3) — причерноморская (засушливая)	1—2	8
Н4(4) — североказахстанская (засушливая)	1—2	8
С1. Пустынностепная и пустынная, центральноказахстанская	0,5—1 раз	11
Теплый пояс		
Умеренно теплый подпояс		
С2. Пустынная	0,5—1	12
Теплый подпояс		
С3. Пустынная	0,5—1	
Комплексные преимущественно горные области		
К1. Якутская, северо-восточная	1—3 раза	7
К2. Камчатская	1—2	1
К3. Дальневосточная	2—8 раз	2
К4. Саяно-Алтайская	3—8	6,7
К5. Уральская	2 раза	1
К6. Карпатская	1—2	1
К7. Памиро-Тянь-Шаньская	1—2	—
К8. Кавказская	1—2 и менее	1, 3, 9 12

Примечание. Области: Д — достаточного увлажнения, Н — недостаточного увлажнения, С — незначительного увлажнения (сухие), К — комплексные.

Отношение осадков теплого периода к осадкам холодного периода характеризует динамику увлажнения только в общих чертах. В областях, где осадки теплого периода меньше, чем осадки холодного периода, относительно более влажными являются зима, весна и осень. Это обеспечивает в предгорных районах сухой зоны богарное земледелие. В областях с превышением осадков теплого периода 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, где количество осадков в теплый период в 2—4 раза больше, чем в холодный, весна обычно засушливая, а области с превышением осадков более чем в 4 раза характеризуются засушливой весной, а иногда и засушливой осенью.

Для более детальной характеристики динамики увлажнения использованы месячные значения показателя увлажнения. Пользуясь ими и шкалой увлажнения (табл. 17), мы установили наиболее типичные сочетания увлажнения сельскохозяйственных сезонов — весны, лета и осени. Эти сочетания показаны для некоторых агроклиматических областей и подобластей на рис. 5. По сочетанию увлажнения сезонов на территории СССР выделяется ряд типов и подтипов динамики увлажнения.

Ниже дается характеристика типов и подтипов динамики увлажнения по агроклиматическим поясам и областям (подобластям) увлажнения.

Номера типов согласованы с обобщенной шкалой, разработанной для мировой карты климатических ресурсов [97]. Для территории СССР некоторые типы динамики увлажнения дополнительно дифференцированы на подтипы по более детальному учету динамики увлажнения.

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 подобластей Д1—Д5 холодного и умеренного поясов, а также и для некоторых районов теплого пояса с достаточным увлажнением. Тип 1 подразделяется на следующие подтипы:

1(1). Полузасушливые весна и первая половина лета с нарастанием увлажнения к осени до влажного и избыточно влажного. Подтип увлажнения характерен для европейской Д4(1) и западносибирской Д4(2) подобластей.

1(2). Преимущественно полувлажный основной период вегетации (вторая половина весны, лето, первая половина осени); со второй половины осени увлажнение нарастает до влажного и избыточно влажного. Подтип увлажнения характерен для лиственно-лесной и лесостепной подобласти Д(5).

Таблица 17

Шкала классификации климата по условиям влагообеспеченности

Область и подобласть по типам годового увлажнения	Зоны увлажнения (и соответствующие им природные зоны в умеренном поясе в местах с хорошо выраженной широтной зональностью)	Показатель увлажнения			Вероятность различно увлажненных лет, %					
		$P/\Sigma d$	P/f	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 глееподзолистых 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
Н. 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

3*	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. Здесь P — осадки за год; Σd — сумма средних суточных значений дефицита влажности воздуха за год; f — испаряемость за год, вычисленная по формуле $f = 0{,}45\,\Sigma d$.

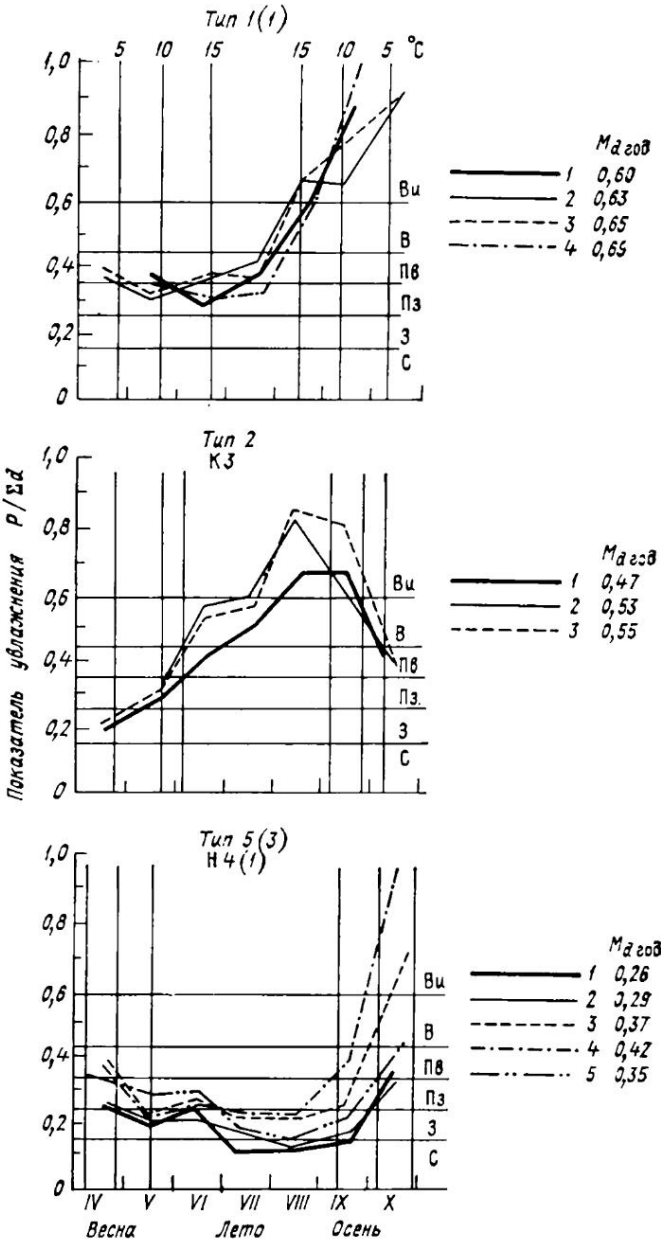
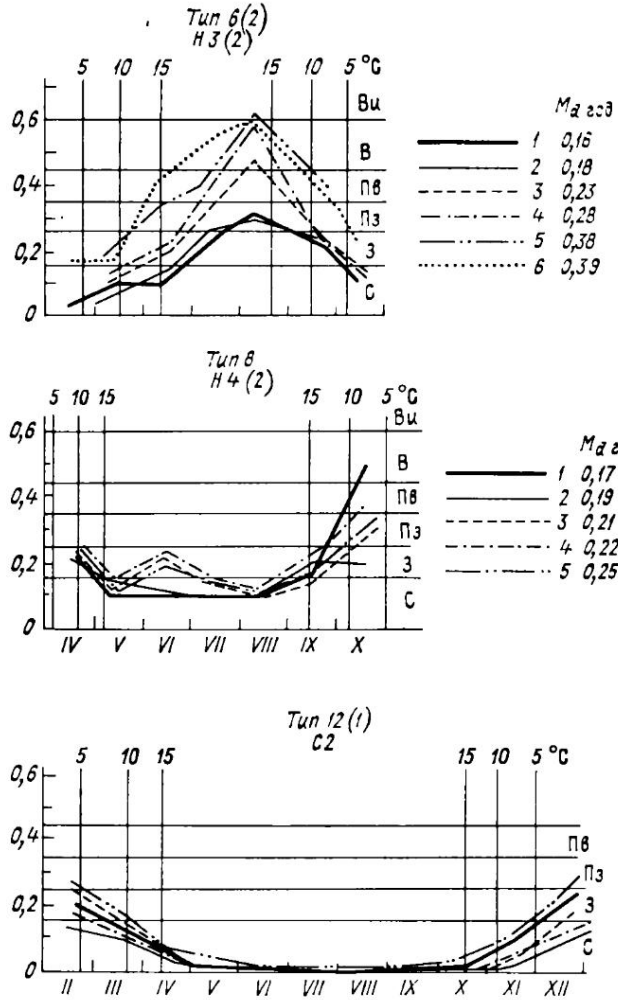


Рис. 5. Типы атмосферного увлажнения сельскохозяйственных сезонов по агро-

Увлажнение сельскохозяйственных сезонов: Ви — избыточно влажно, В — влажно, Пв — по-
Тарту, *3* — Петрозаводск, *4* — Киров; тиг 2: *1* — Хабаровск, *2* — Бикин, *3* — Завитинск;
6(2): *1* — Новоселенгинск, *2* — Улан-Удэ, *3* — Агинское, *4* — Чита, *5* — Шимановск, *6* — Благо-
12(1): *1* — Ташауз, *2* — Ербет,



климатическим областям и подобластям СССР.

лувлажно, ПЗ — полузасушливо, З — засушливо, С — сухо; тип 1(1): *1* — Сыктывкар, *2* — тип 5(3): *1* — Днепропетровск, *2* — Кишинев, *3* — Воронеж, *4* — Пенза, *5* — Краснодар; тип вещенск; тип 8: *1* — Пугачев, *2* — Кизляр, *3* — Ремонтное, *4* — Сальск, *5* — Саратов; тип *3* — Чарджоу, *4* — Керки, *5* — Иолотань.

1(3). Избыточно влажная и влажная весна и осень; лето в начале и в конце влажное, середина лета — полувлажная. Подтип увлажнения характерен для субтропиков Западной Грузии, относящихся к комплексной области К8.

Тип 2. Весна и осень засушливые и умерено влажные; лето влажное и избыточно влажное. Тип увлажнения характерен для дальневосточной муссонной области К3.

Тип 3. Весна и осень достаточно влажные, середина лета преимущественно засушливая и сухая (средиземноморский тип). Тип увлажнения характерен для влажных субтропиков Азербайджанской ССР и Южного берега Крыма.

Типы 4, 10, 13 и 14 характеризуют территорию, расположенную за пределами СССР [97] и здесь не рассматриваются.

Область недостаточного увлажнения

Тип 5. Весна и лето засушливые и полузасушливые, осень умеренно влажная и влажная. Этот тип увлажнения характерен для подобластей недостаточного увлажнения — Н4(1), Н2(1,2), приходящихся на лесостепную и степную зоны Европейской и Азиатской частей СССР. На этой территории выделяются следующие три подтипа:

5(1). Весна и лето преимущественно полузасушливые, осень влажная и избыточно влажная. Подтип характерен для слабозасушливой предуральской подобласти — Н2(1).

5(2). Весна и лето и первая половина осени преимущественно полузасушливые, вторая половина осени полувлажная и влажная. Подтип характерен для западносибирской подобласти Н2(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 Н2(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 подобласти Н3(1) — предбайкальской.

6(2). То же, но с менее увлажненной (полузасушливой и полувлажной) осенью. Подтип характерен для полузасушливой и полувлажной зон подобласти Н3(2) — забайкальской — 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 подобла-

сти Н3(3) (Центральная Якутия) и области К4, ее пониженных мест (Минусинская котловина).

Тип 8. Лето засушливое и полусухое, весна и осень с несколько повышенным увлажнением. Тип увлажнения характерен для подобластей недостаточного увлажнения, приходящихся на сухостепные зоны Европейской и Азиатской частей СССР — Н4(2), Н4(3) и Н4(4).

Тип 9. Весна и осень слабозасушливые, лето преимущественно засушливое и сухое. Тип увлажнения характерен для среднегорных районов Закавказья, области К8.

Область незначительного увлажнения

Тип 11. Все сезоны сухие и полусухие с несколько повышенным увлажнением весной и осенью. Тип увлажнения характерен для подобласти С1 — пустынной и полупустынной зон умеренного пояса.

Тип 12. Весна и осень с повышенным увлажнением (полусухие — полувлажные), лето сухое и очень сухое. Тип увлажнения теплого пояса. Тип разделяется на подтипы.

12(1). Весна и осень засушливые и полусухие, лето очень сухое. Подтип характерен для пустынной подобласти С2.

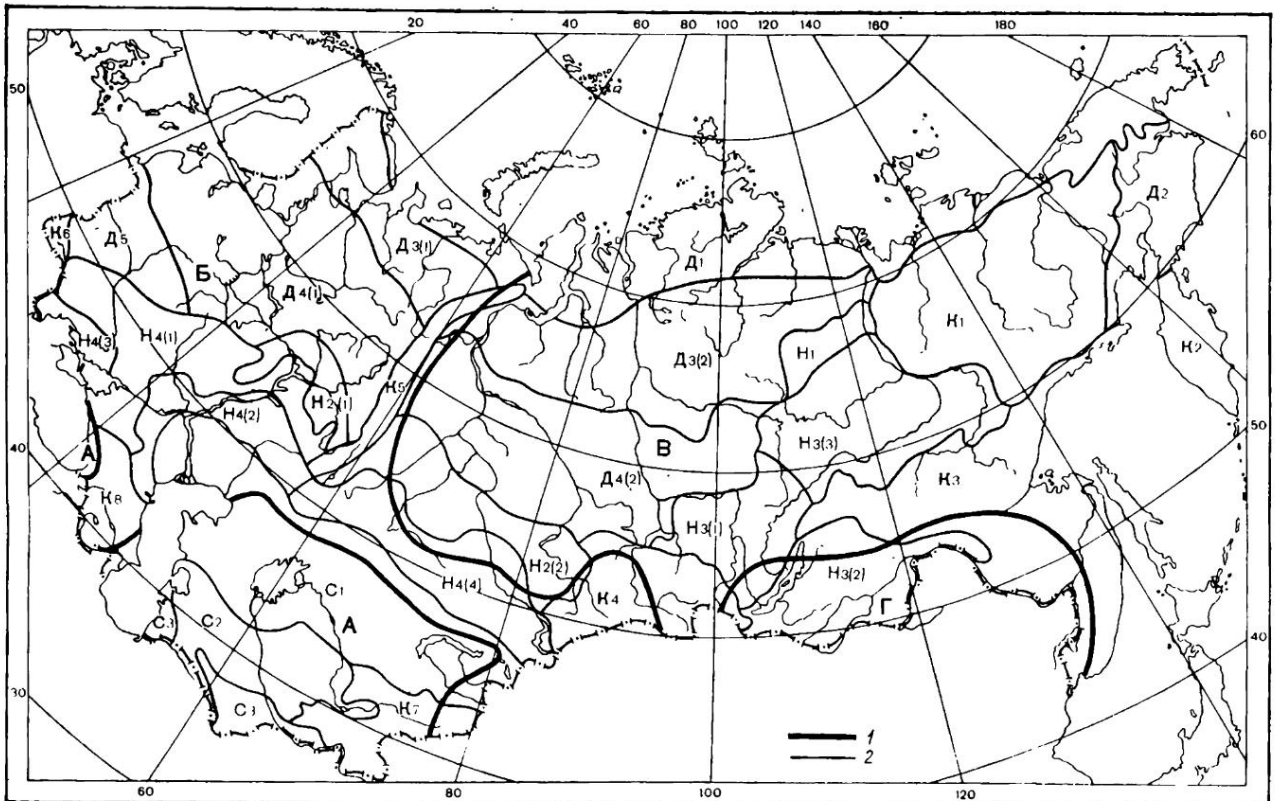
12(2). Весна и осень полузасушливые и полувлажные, лето преимущественно сухое. Подтип характерен для сухих субтропиков Азербайджанской ССР.

По сочетанию осадков теплого и холодного периодов и типов динамики увлажнения на территории СССР выделены подобласти увлажнения (см. табл. 16 и рис. 6). В пределах областей и подобластей по годовым значениям коэффициента увлажнения выделяются зоны увлажнения.

Для обоснования значений показателя увлажнения, характеризующих влажную и избыточно влажную обстановку роста и соответствующие зоны увлажнения, кроме наложения карт зон увлажнения на природные зоны, принимались 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 $E = Д\ (E - e)$ при средней скорости ветра (2—3 м/с), а также границе сбалансированного годового увлажнения.

Бóльшие значения показателя увлажнения указывают на значительные потери влаги (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 в районах достаточного увлажнения, но и на территории недостаточного увлажнения — в полувлажной и даже в полузасушливой зонах. В этом случае причиной переувлажнения почвы является не возможность испарения, а накопление грунтовых вод, особенно в результате


20
40
60
80
100
120
140
160
180
50
60
40
30
60
80
100
120
К6
Д5
Б
Д4(1)
Д3(1)
Д1
Д2
К1
Н4(3)
Н4(1)
Н4(2)
Н2(1)
К5
Д3(2)
Н1
К2
А
В
Н3(3)
К8
Д4(2)
К3
Н3(1)
Н2(2)
Н4(4)
К4
Н3(2)
Г
С1
С2
С3
А
С3
К7
1
2

таяния снега. Это особенно характерно для районов Западной Сибири с недостаточным годовым увлажнением.

Равенство показателя атмосферного увлажнения и коэффициента испарения при средней скорости 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 со средними суточными температурами воздуха выше 10 °С, как видно из анализа средних месячных значений показателя увлажнения, испаряемость выше осадков за исключением районов с муссонным климатом.

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

Влажная зона от избыточно влажной отделяется изолинией показателя увлажнения за год 0,60 (см. рис. 7). Это значение соответствует испарению за вегетационный период и значению показателя увлажнения, вычисленного по количеству осадков только за теплый период.

Территория недостаточного увлажнения при разных значениях показателя увлажнения характеризуется: 0,35—0,45— как полувлажная (лесостепь); 0,25—0,35— как полузасушливая (типичная степь на обыкновенных черноземах); 0,15—0,25— как засушливая (степь на южных черноземах и темно-каштановых почвах).

Классификация климата по условиям атмосферного увлажнения приведена в табл. 17. Влияние атмосферного увлажнения на продуктивность растений преломляется через почву. В связи с этим разработана сопряженная шкала оценки влагообеспеченности растений по показателю атмосферного увлажнения и влажности почвы (см. табл. 62). Шкала используется для оценки влагообеспеченности растений по почвенной влаге (см. п. 5.2.7).

Карта-схема обеспеченности растений влагой, построенная по шкале оценки атмосферного увлажнения, представлена на рис. 7.

Некоторые авторы утверждают, что природные зоны, особенно зоны недостаточного увлажнения, ограничиваются изолиниями показателя атмосферного увлажнения. Детальный анализ географического распределения показателей 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 главным образом условиями рельефа, определяющими перераспределение почвенной влаги, а также физи-

---

Рис. 6. Области и подобласти годового атмосферного увлажнения (подробную легенду см. в табл. 16).

Области: Д — достаточного, Н — недостаточного, С — незначительного увлажнения, К — комплексные преимущественно горные территории; А — осадки теплого периода меньше осадков холодного, Б — осадки теплого периода превышают осадки холодного периода менее чем в 2 раза, В — осадки теплого периода превышают в 2—4 раза осадки холодного периода, Г — осадки теплого периода превышают более чем в 4 раза осадки холодного периода; границы: *1* — территории с разным соотношением осадков, *2* — подобластей.

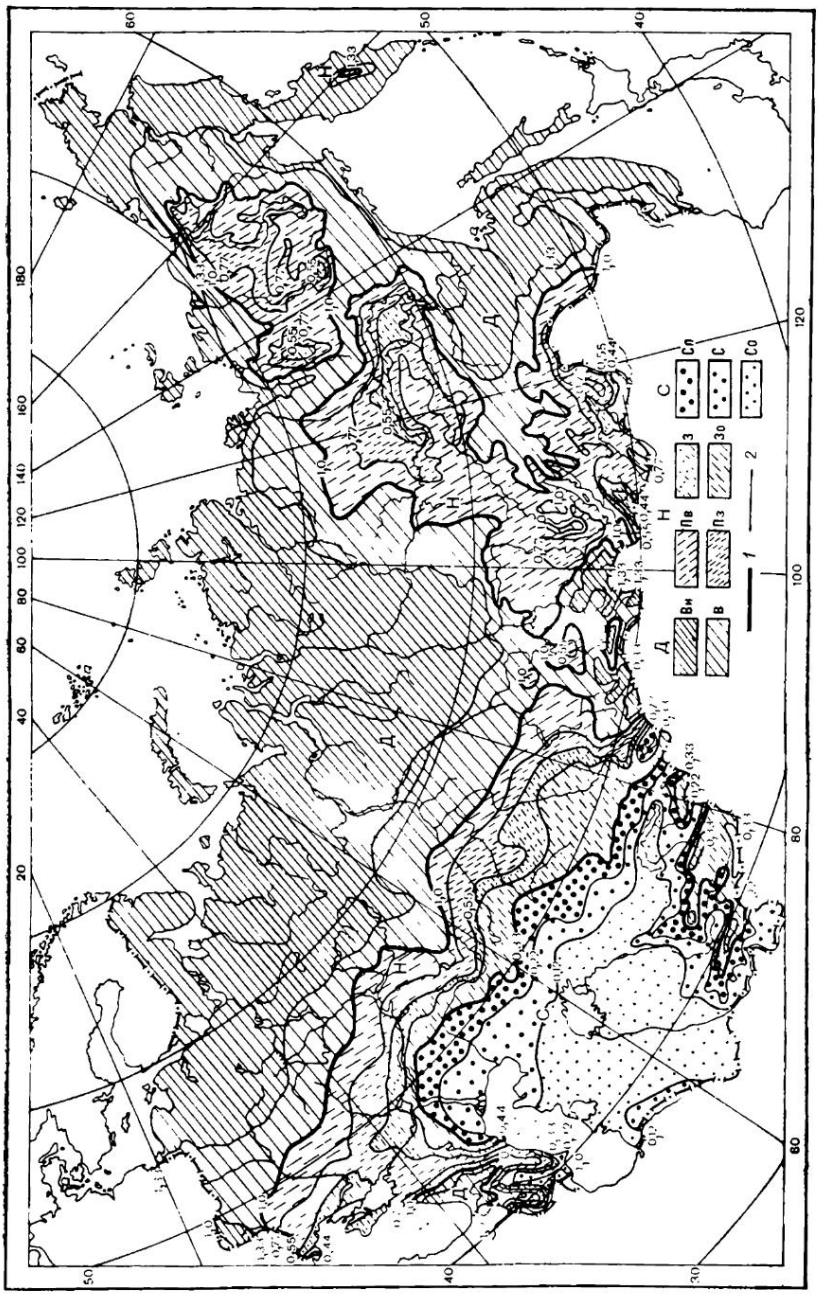


Рис. 7. Области и зоны обеспеченности растений влагой (подробную легенду см. в табл. 17).

Области: Д — достаточного, Н — недостаточного, С — незначительного увлажнения; зоны: Ви — избыточно влажная, В — влажная, Пв — полувлажная, Пз — полузасушливая, З — засушливая, Зо — очень засушливая, Сп — полусухая, С — сухая, Со — очень сухая; границы: *1* — областей, *2* — зон увлажнения.

ческими 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. По этой причине в Азиатской части СССР условия для произрастания леса создаются при меньших значениях показателя увлажнения, чем в Европейской части СССР. Для районов вечной мерзлоты, аналогичных по увлажнению лесостепной и даже степной зонам (Якутия, Забайкалье и др.), характерно уже господство лесной растительности. О сближении границ природных зон и зон увлажнения можно говорить только относительно областей недостаточного и незначительного увлажнения. В областях достаточного увлажнения природные зоны примерно соответствуют температурным полосам и ограничиваются изолиниями сумм температур.

Характеристики тепло-и влагообеспеченности растений рассматривались в качестве элементов агроклиматического районирования. Анализ тепло- и влагообеспеченности как факторов роста изложен в п. 5.2.

2.3. Условия перезимовки растений

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

Для древесных культур наибольшее значение имеет температура воздуха зимой. В качестве показателей условий зимовки принимают следующие показатели температуры воздуха: абсолютный минимум температуры, средние из абсолютных минимумов, средние из минимальной суточной температуры, средние месячные значения температуры.

Селянинов [67] связывает возможность возделывания субтропических культур со средней температурой из абсолютных минимумов (10 °С). Сапожников [66] характеризует суровость зимы также по средним из абсолютных минимумов и с их градациями связывает перезимовку разных растений.

Различные температурные показатели корреляционно связаны между собой и при однородных условиях климата могут быть взаимозаменяемы.

Для характеристики суровости зимы используем среднюю температуру воздуха наиболее холодного месяца. Этот показатель выражает влияние температуры за длительный период, вследствие чего он может служить характеристикой ареалов экологических типов зимующих культур. По данным о средней температуре наиболее холодного месяца была составлена шкала степени суро-

вости зимы (табл. 18), которая легла в основу районирования территории по суровости зимы.

Таблица 18

Шкала классификации климата по суровости зимы

Подтип суровости зимы	$\bar{t}_в$ наиболее холодного месяца, °С	Возможность перезимовки сельскохозяйственных древесных культур
	Теплая зима	
T^1. Очень теплая	>10	Субтропические многолетники
T^2. Теплая	10...5	То же
	Мягкая зима	
M^1. Очень мягкая	5...0	То же, но более холодостойкие формы — лавр, инжир, чай (в местах с температурой наиболее холодного месяца 2...3 °С), виноград без укрытия на зиму
M^2. Мягкая	0...5	Грецкий орех, персик, абрикос, южные сорта яблонь и груш, виноград
M^3. Умеренно мягкая	—5...—10	Средние холодостойкие сорта яблонь, груш, холодостойкие сорта абрикосов, виноград
	Холодная зима	
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 полукультурных сортов, местные сорта груш, слив, вишни, стланцевые формы яблонь и груш среднерусских мичуринских сортов, виноград с прикопкой
X^3. Очень холодная	—20...—25	Яблони ранетки и полукультурные зимостойких сортов, местные сорта сливы, вишни войлочной, канадской, стланцевые формы крупноплодной яблони и груши с прикопкой
	Суровая зима	
C^1. Умеренно суровая	—25...—30	Яблони ранетки и полукультурные 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, но с применением специальной агротехники
	Жестокая зима	
$Ж^1$. Жестокая	—40...—45	То же
$Ж^2$. Очень жестокая	>—45	»

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 зимовки полевых культур может быть принято соотношение температуры воздуха и высоты снежного покрова, от которых зависит температура почвы на глубине узла кущения.

В работе [96] были проведены исследования по определению зависимости температуры почвы на глубине узла кущения от высоты и плотности снежного покрова. Эта температура является основным показателем условий перезимовки растений.

А. М. Шульгин [112] на основании агрометеорологических наблюдений за температурой почвы на глубине узла кущения и состоянием озимых получил, что критическая температура для большинства сортов озимой пшеницы составляет —15...—16 °С, для озимой ржи —18...—20 °С. В некоторые годы при хорошей закалке озимых с осени и в районах, благоприятных для закалки, нижний предел критической температуры значительно ниже.

Наиболее благоприятные условия для перезимовки озимых и многолетних трав создаются при средней температуре почвы из абсолютных минимумов на глубине узла кущения выше —12 °С. Почти для всех зим (более 80 %) минимальная температура почвы на глубине узла кущения отмечается в пределах оптимальной для перезимовки озимых (—5...—15 °С). 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 преимущественно от выпревания и вымокания.

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

На территории с температурой на глубине узла кущения ниже —16 °С создаются неблагоприятные условия для перезимовки озимых и многолетних трав. При искусственном снегонакоплении здесь можно возделывать отдельными очагами наиболее зимостойкие сорта озимой ржи. К таким районам относятся Восточная Сибирь и Дальний Восток, расположенные в зоне вечной и длительной сезонной мерзлоты, где температура на глубине узла кущения бывает ниже —20 °С. При такой температуре возделывание озимой ржи и многолетних трав при снегозадержании обеспечивается благодаря благоприятным условиям закалки.

По указанным показателям перезимовки древесных и травянистых культур проведено агроклиматическое районирование СССР (рис. 8). На картограмме показано также распределение снежного покрова, с которым связана перезимовка растений.

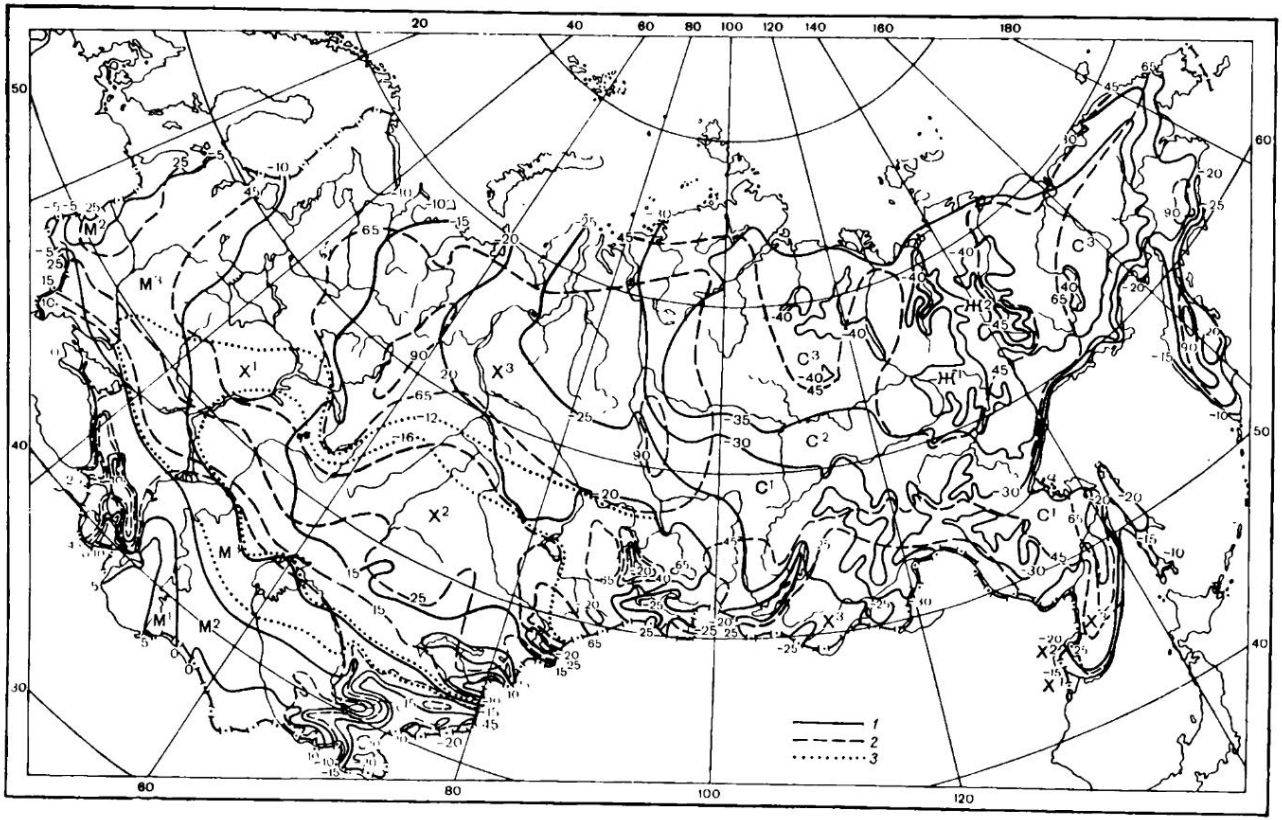


Рис. 8. Суровость и снежность зимы (подробную легенду см. в табл. 18, 19).

1 — температура воздуха наиболее холодного месяца, °С; *2* — высота снежного покрова, см; *3* — средняя температура воздуха на глубине узла кущения, °С.

Для агроклиматической оценки снежности зимы может служить шкала, разработанная Колосковым и дополненная нашими данными (табл. 19).

Таблица 19

Шкала снежности зимы (по Колоскову, 1958)

Снежность зимы	Высота снежного покрова, см		Температура воздуха наиболее холодного месяца, обеспечивающая перезимовку озимых
	на третью декаду февраля	средняя из максимальных	
Бесснежная	<5	<10	—9
Очень малоснежная	5—10	10—15	—9...—11
Малоснежная	10—20	15—25	—11...—14
Умеренно снежная	20—40	25—45	—14...—22
Достаточно снежная	40—60	45—65	—22
Многоснежная	>60	>65	—22

Результаты многолетних исследований условий перезимовки озимых культур на территории СССР обобщены В. А. Моисейчик в фундаментальной монографии [50]. Моисейчик на основе теоретических положений и массовых материалов установила причины повреждений и гибели растений от вымерзания, выпревания и др. и разработала методы оценок состояния озимых и влияния условий перезимовки на продуктивность культур, методы агрометеорологических прогнозов перезимовки растений и оценки агроклиматических условий перезимовки.

2.4. Континентальность климата

Континентальность — одна из важнейших особенностей климата. В качестве показателя степени континентальности обычно используется годовая амплитуда температуры, выраженная в процентах от максимальной или средней для данной широты. Для оценки степени континентальности климата может быть использован также и ряд других климатических показателей. Для умеренного пояса в качестве таких показателей может использоваться, во-первых, продолжительность вегетационной весны (5—15 °С) и вегетационной осени (15—5 °С), а также общая продолжительность весны и осени, во-вторых, — отклонение дат наступления и окончания основного периода вегетации (дат перехода температуры воздуха через 10 °С), а также отклонение продолжительности беззаморозкового[1] 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 беззаморозкового и основного вегетационного периодов: в районах

[1] Термин «беззаморозковый» точнее характеризует период в отличие от «безморозного» и поэтому был введен в учебник [91].

слабоконтинентального климата беззаморозковый период значительно длиннее, в районах очень континентального климата короче, чем основной. Соотношение продолжительности беззаморозкового и основного вегетационного периодов указывает на степень заморозкоопасности. Территории с положительными отклонениями отличаются меньшей заморозкоопасностью. 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 заморозкоопасные местоположения — водоразделы, склоны, места вблизи водоемов, продуваемые широкие долины рек и др.

Для характеристики степени континентальности климата мы приняли три показателя: годовую амплитуду температуры воздуха, выраженную в процентах от среднего значения, продолжительность вегетационной весны и осени и среднее отклонение беззаморозкого периода от основного.

По амплитуде температуры принят показатель, представленный в виде $K = 100A/0{,}33\varphi$, где A — годовая амплитуда температуры из средних месячных значений, φ — широта места [30]. Было принято, что при $K = 100$ % влияние континентов и океанов на климат равнозначно, при $K < 100$ % преобладает влияние океанов, при $K > 100$ % — влияние континентов. Оказалось, что на территории СССР преобладает влияние континента. Значения показателя K изменяются примерно от 100 до 300 %. Этот диапазон колебаний подразделяется на 5 градаций с интервалами 30, 35, 40, 45 % и более. В соответствии с этим выделено 5 континентальных климатов и один океанический (табл. 20). Таким же образом подразделяется и диапазон колебаний продолжительности весны и осени, а также диапазон отклонений продолжительности беззаморозкового периода от основного. Согласно данным табл. 20, для слабоконтинентального климата характерны очень продолжительные весна и осень и слабая заморозкоопасность. По мере усиления континентальности весенний и осенний сезоны сокращаются, а заморозкоопасность увеличивается. Для резко континентального климата характерны наиболее короткие весенний и осенний сезоны и наибольшая заморозкоопасность.

Приведенные в табл. 20 три вида показателей корреляционно связаны между собой. Особенно четко их взаимосвязь проявляется в районах, не испытывающих непосредственного влияния крупных водоемов. На морских побережьях и побережьях крупных озер соответствие показателей нарушается в сторону значительного превышения продолжительности весны и осени и отклонений беззаморозкового периода от основного по сравнению с данными табл. 20.

Районирование территории СССР по признаку континентальности показано на рис. 9. Распределение по территории других показателей континентальности климата, а именно продолжитель-

Шкала классификации климата (по степени континентальности)

Тип континентальности	$K=100A\ 0{,}33z$	По продолжительности весны и осени			По отклонениям продолжительности безморозкового периода от основного	
		тип сезона	продолжительность сезона, дни	общая продолжительность сезонов, дни	тип заморозкоопасности местности	отклонение, дни
Океанический, О	100	Наиболее длинный, Дно	>60	>120	Незаморозкоопасная, Мн	>20
Слабоконтинентальный, Сл	100—130	Очень длинный, До	54—60	108—120	Слабозаморозкоопасная, Мсл	от 10 до 20
Умеренно континентальный, У	131—165	Длинный, Д	48—53	96—107	Умереннозаморозкоопасная, Му	от 9 до 0
Среднеконтинентальный, С	166—205	Средней продолжительности, С	43—47	86—95	Среднезаморозкоопасная, Мср	от 0 до —10
Очень континентальный, Ок	206—250	Короткий, К	38—42	76—85	Очень заморозкоопасная Мо	от —11 до —20
Резко континентальный, Р	>250	Очень короткий, Ко	<38	<76	Наиболее заморозкоопасная, Мнб	<—20

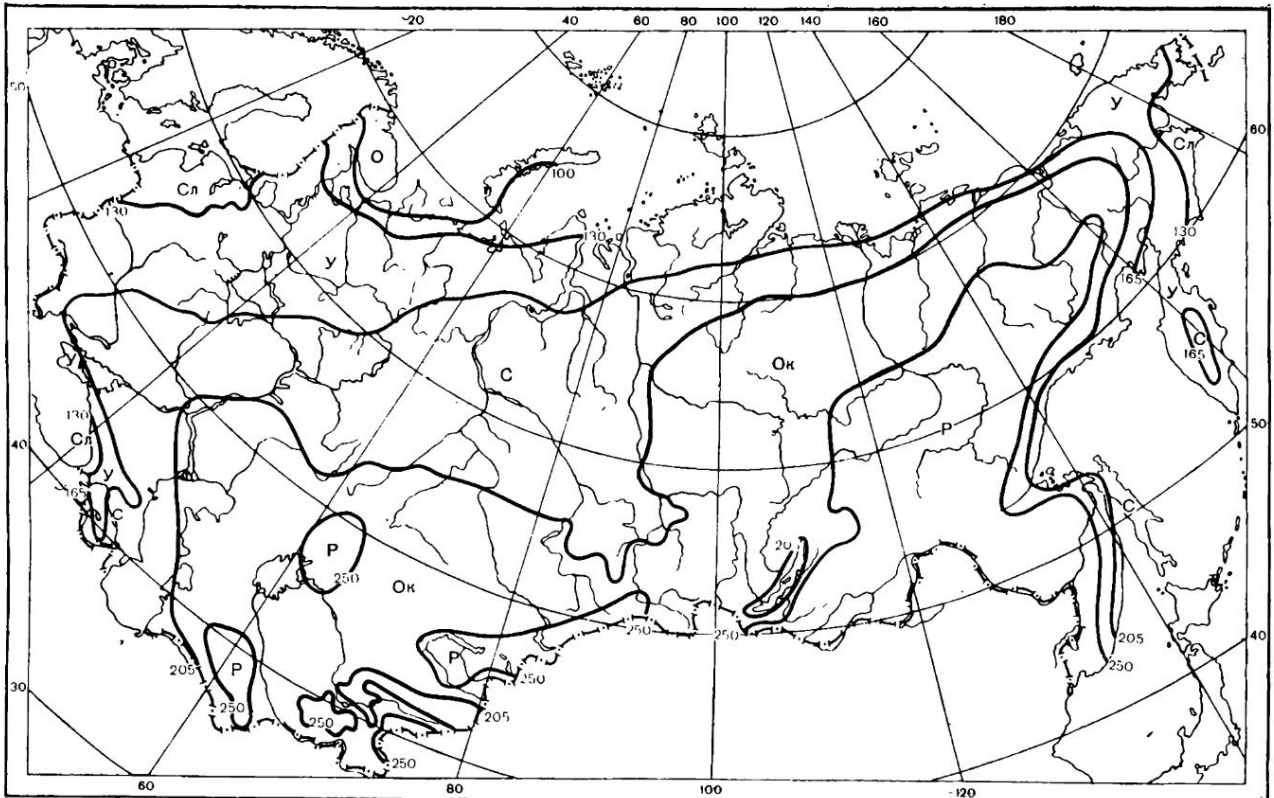


Рис. 9. Континентальность климата СССР (по Н. Н. Иванову).

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

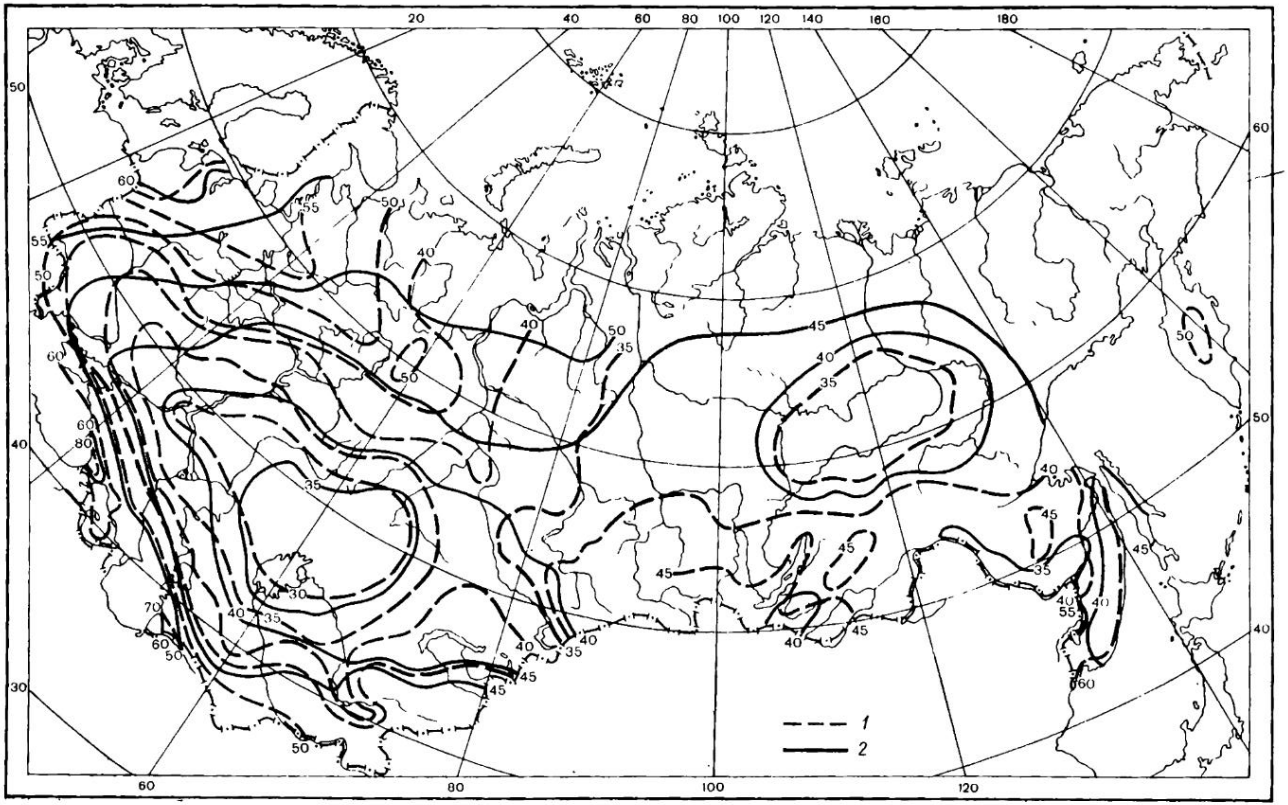


Рис. 10. Продолжительность (дни) весны и осени.

1 — продолжительность весны (от 5 до 15 °С), *2* — продолжительность осени (от 15 до 5 °С).

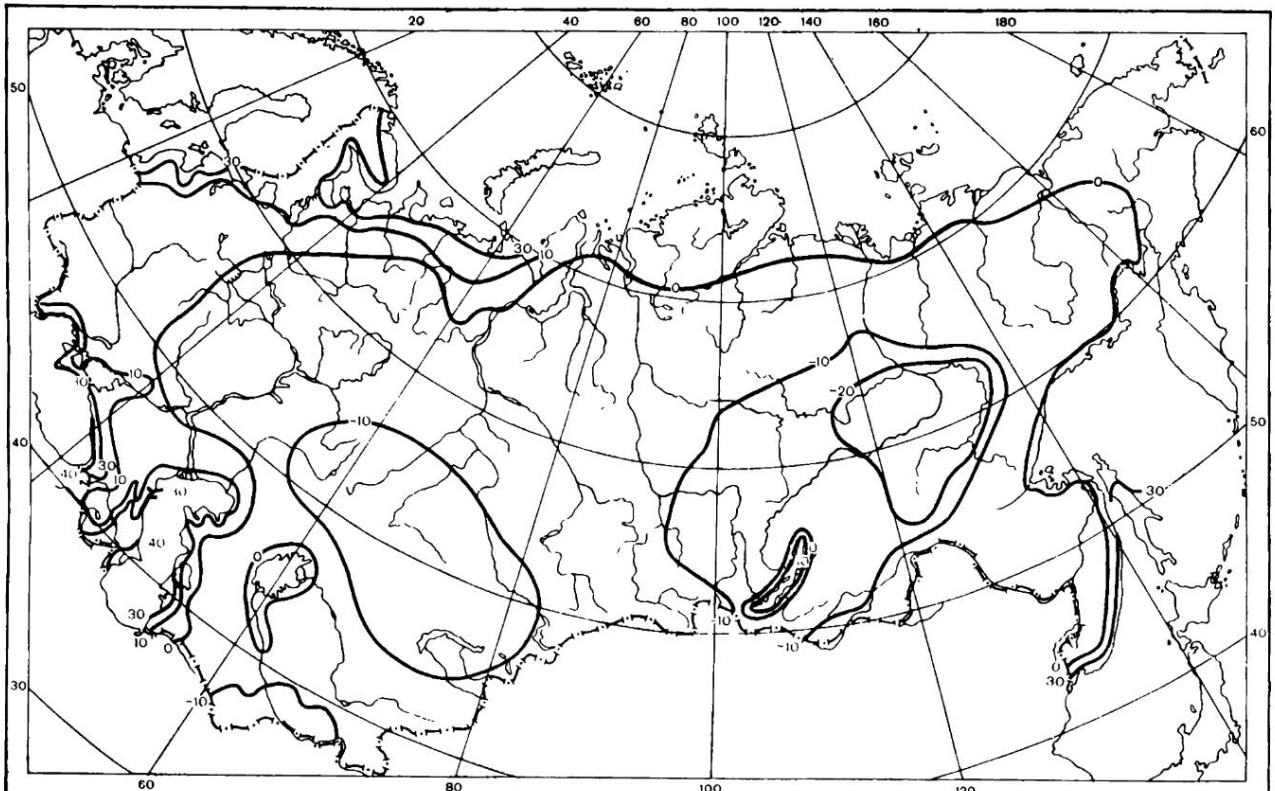


Рис. 11. Отклонение (дни) беззаморозкового периода от основного.

ности вегетационной весны и осени, а также отклонение беззаморозкового периода от основного характеризуют рис. 10 и 11.

Выше были рассмотрены главные элементы агроклиматического районирования, дано обоснование шкал. По этим шкалам построены карты-схемы распределения соответствующих элементов климата. Кроме того, были построены варианты комплексных агроклиматических карт разной сложности по совмещенным элементам климата. Такие карты опубликованы в разных изданиях [102—110].

Комплексные агроклиматические карты, составленные по совмещенным элементам климата (агроклиматическим показателям), имеют большое практическое значение. С их помощью можно оценить агроклиматические ресурсы определенных районов. Однако эти карты неточно отображают природные комплексы вследствие несовпадения природных границ комплексов с изолиниями агроклиматических показателей, особенно на низших ступенях агроклиматического районирования. В то же время, как правильно отмечают некоторые авторы (Попов, Бабушкин), значение учета климата в сельском хозяйстве определяется его сочетанием с другими компонентами природного комплекса. В связи с этим возникает практическая необходимость органического сочетания природных комплексов и соответствующих агроклиматических территориальных образований. Это достигается агроклиматическим районированием, проведенным на основе комплексного природно-сельскохозяйственного районирования, построенного в системе соподчиненных таксономических единиц, отображающих природные комплексы. Для такого районирования весьма эффективно используются карты районирования по совмещенным агроклиматическим показателям.

Глава 3

Общее агроклиматическое районирование

3.1. Предпосылки районирования

Современные знания о природе и хозяйстве, обобщение опыта общеклиматического, комплексного природно-сельскохозяйственного, агроклиматического и других отраслевых видов районирований позволяют определить основные предпосылки агроклиматического районирования. Эти предпосылки следующие.

1. В нашей стране планирование развития народного хозяйства осуществляется в системе единого народнохозяйственного комплекса. Это вызывает необходимость учета в единой системе и материальной основы производства, т. е. природных ресурсов и производственных условий. Природные ресурсы сельского хозяйства определяются комплексом природных условий, в составе которого ведущим звеном являются особенности климата. Требованию учета

климата в единой системе отвечает разработка специального отраслевого агроклиматического районирования, увязанного с комплексным природно-сельскохозяйственным районированием.

2. Агроклиматическое районирование должно удовлетворять потребности как центральных, так и местных сельскохозяйственных и других организаций. С учетом этого требования разрабатываются общесоюзное и внутриобластное (краевое, республиканское) районирования.

Общесоюзное районирование строится по агроклиматическим показателям, определяющим крупные различия сельскохозяйственного производства — поясные, зональные, провинциальные; внутриобластное районирование строится на основе общесоюзного с учетом конкретных местных природных условий (особенностей рельефа, почвенного покрова и др.), определяющих мезо- и микроклиматические различия территории и связанные с ними различия сельскохозяйственного производства. Общесоюзное и внутриобластное районирование взаимосвязаны и составляют единую систему.

3. Сельское хозяйство представляет специфическую отрасль народного хозяйства. Главнейшая его особенность — утилизация солнечной энергии. Средством утилизации служат растительные организмы, которые превращают энергию Солнца в потенциальную энергию органических веществ. Отсюда потенциальное богатство, т. е. ресурсы данной местности в смысле возможного накопления органического вещества, определяются поступлением солнечной энергии. Поэтому системой агроклиматического районирования должен быть предусмотрен и учет поступающей солнечной энергии.

Важность учета и полного использования растительными организмами солнечной энергии образно подчеркивал К. А. Тимирязев [83]: «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».

4. Растительные организмы утилизируют солнечную энергию по-разному. Эта способность зависит от видовых и сортовых различий растений, от продолжительности их вегетационного периода (т. е. от природы самого растения), а также от обеспеченности теплом, 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 и тепла, необходимо также расчленение ее по степени увлажнения.

5. На распределение по территории солнечной энергии, тепла и влаги, кроме общеклиматических факторов (широты места, циркуляции атмосферы), оказывают влияние рельеф, физические и химические свойства почвогрунтов, облесенность территории, т. е. местные факторы. Поэтому системой агроклиматического райони-

рования должно быть предусмотрено влияние и этих факторов на конкретное сочетание элементов климата.

6. Возможность возделывания многолетних и озимых форм сельскохозяйственных культур определяется климатическими условиями перезимовки. При агроклиматическом районировании должны выделяться территории с различными условиями перезимовки растений.

7. 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.

8. Как было показано выше, общей климатологией разработан ряд классификаций климата — по ботаническому признаку, одной или нескольким метеорологическим величинам (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 общеклиматическое районирование, учитывающее циркуляционные особенности атмосферы, в значительной мере выявляет режим и сочетание элементов климата, что имеет важное значение для сельскохозяйственного производства. Поэтому агроклиматическое районирование должно согласовываться с общеклиматическим.

9. 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 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 агроклиматиче-

ское 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 мезо- и микроклимата. В связи с этим агроклиматическое районирование должно согласовываться с комплексным природным районированием.

10. 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 выражения той или иной шкалой классификации 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 классификациям сельскохозяйственного производства и его объектов. Так, классификация климата по теплообеспеченности должна соответствовать классификации культур по их требованиям к теплу, тогда как классификации климата по продуктивности должны соответствовать классификации сельскохозяйственных культур по их продуктивности и т. д.

11. Агроклиматическое районирование должно строиться на познаниях климата как ресурса и условия сельскохозяйственного производства и удовлетворять следующим требованиям:

а) отображать объективно существующие природно-сельскохозяйственные комплексы;

б) быть увязанным с природно-сельскохозяйственным районированием СССР, раскрывающим природные комплексы системой соподчиненных таксономических единиц.

Указанным требованиям отвечает агроклиматическое районирование, которым предусматривается выделение таксономических единиц, относящихся к трем качественно различным ступеням.

Первую ступень составляют макроклиматические образования: 1) агроклиматические пояса; 2) агроклиматические зоны; 3) агроклиматические провинции и подпровинции. Вторую ступень составляют мезоклиматические образования: агроклиматические округа и подокруга. Третью ступень составляют микроклиматические образования — агроклиматические типы местоположений.

Приведенная общая система агроклиматического районирования, включающая разные его ступени, реализуется в разработках общесоюзного и внутриобластного (краевого, республиканского) районирования.

3.2. Общесоюзное агроклиматическое районирование (таксономические единицы)

Системой районирования предусматривается выделение агроклиматических поясов и подпоясов, зон, провинций и округов.

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 отличаются следующими признаками.

В холодном поясе отсутствует период лета с температурой выше 15 °С. Сумма активных температур $\Sigma t_{ак} < 1200$ (1000) °С. В очень холодном подпоясе ($\Sigma t_{ак} < 400...500$ °С) преобладающее значение имеет арктический воздух, распространение которого (в теплый период) препятствует развитию лесной растительности [3]. Подпояс соответствует примерно арктической и типичной тундре.

Тип хозяйства здесь охотничье-промысловый, звероводческий и рыболовецкий. Земледелие преимущественно в закрытом и полузакрытом грунте.

В холодном подпоясе в летний период происходит трансформация арктического воздуха в воздух умеренного пояса с повышением температуры наиболее теплого месяца до 15 °С. 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 открытом грунте малотребовательных к теплу овощных культур обеспечивается с наибольшим успехом в благоприятных по условиям микроклимата местах. Большая продолжительность летних дней открывает здесь широкие возможности для возделывания овощных культур под стеклом.

Устойчивые урожаи ранних зерновых в южной половине подпояса возможны только в более теплых местах.

В умеренном поясе характерный климатический признак — наличие хорошо выраженных четырех сезонов года. Температура наиболее теплого месяца достигает 15 °С на северной и 26 °С на южной границах пояса, в сухом климате. Сумма активных температур составляет 1200 (1000) — 4000 °С. При температуре выше 26 °С часто повторяются дневные температуры, тормозящие развитие и рост растений умеренного пояса. В поясе преобладают воздушные массы умеренных широт. Вследствие большой протяженности пояс характеризуется многообразием сочетаний тепла и влаги, что приводит к развитию как лесной, так и степной и даже пустынной растительности.

Умеренно холодному 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 его можно назвать субтропическим поясом. Летом здесь преобладают тропические массы, 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 °С за пределами СССР лежит жаркий пояс, или пояс тропических культур. Изолиния этой суммы примерно соответствует изолинии средней температуры наиболее холодного месяца 15 °С. В этом поясе отсутствуют зимний, весенний и осенний сельскохозяйственные сезоны 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.

Выделенные нами агроклиматические пояса и подпояса увязаны с широтными физико-географическими поясами.

Агроклиматическая зона — основная единица агроклиматического районирования. Характеризуется определенным годовым сочетанием тепла и влаги, тесно связанным с главными особенностями почвообразования и минерального питания растений. В зоне господствуют определенные типы и подтипы почв и растительности и применяются отвечающие им системы агротехнических и мелиоративных мероприятий (с учетом провинциальных различий почвенно-климатических условий). Каждой зоне соответствуют свои особенности сельскохозяйственного производства, определенное рациональное соотношение между пашней, кормовыми и лесными земельными угодьями (с учетом особенностей рельефа).

Материалом для выделения агроклиматических зон служат карты почвенного и растительного покрова и карты распределения агроклиматических показателей [102, 105]. В качестве климатических критериев в зонах достаточного увлажнения принимаются изолинии сумм температур, описывающие границы природных зон (400—500 °С — лесотундра, 1200—1000 °С — северная тайга, 1600 — 1400 °С — средняя тайга); в зонах недостаточного

увлажнения — изолинии показателя среднего годового атмосферного увлажнения на северных границах зон: 1,00 — лесостепь, 0,77 — степь на обыкновенных черноземах, 0,55 — степь на южных черноземах; 0,44 — степь на темно-каштановых почвах; 0,33 — полупустыня на светло-каштановых почвах; 0,22 — пустыня на бурых почвах; $<0,22$ — пустыня на серо-бурых почвах.

При выделении агроклиматических зон на основе их увязки с природными зонами следует учитывать следующие обстоятельства. Образование природных зон находится в соответствии не только с комплексом климатических факторов теплого, но и холодного периодов. В связи с этим в восточных более континентальных и засушливых районах страны складываются условия для господства лесной, а не степной растительности. Одноименные зоны в восточных районах, по той же причине, менее обеспечены влагой, чем в западных, и характеризуются меньшими значениями коэффициента увлажнения (*КУ*). Кроме того, на всем протяжении зон, природные их границы в некоторых местах несколько отклоняются от нормальных значений агроклиматических показателей тепло- и влагообеспеченности под влиянием особенностей рельефа, перераспределяющего факторы почвообразования, механического состава почвообразующих пород и др. В связи с указанным границы агроклиматических зон в холодном поясе и умеренно холодном подпоясе ($\Sigma t_{ак}<2200$ °С) увязывались с изолиниями сумм температур ($\Sigma t>10$ °С), а в областях недостаточного увлажнения — с коэффициентом годового атмосферного увлажнения (*КУ*).

Агроклиматическая провинция — часть зоны, характеризующаяся комплексом климатических факторов, определяющих специфические (фациональные) особенности почвенного покрова, различие в составе и продуктивности естественной и культурной растительности, провинциальные типы сельскохозяйственного производства.

Провинции различаются нарастанием континентальности климата, суровости и снежности зимы, изменениями тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода, гидротермического режима почвы, изменением биологической продуктивности.

Различия сельскохозяйственного производства провинций полно выступают тогда, когда тот или иной ведущий фактор климата изменяется на определенные величины (градации). Такие величины приведены в шкалах классификации климата (см. п. 2.4). В умеренном поясе различия провинций выявляются примерно через интервал сумм температур 600 °С. По этому признаку, например, в южно-таежной зоне выделяются Западная провинция среднеобеспеченная теплом, Среднесибирская — недостаточно обеспеченная теплом и т. д. Среднерусская провинция выделяется по признаку большей континентальности и суровости зимы относительно Прибалтийской провинции; Дальневосточная и Амуро-Уссурийская — по муссонному типу атмосферного увлажнения и т. д. В ряде мест границы провинции проводятся по естествен-

ным рубежам (крупным рекам, горным системам), которыми, как правило, определяются и биоклиматические различия.

По более дробным показателям комплекса природных условий — континентальности климата, тепло- и влагообеспеченности почвенного покрова и другим характеристикам — отдельные провинции подразделяются на подпровинции.

Для сельскохозяйственного производства провинции характерны:

— общий характер агротехники, определяемый почвенно-агроклиматическими факторами;

— основной набор сельскохозяйственных культур, а также древесных пород в полезащитных и других насаждениях, лесном хозяйстве;

— уровень эффективности минеральных удобрений;

— определенные показатели почвенного плодородия, применительно к разным уровням агротехники.

Агроклиматический округ — часть провинции, характеризующаяся крупными геоморфологическими особенностями (общим строением рельефа, составом почвообразующих пород, преобладающим типом почвообразования), определяющими существенные особенности мезо- и микроклимата.

При выделении округов учитываются следующие преобладающие типы рельефа, определяющие местные особенности климата, а также контурность сельскохозяйственных угодий, развитие эрозии на обрабатываемых землях (табл. 21).

Таблица 21

Обобщенные типы рельефа округов

Индекс	*Тип рельефа*	Развитие эрозии на обрабатываемых землях
Рп	Равнины плоские и низменные	Очень слабое
Рв	Равнины волнистые	Слабое и среднее (с намывом)
Ру	Равнины увалистые	Среднее и сильное
Рх	Равнины холмистые	Сильное
Вв	Равнины возвышенные волнистые	Среднее и сильное (с намывом)
Ву	Равнины возвышенные увалистые	Сильное
Вх	Равнины возвышенные холмистые	Очень сильное
Рпг	Равнины предгорные	Среднее и сильное (с намывом)
Гп	Плоскогорья	Среднее и очень сильное (с намывом)
Гн	Низкогорья	Очень сильное
Гс	Среднегорья	Очень сильное
Гв	Высокогорья (включая горные тундры)	Очень сильное
Гд	Горные долины и котлованы	Среднее и сильное

Примечание. Сочетание различных типов рельефов в одном округе обозначается общим индексом, например Ру и Рх — Рух. Индексами Гн, Гс и Гв обозначаются уровни и яруса горной территории. Критерии высот над уровнем моря условно приняты следующие: Гн — 500—1500 м, Гс — 1500—2500 м, Гв — более 2500 м.

Различаются следующие группы механического состава почв и почвообразующих пород, оказывающих существенное влияние на влагообеспеченность, пищевой режим почв и агротехнику: С — суглинки и глины; ПС — чередование суглинков, супесей и песков; П — пески и супеси.

Для характеристики гидрологических условий округа дается оценка степени заболоченности (три степени по соотношению заболоченных и незаболоченных территорий):

Индекс	Степень заболоченности
$б_1$	Слабая
$б_2$	Средняя
$б_3$	Сильная

Почвенный покров округов отражается через систему преобладающих типов и подтипов почв. Каждый из них объединяет конкретные агроструктуры почвенного покрова по признакам преобладающих почв и размерам почвенных контуров внутри сельскохозяйственных угодий, связанным с особенностями почвообразования в различных условиях мезо- и микрорельефа (табл. 22).

Для сельскохозяйственного производства округа характерны:

— особенности мезо- и микроклимата;

— набор сельскохозяйственных культур и сортов, отвечающий местным условиям;

— главные особенности агротехники, определяемые условиями рельефа и характером почвенного покрова;

— соотношение сельскохозяйственных угодий, а также естественных и агрокультурных ландшафтов при определенной степени освоенности территории;

— определенные виды мелиорации и соотношение мелиорируемых и немелиорируемых площадей;

— системы севооборотов;

— система мероприятий по охране природы и почвенного покрова.

При выделении округов были использованы следующие картографические материалы: карта обобщенных типов рельефа и почвообразующих пород, составленная сотрудниками Почвенного института им. В. В. Докучаева и биолого-почвенного факультета МГУ; почвенные карты Европейской части и других частей СССР; гипсометрическая карта СССР; карта агроклиматического районирования СССР (Д. И. Шашко); карты внутриобластного районирования для целей сортоиспытания и сорторазмещения (комиссия по государственному испытанию зерновых культур) и др. Карты приводились к одному масштабу для возможного их наложения.

При более дробном внутриобластном районировании округа подразделяются на подокруга — более однородные части по сочетанию агротипов и подтипов почвенного покрова и классов земель.

В системе агроклиматического районирования горную территорию целесообразно рассматривать по принадлежности к широтным поясам (теплому, умеренному, холодному) и подпоясам, ко-

Преобладающие типы и подтипы почвенного покрова в округах (по Н. Н. Розову)

Зона	Тип почвенного покрова	Контурность
I. Полярно-тундровая	1. Арктический	Микроконтурный
	2. Глее-тундровый	Микроконтурный
	3. Тундрово-болотный	Микро- и мелкоконтурный
II. Лесотундрово-северотаежная	4. Мерзлотно-таежный	Мелкоконтурный
III. Среднетаежная	5. Глее-подзолистый и подзолистый	Мелкоконтурный
	6. Глеево-таежный	Микро- и мелкоконтурный
	7. Таежно-болотный	Микро- и мелкоконтурный
	8. Пойменный таежный	Мелкоконтурный
IV. Южнотаежно-лесная	9. Дерново-подзолистый	Средне- и мелкоконтурный
	10. Подзолисто-глеевый	Мелкоконтурный
	11. Болотно-подзолистый	Мелкоконтурный
	12. Дерново-карбонатный	Мелкоконтурный
	13. Подзолисто-буроземный	Средне- и мелкоконтурный
	14. Пойменный южнотаежный	Мелкоконтурный
V. Лесостепная	15. Серолесной	Средне- и мелкоконтурный
	16. Выщелоченно-черноземный	Крупно- и среднеконтурный
	17. Типично черноземный	Крупноконтурный
	18. Лугово-черноземный	Крупноконтурный
	19. Лугово-солонцевато-солонцово-черноземный	Микроконтурный
	20. Пойменный лесостепной	Мелкоконтурный
VI. Степная	21. Обыкновенно черноземный	Крупно- и среднеконтурный
	22. Южно-черноземный	Крупно- и среднеконтурный
	23. Карбонатно-черноземный (литогенный)	Мелкоконтурный
	24. Солонцевато-черноземный	Микроконтурный
	25. Черноземно-солонцовый	Микроконтурный
	26. Пойменный степной	Мелкоконтурный
VII. Сухостепная	27. Темно-каштановый	Средне- и мелкоконтурный
	28. Каштановый	Средне- и мелкоконтурный
	29. Солонцевато-каштановый	Микроконтурный

Зона	Тип почвенного покрова	Контурность
	30. Каштаново-солонцовый	Микроконтурный
	31. Пойменный сухостепной	Мелкоконтурный
VIII. Полупустынная	32. Светло-каштановый	Мелкоконтурный
	33. Светло-сероземный	Мелкоконтурный
	34. Солонцевато-полупустынный	Микроконтурный
	35. Солонцово-полупустынный	Микроконтурный
	36. Пойменный полупустынный	Мелкоконтурный
IX. Пустынная умеренного пояса	37. Бурый	Мелкоконтурный
	38. Серобурый	Мелкоконтурный
X. Субтропическая пустынная	39. Солонцово-пустынный	Средне- и мелкоконтурный
	40. Солончаково-пустынный	Мелкоконтурный
	41. Рыхлопесчаный пустынный	Средне- и мелкоконтурный
	42. Такыровидный и такырный	Мелкоконтурный
	43. Пойменный пустынный	Мелкоконтурный
XI. Предгорная пустынно-степная умеренного пояса	44. Сероземный	Средне- и мелкоконтурный
	45. Лугово-сероземный	Микро- и мелкоконтурный
	46. Пойменный сухосубтропический	Мелкоконтурный
XII. Субтропическая предгорная полупустынно-пустынная	47. Коричневоземный	Средне- и мелкоконтурный
	48. Серо-коричневоземный (каштановый закавказский)	Средне- и мелкоконтурный
XIII. Субтропическая кустарниково-степная и сухолесная	49. Лугово-коричневоземный	Микро- и мелкоконтурный
	50. Пойменный субтропический	Мелкоконтурный
XIV. Субтропическая влажнолесная	51. Красноземно-желтоземный	Мелкоконтурный
	52. Глеево-желтоземный	Мелкоконтурный
	53. Желтоземно-болотный	Мелкоконтурный
	54. Пойменный влажносубтропический	Мелкоконтурный
Сельскохозяйственные типы почвенного покрова гор		
Горные территории	55. Горно-тундровый	Мелкоконтурные с выходами горных пород
	56. Горно-луговой	
	57. Горно-лугово-степной	
	58. Горно-равнинно-дерновый (вулканический)	

Зона	Тип почвенного покрова	Контурность
Горные территории	59. Горно-подзолистый	
	60. Горно-мерзлотно-таежный	Мелкоконтурные с выходами горных пород
	61. Горно-лесной буроземный	То же
	62. Горно-серолесной	»
	63. Горно-черноземный	»
	64. Горно-каштановый	»
	65. Горно-коричневый и горно-серо-коричневый	»
	66. Горно-сероземный	»
	67. Высокогорно-пустынный	»

торые во многом определяют специфику природных условий (радиационный режим, типы структур высотной зональности и др.), а следовательно, и хозяйственную значимость земель. С учетом географического положения горной территории принимается следующая таксономическая схема ее районирования: агроклиматические горная область, горная провинция и горный округ.

Горная область — крупная орографическая система, включающая отдельные горные образования (горы, котловины), привязанная к соответствующему широтному тепловому поясу или смежным поясам; характеризуется поясными типами высотной зональности и связанными с ними типами сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования земель. К таким областям относятся, например, горы Кавказа, Средней Азии, Урал и др.

Зоны в пределах горных областей выделяются по зональным типам почвенного покрова, температурным полосам и зонам увлажнения (по шкалам, приведенным в п. 2.2) в их сопряжении.

Горная провинция — обособленная часть горной области или ее часть, относящаяся к широтному агроклиматическому (природно-сельскохозяйственному) тепловому поясу, подпоясу или широтной зоне. Пример: Большой Кавказ, Малый Кавказ, Талыш, Северный Урал, Средний Урал, Южный Урал.

Горный округ — часть горной провинции, характеризующаяся определенными зональными (почвенно-климатическими) и орографическими особенностями. Почвенно-климатические особенности округа связаны с положением его в определенном широтном тепловом поясе и относительно циркуляции воздушных масс. С учетом орографических особенностей выделяются округа высокогорные горнолуговые (альпийские и субальпийские), склоновые средние и низкогорные, плоскогорные и долинно-межгорно-котловинные.

Экологические условия произрастания растений и использования земельного фонда в значительной мере определяются экспозицией макросклонов. В связи с этим в теплом поясе горные ок-

руга на макросклонах выделены по нижней предгорной зоне с учетом экспозиции склонов.

Общесоюзное районирование горной территории завершается выделением горных провинций и горных округов в теплом поясе.

При выделении горных подразделений в теплом поясе критерии температурных полос снижаются на 200 °С, учитывая, что в горных районах меньшая потребность растений в суммах температур. Критерии сумм для температурных полос этого пояса приняты следующие: 1000 °С — холодный пояс (субальпийский и альпийский), 1000 — 2000 °С — ранних культур умеренного пояса, 2000—2600 °С — культур средней спелости, 2600—3200 °С — среднепоздних культур, 3200—3800 °С — поздних культур переходной полосы к субтропическому поясу, 3800 °С — культур с длинным вегетационным периодом субтропического пояса.

Детализация равнинных и горных округов может быть произведена на основе классификации земель по природным предпосылкам их рационального использования, принятой в системе Государственного земельного кадастра СССР. Классификацией предусматривается выделение категорий пригодности, классов и видов земель [86]. Эти таксономические единицы несут информацию о природном содержании округов (рельефе, механическом составе почв и др.), а также об особенностях мезо- и микроклимата. Стоит задача увязки легко картируемых классов и видов земель с особенностями мезо- и микроклимата.

В приложении приведена схема агроклиматического районирования СССР на уровне провинций. Равнинная территория подразделена на 3 тепловые пояса, 14 зон, 47 провинций; горная территория — на 8 горных областей и 21 горную провинцию. По выделенным подразделениям территории приведены наиболее характерные агроклиматические показатели. Карта-схема агроклиматического районирования представлена на рис. 33.

Природно-сельскохозяйственное районирование СССР, разработанное в ГИЗР МСХ СССР, позволило выделить в пределах провинций округа. Эти подразделения в соответствии с положением о единой системе комплексного природно-сельскохозяйственного и агроклиматического районирования принимаются за агроклиматические округа. Всего в теплом поясе выделено 236 равнинных и 28 горных округов. Общесоюзное районирование на уровне округов дано в работе [59] и показано на карте «Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР» (изд. ГУГК, 1984).

На карте округа обозначены буквенными символами и группами цифр. Буквенные и цифровые символы и характеризуют особенности рельефа как главного фактора мезоклимата, преобладающие сельскохозяйственные типы и подтипы почвенного покрова, тепло- и влагообеспеченность и сравнительную оценку биологической продуктивности по относительным значениям биоклиматического потенциала. Группы цифр — агроклиматические показатели. Для производственной характеристики округов по указан-

ным показателям используются агроклиматические шкалы, приведенные в п. 2.1—2.4.

Пример производственной характеристики округа 5 Среднерусской лесостепной провинции:

5. ВуС (16 + 15; 2325; 0,87; 114) — округ возвышенно-увалистый, суглинистый, выщелоченно-черноземный и серолесной, выше среднего обеспеченный теплом (среднепоздних культур), слабо засушливый (полузасушливый), средней биологической продуктивности. В формуле в скобках на первом месте — индексы сельскохозяйственных типов почвенного покрова (16+15); на втором — сумма активных температур (2325); на третьем — коэффициент годового атмосферного увлажнения (0,87); на четвертом — индекс биологической продуктивности в баллах (114).

Картографическая сетка агроклиматического районирования СССР построена на уровне равнинных и горных провинций. При построении сетки районирования соблюдался принцип согласования границ по изолиниям агроклиматических показателей с природными границами. При этом за основу взяты природные границы.

В некоторых местах, как отмечалось, границы природных зон отклоняются от изолиний агроклиматических показателей, что связано с почвообразующими породами, рельефом, степенью континентальности климата. Учитывая это, на карте-схеме показаны пределы колебаний агроклиматических показателей, примерно описывающих природные границы: суммы температур и коэффициенты годового атмосферного увлажнения.

Приведенные выше понятия и признаки таксономических единиц агроклиматического районирования согласованы с понятиями и признаками соответствующих подразделений территории по системе природно-сельскохозяйственного районирования [59].

3.3. Внутриобластное агроклиматическое районирование

Внутриобластное агроклиматическое районирование служит главным образом для удовлетворения потребностей областных, краевых, республиканских (без областного деления), районных сельскохозяйственных организаций и хозяйств в учете и производственной оценке макро-, мезо- и микроклимата в комплексе с другими природными условиями.

Для решений этой задачи внутриобластное районирование строится на основе общесоюзного агроклиматического на уровне округов, увязанного с природным сельскохозяйственным районированием.

Макроклиматические различия областей устанавливаются прямым наложением карты общесоюзного районирования на карту административного деления области. Таким наложением выделяются части зон и провинций, приходящиеся на административные области. Эти части описываются соответствующими агроклиматическими показателями, рассчитанными по данным сети метеоро-

логических станций, выражающим макроклиматические условия подразделений территории.

Мезо- и микроклиматические образования не могут быть выделены непосредственно по данным наблюдений метеорологических станций, так как температура, влажность воздуха и другие элементы климата сильно варьируют по территории под влиянием особенностей рельефа, почвогрунтов и других местных факторов. Однако для внутриобластных природно-сельскохозяйственных комплексов — округов, подокругов — характерны определенные режимы элементов климата. В них формируется свойственный для них мезо- и микроклимат, особенности которого устанавливаются специальными мезо- и микроклиматическими наблюдениями. Обобщение этих наблюдений позволяет характеризовать по особенностям мезо- и микроклимата сходные по комплексу природных условий подразделения территории других мест [20, 96 и др.].

В связи с указанным внутриобластные природно-сельскохозяйственные комплексы — округа и подокруга и их части, приходящиеся на административные области, можно принимать за агроклиматические подразделения территории по особенностям мезо- и микроклимата.

Для удовлетворения потребностей сельскохозяйственных организаций и хозяйств большое значение имеет увязка границ агроклиматических подразделений с границами административных районов и хозяйств. Такая увязка необходима для научно обоснованного планирования сельскохозяйственного производства, совершенствования управления производством, разработок дифференцированных агрономических мероприятий.

С учетом приведенных положений внутриобластным агроклиматическим районированием предусматривается выделение равнинных и горных агроклиматических районов и подрайонов.

Агроклиматический район — часть административной области, относящаяся к определенной зоне и провинции по особенностям макроклимата и округу — по особенностям мезо- и микроклимата. Внутриобластной агроклиматический район включает целые административные районы внутри области, края, республики, близкие по комплексу природно-климатических условий и использованию земельного фонда.

На равнинной территории с развитым земледелием внутриобластные агроклиматические районы представляют обычно части агроклиматических округов, приходящиеся на административные области. В некоторых случаях в агроклиматические районы могут включаться небольшие по площади части смежных округов, относящиеся к данной административной области.

В северных, полупустынных, пустынных и горных частях страны, со сходным использованием земель различных природных подразделений, административные районы, как территориально-хозяйственные единицы, нередко захватывают различные округа и провинции. В таких случаях внутриобластные агроклиматические районы представляют комплекс природных образований с харак-

терными для каждого природного выдела территории особенностями климата. Части смежных природных комплексов, включаемые в агроклиматические районы, могут рассматриваться как агроклиматические подрайоны.

Агроклиматический подрайон — сравнительно однородная часть агроклиматического района по комплексу природных условий, определяющих особенности мезо- и микроклимата, и использованию земельного фонда. Характеризуется территориальной специализацией, отражающей особенности местных природных и экономических условий. Объединяет сельскохозяйственные предприятия.

Агроклиматические подрайоны в основном соответствуют подокругам или их частям, приходящимся на внутриобластные агроклиматические районы. Для них характерно преобладание одного класса земель или закономерное сочетание нескольких классов по классификации земель СССР, принятой в системе Государственного земельного кадастра.

Внутриобластные агроклиматические районы получают комплексные названия, выражающие особенности природно-климатических условий и их проявление в типах сельского хозяйства. Названия состоят: из собственного названия по местоположению в области (западный, восточный и т. д.); зональной принадлежности; из комплексной ландшафтной характеристики (тип рельефа, гидрологические условия, почвообразующие породы); агроклиматической характеристики по показателям тепло- и влагообеспеченности; климатического индекса биологической продуктивности ($Б_к$); характеристики специализации сельского хозяйства.

В северных, пустынных и горных районах комплексные земельно-кадастровые районы, выделенные указанным выше способом, получают названия: предгорно-горный, равнинно-горный или по зональному признаку — среднесеверотаежный, полупустынно-пустынный и т. д. с соответствующими агроклиматическими критериями и характеристиками использования земельного фонда (пастбищный, комплексного использования и др.).

Автономные республики, автономные области и автономные округа принимаются за самостоятельные территориальные единицы, в пределах которых выделяются агроклиматические районы и подрайоны.

На местах в процессе разработок Государственного земельного кадастра, систем ведения сельского хозяйства и других мероприятий накопился опыт построения различных видов внутриобластного районирования — экономического сельскохозяйственного, земельно-оценочного, агропочвенного, для целей сортоиспытания и сорторазмещения, общих целей и др.

При районировании особенно важным является отражение накопленных знаний о природной среде и критическое осознание опыта развития сельского хозяйства в местных природных условиях. В связи с этим выделение внутриобластных агроклиматических районов и подрайонов следует проводить на основе ознакомления с разработанными в областях внутриобластными отрасле-

выми и комплексными районированиями. Но необходимо согласование этих видов районирований и приведение их к единой системе комплексного природно-сельскохозяйственного районирования, которое принимается за базисное.

Согласование районирований осуществляется методом их наложения. Особенно важно согласование внутриобластного агроклиматического, природно-сельскохозяйственного районирований и экономического сельскохозяйственного по территориальной специализации.

Выделенные на местах внутриобластные подразделения территории по специализации получили названия «сельскохозяйственных зон», «микрозон», «микрорайонов». Эти подразделения по своему содержанию и назначению тождественны с внутриобластными природно-сельскохозяйственными и агроклиматическими. Ими также раскрывается проявление природного биоклиматического потенциала в данных конкретных условиях в системах сельского хозяйства. При согласовании следует учитывать, что подразделения экономического сельскохозяйственного районирования, выделенные местными организациями, различны по степени детальности и, кроме того, по поставленным целям. Иногда это собственно природное районирование, иногда отграничение сельскохозяйственных районов по характеру существующего сельского хозяйства или по перспективным его типам и часто не согласуется с районированием смежно расположенных областей. Поэтому целесообразно природно-экономическое, так же как и агроклиматическое, районирование привязать к системе базового природно-сельскохозяйственного районирования.

Исходя из аналогии понятий подразделений территории, внутриобластные агроклиматические (природно-сельскохозяйственные) районы и подрайоны целесообразно рассматривать как сельскохозяйственные микрозоны и микрорайоны по территориальной специализации.

На основе рассмотренных научно-методических положений разрабатываются схемы внутриобластного (краевого, республиканского) агроклиматического районирования.

Схемы внутриобластного районирования на уровне агроклиматических районов содержат:

— развернутые названия агроклиматических районов, выражающие особенности природно-климатических условий;

— перечень административных районов, приходящихся на внутриобластные агроклиматические районы;

— индексы агроклиматических провинций и округов;

— основные агроклиматические показатели округов;

— характеристику территориальной специализации по природно-климатическим и экономическим условиям (основные отрасли сельского хозяйства).

В настоящее время имеется опыт внутриобластного природно-сельскохозяйственного районирования [59]. Согласно изложенным выше положениям, внутриобластные природно-сельскохозяйствен-

ные районы могут быть приняты и за внутриобластные агроклиматические районы.

На основе внутриобластного агроклиматического районирования, согласованного с природно-сельскохозяйственным, целесообразно построение агроклиматического кадастра. Единство природно-производственных внутриобластных выделов территории значительно упрощает использование материалов Государственного земельного и агроклиматического кадастров при разработках внутриобластных зональных систем ведения сельского хозяйства и ряда других сельскохозяйственных мероприятий.

Ниже приводятся схемы внутриобластного агроклиматического районирования на примере Ростовской области (табл. 22а).

Согласно примеру, схемы внутриобластного агроклиматического (комплексного природно-сельскохозяйственного) районирования довольно подробно раскрывают природно-климатические особенности групп административных районов, образующих агроклиматические районы, и также особенности каждого административного района. Следует подчеркнуть важность характеристики агроклиматических районов и хозяйств по климатическому индексу биологической продуктивности $Б_к$ (относительным значениям биоклиматического потенциала). Этот показатель применяется для сравнительной межрегиональной оценки биологической продуктивности и выражает в относительных значениях естественное плодородие зональных типов почв. От этого показателя, пользуясь поправочными коэффициентами, можно перейти к межрегиональной оценке других типов почв.

На карты-схемы внутриобластного агроклиматического районирования, увязанного с комплексным природно-сельскохозяйственным районированием, может быть наложена сетка районирования территории по совмещенным элементам климата ($\Sigma t_{ак}$, $КУ$, $Б_к$ и др.). Такое наложение важно для производственной оценки агроклиматических условий в комплексе с другими элементами природы.

В заключение отметим следующее.

1. На равнинной территории с развитым земледелием внутриобластные агроклиматические районы, как правило, соответствуют частям округов, приходящимся на административные области. Лишь небольшие территории от смежных округов присоединяются к внутриобластным агроклиматическим районам, выделенным по преобладанию территории.

2. Схемы внутриобластного природно-сельскохозяйственного районирования [59] могут быть приняты за основу для построения на местах согласованного внутриобластного агроклиматического районирования по примеру приведенной выше схемы для Ростовской области.

3. Внутриобластные агрометеорологические (природно-сельскохозяйственные) районы и подрайоны могут быть приняты за земельно-кадастровые (учетно-оценочные) подразделения территории.

Схемы внутриобластного агроклиматического районирования. Ростовская обл.

Внутриобластной агроклиматический район	Административный район (название, номер)	Зона, провинция	Округа, природно-климатические показатели	Основные отрасли сельского хозяйства
Зона степная				
Провинция Предкавказская (степная и лесостепная)				
I. Западный степной, равнинно-волнистый, суглинистый, обыкновенно черноземный; выше среднего обеспеченный теплом; полузасушливый, повышенной биологической продуктивности	Аксайский (6) Красносулинский (6) Куйбышевский (6) Матвеево-Курганский (6) Мясниковский (6) Неклиновский (6) Октябрьский (6) Родионово-Несветайский (6) Усть-Донецкий (6) Ростов-на-Дону (6)	6-2б	6. РвС (21; 3125; 0,62; 122)	Зерновое хозяйство, молочно-мясное скотоводство, свиноводство, подсолнечник, овощеводство, садоводство, пригородное хозяйство
II. Юго-западный степной, плоскоравнинный, суглинистый, обыкновенно черноземный; выше среднего обеспеченный теплом, полузасушливый, средней биологической продуктивности	Азовский (7) Багаевский (7) Веселовский (7) Егорлыкский (7) Зерноградский (7) Песчанокопский (7) Сальский (7) Семикаракорский (7) Целинский (7)	6-2б	7. РпС(21; 3300; 0,53; 119)	Зерновое хозяйство, молочно-мясное скотоводство, овощеводство, подсолнечник, рис, садоводство

Внутриобластной агроклиматический район	Административный район (название, номер)	Зона, провинция	Округа, природно-климатические показатели	Основные отрасли сельского хозяйства
	Провинция Южнорусская			
III. Северный степной, возвышенно-увалистый и равнинно-увалистый, суглинистый, южно и обыкновенно черноземный; выше среднего обеспеченный теплом, полузасушливый и засушливый, средней биологической продуктивности	Белокалитвенский (6) Боковский (5) Верхнедонской (5) Вешенский (5) Каменский (6) Кашарский (5) Константиновский (6) Миллеровский (5) Милютинский (6) Тарасовский (6) Тацинский (6) Чертковский (5)	6-3	5. ВуС (22 + 21; 2900; 0,58; 113) 6. РуС (22; 3150; 0,49; 107)	Зерновое хозяйство, подсолнечник, молочно-мясное скотоводство
	Зона сухостепная			
	Провинция Манычско-Донская			
IV. Восточно-сухостепной, равнинно-увалистый и равнинно-волнистый, суглинистый, каштаново-солонцовый и пойменный, сухостепной, южно-черноземный; выше среднего обеспеченный теплом, засушливый, средней биологической продуктивности	Дубовский (3) Заветинский (2) Зимовниковский (3) Мартыновский (6) Морозовский (6) Обливский (5) Орловский (6) Пролетарский (3) Ремонтненский (3) Цимлянский (6)	7-2 6-3 7-2 6-3	2. РуС (30; 3100; 0,40; 86) 3. РвС(30 + 31; 3375; 0,42; 100) 6. РуС (22; 3150; 0,49; 107) 5. ВуС (22 + 21; 2900; 0,58; 113)	**Зерновое хозяйство, овцеводство**

Глава 4

Агроклиматические особенности подразделений территории общесоюзного районирования

По приведенной выше системе общесоюзного районирования составлена карта (см. рис. 33) и расширенная легенда к ней (см. приложение). Материалы карты и легенды позволяют характеризовать подразделения территории по важнейшим агроклиматическим и другим показателям природной среды.

Пояса и зоны характеризуются суммами активных температур ($\Sigma t_{ак}$) и коэффициентом годового увлажнения ($КУ = P/f$); провинции — коэффициентом континентальности ($К_к$), суммами активных температур ($\Sigma t_{ак}$), продолжительностью основного периода вегетации с температурой воздуха выше 10 °С (n), средней температурой наиболее теплого месяца ($t_т$), средней температурой наиболее холодного месяца ($t_х$), количеством годовых осадков (P), коэффициентом годового увлажнения ($КУ$), высотой снежного покрова среди зимы (h), климатическим индексом биологической продуктивности ($Б_к$) [59].

Наиболее подробно рассмотрим агроклиматическую характеристику умеренного пояса, имеющего развитое земледелие. На территории этого пояса произрастают сельскохозяйственные культуры, характеризующиеся умеренными требованиями к теплу.

В пределах пояса бесполивное земледелие развито в южнотаежной, лесостепной, степной и сухостепной зонах. В пределах умеренного пояса среднетаежная зона, недостаточно обеспеченная теплом, а также полупустынная и пустынная зоны относятся к территории слаборазвитого и неразвитого земледелия в естественных условиях.

При большой протяженности пояса наличие материковых и океанических влияний обусловливает большое разнообразие природных образований — от средней тайги в северной части пояса до пустынь Казахстана в южной. В соответствии с этим пояс включает температурные полосы ранних, среднеранних, средних, среднепоздних и поздних культур.

По теплообеспеченности территория умеренного пояса с развитым земледелием с севера ограничивается изолинией $\Sigma t_{ак} = 1600$ °С (1400 °С) и проходит по северной границе южной тайги, а с юга — изолинией 4000 °С.

В умеренном поясе на большей части равнинной территории наблюдается постепенное увеличение сухости климата с севера на юг. В северных районах выпадающие осадки покрывают (местами с избытком) возможное при данном радиационном балансе испарение. На юге, наоборот, радиационный баланс значительно превышает затраты тепла на испарение.

Над территорией пояса преобладают воздушные массы умеренных широт. Климат пояса изменяется от слабоконтинентальн-

ного (западные районы Европейской части СССР) до резко континентального (Забайкалье, Приамурье), зима — от мягкой до суровой, от многоснежной до бесснежной. Характерный климатический признак пояса — наличие хорошо выраженных сезонов года. Отмеченные особенности природных условий определяют внутрипоясные подразделения территории.

4.1. Зона IV. Южнотаежно-лесная, ниже среднего и средне-обеспеченная теплом, преимущественно влажная и избыточно влажная, с господством дерново-подзолистых почв

4.1.1. Провинция IV-1. Прибалтийская южнотаежно-лесная

Климат провинции умеренно и слабоконтинентальный ($К_к$ = = 111 ... 140), что выражается в умеренно мягкой зиме, в длинном весеннем и осеннем сезонах, избыточном атмосферном увлажнении.

По обеспеченности теплом провинция относится преимущественно к полосе среднеранних культур (зерновые, зернобобовые, картофель, лен, сахарная свекла на корм и сахар — в южной части), $\Sigma t_{ак}$ находится в пределах 1600—2300 °С. К полосе ранних культур умеренного пояса ($\Sigma t_{ак}$ = 1400...1600 °С) относится только северная часть провинции. Основной период вегетации короткий и средней продолжительности (103 — 152 дня). Беззаморозковый период длиннее основного на 10—20 дней.

По годовому увлажнению провинция избыточно влажная, $КУ > 1{,}33$ ($> 0{,}60$). За год выпадает 500—800 мм осадков при испаряемости 400—500 мм. Вероятность сухих и засушливых лет на западе провинции равна нулю, на остальной территории — 1—4 %. Для провинции характерен 1-й тип динамики увлажнения — все сезоны незасушливые с нарастанием увлажнения от весны к осени. Биологическая продуктивность по климатическому индексу преимущественно средняя ($Б_к$ = 88 ... 126).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 23.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации составляют 90—100 % от наименьшей влагоемкости в доступной влаге [1]. К концу вегетации запасы снижаются до 65—70 %, что характеризует условия роста растений по показателю влажности почвы как полувлажные. В среднем влажность почвы в слое 0—100 см находится на уровне 80 % ПВ, а по всем слоям — выше нижней границы оптимального увлажнения, равной 50 % ПВ (рис. 12) [2].

[1] См. п. 4.2.2; в дальнейшем запасы продуктивной влаги приводятся в процентах от полевой влагоемкости (ПВ).

[2] Оценка влагообеспеченности по запасам почвенной влаги дана по шкале, приведенной в табл. 62. Для иллюстрации динамики влагообеспеченности сельскохозяйственных культур по некоторым характерным пунктам агроклиматических зон приведены графики.

Основные агроклиматические показатели Прибалтийской провинции IV-1

Показатель	Период	Север	Юг		Запад	Восток	Центр
		Пушкин	Каунас	Витебск	Валга	Окуловка	Остров
Континентальность		128 Сл	124 Сл	141 У	122 Сл	138 У	131 У
Сумма активных температур, °С		1677 Ух²	2270 У¹	2146 Ух²	1899 Ух²	1742 Ух²	1927 Ух²
Температура наиболее теплого месяца, °С		16,8 П³	17,5 Т¹	18,0 Т¹	16,8 П³	16,9 П³	17,2 П³
Температура наиболее холодного месяца, °С		−3,5 М³	−5,0 М³	−7,8 М³	−6,5 М³	−9,6 М³	−7,6 М³
Осадки, мм	Год	569	612	620	663	650	513
Баланс увлажнения ($P - f$), мм	Год	+159	+169	+160	+269	+223	+116
	Весна V	−19	−9	−24	−17	−23	−26
	Лето VI	−12	−14	−22	−5	−13	−26
	VII	−16	+5	+7	+17	−4	−8
	VIII	+21	+27	+12	+24	+14	+8
	Осень IX	+29	+15	+22	+38	+36	+29
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	1,39 Ви	1,38 Ви	1,35 Ви	1,68 Ви	1,52 Ви	1,27 В
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	2	3	3	0	1	4
Сезон							
весна (5—15 °С)	Начало	25 IV	12 IV	15 IV	20 IV	22 IV	19 IV
	Конец	24 VI	8 VI	8 VI	16 VI	18 VI	17 VI
	Продолжительность, дни	60	57	54	57	57	59
лето (15—15 °С)	Начало	24 VI	8 VI	8 VI	16 VI	18 VI	17 VI
	Конец	14 VIII	27 VIII	23 VIII	17 VIII	15 VIII	17 VIII
	Продолжительность, дни	51	79	75	61	57	61
осень (15—5 °С)	Начало	14 VIII	27 VIII	23 VIII	17 VIII	15 VIII	17 VIII
	Конец	10 X	24 X	17 X	16 X	8 X	17 X
	Продолжительность, дни	57	58	54	60	54	61
зима (0—0 °С)	Начало	7 XI	23 XI	13 XI	15 XI	2 XI	14 XI
	Конец	5 IV	22 III	31 III	31 III	3 IV	1 IV
	Продолжительность, дни	149	120	139	137	153	138
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	20 V	1 V	30 IV	11 V	16 V	10 V
	Конец	15 IX	31 IX	20 IX	19 IX	13 IX	20 IX
	Продолжительность, дни	118	151	142	130	119	133
Беззаморозковый период	Начало	11 V	8 V	6 V	13 V	17 V	11 V
	Конец	1 X	6 X	4 X	30 IX	20 IX	30 IX
	Продолжительность, дни	142	150	150	139	125	141

Показатель	Период	Север	Юг		Запад	Восток	Центр
		Пушкин	Каунас	Витебск	Валга	Окуловка	Остров
Биологическая продуктивность, баллы		92 Ср	124 Пв	118 Ср	104 Ср	96 Ср	106 Ср

Следует отметить, что для некоторых декад характерно превышение фактического испарения E, рассчитанного по методу водного баланса, над расчетным влагопотреблением (испаряемостью f). Здесь имеет место неучтенный влагообмен с нижними слоями почвы и поверхностный сток при больших осадках за декаду. В провинции создаются условия для переувлажнения почвогрунтов, что вызывает необходимость осушительных мероприятий.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона (устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С) приходится на конец марта; на севере и востоке провинции — на начало апреля. Окончание весны, характеризуемое переходом температуры воздуха через 15 °С и началом сева теплолюбивых культур, приходится в основном на середину июня. Вегетативная весна (5—15 °С) начинается во 2-й декаде апреля, на севере и востоке — в 3-й. Вегетативная весна очень длинная (54—60 дней).

Переход средней суточной температуры воздуха через 10 °С и наступление мягкопластичного состояния почвы на основной территории провинции приходится на 2-ю декаду мая, на юге провинции — на начало мая. Беззаморозковый период наступает примерно в это же время. По показателю атмосферного увлажнения весна преимущественно полузасушливая. Вероятность засушливых месяцев 38—56 %.

Лето (15—15 °С). Наступление сезона, совпадающее с севом теплолюбивых культур, интенсивным ростом полевых культур, колошением и цветением озимых, на основной части территории приходится на середину июня, на юге провинции — на конец 1-й декады июня, на севере — на 3-ю декаду июня. Окончание сезона совпадает примерно с началом сева озимых и приходится на 2-ю декаду августа, лишь на юге провинции — на 3-ю декаду. Продолжительность сезона колеблется от 51 дня на севере провинции до 79 дней на юге. Лето умеренно прохладное и умеренно теплое ($t_т = 16$ ... 18 °С). Лето в начале полувлажное, в конце влажное и избыточно влажное. Вероятность сухих и засушливых месяцев по показателю атмосферного увлажнения 18—48 %.

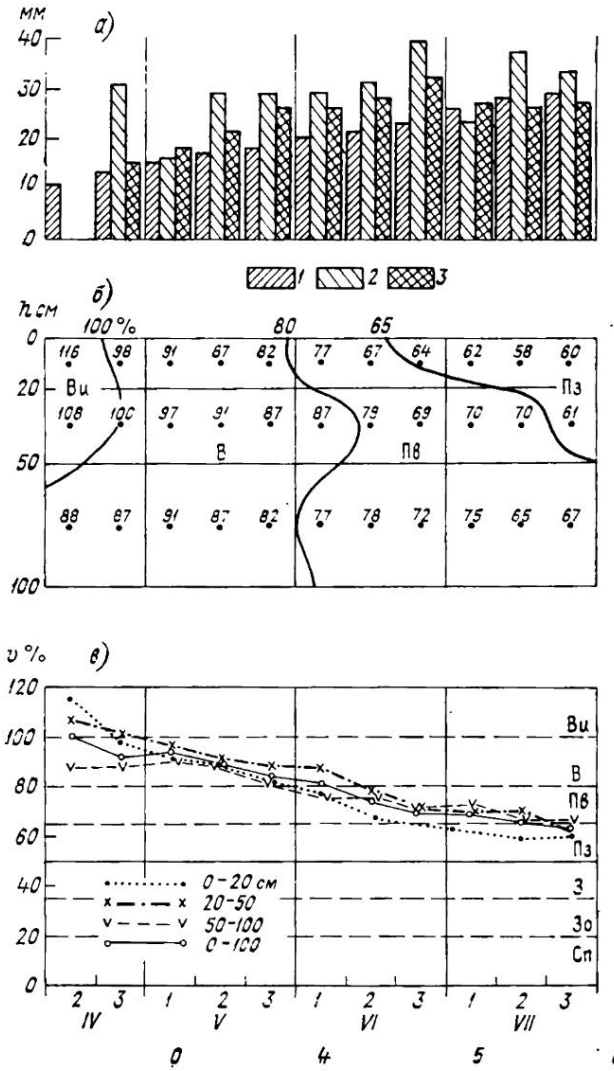


Рис. 12. Влагообеспеченность по запасам почвенной влаги. Провинция IV-1, ст. Каунас, Литовская ССР, яровые культуры.

а — количество осадков (*1*), испарение, т. е. расход влаги в слое почвы 100 см (*2*), испаряемость (*3*); *б* и *в* — обеспеченность и запасы продуктивной влаги (*V*) по слоям почв.

Осень (15 — 0 °С). Начало сезона совпадает с севом озимых культур — 2-я половина августа, окончание — с началом октября. Вегетативная осень (15 — 5 °С) очень длинная (54—61 день), избыточно влажная. Заморозки наступают в среднем в конце сентября — начале октября, позднее перехода температуры через 10 °С на 1—2 недели.

Зима (0—0 °С). Начало сезона — 1-я декада октября, окончание — в конце марта — начале апреля. Зима средней продолжительности и длинная (от 120 дней на юге до 151 дня на севере), умеренно мягкая и умеренно холодная ($t_х$ = —2,0 ... —11,0 °С), малоснежная и умеренно снежная (20—45 см).

4.1.2. Провинция IV-2. Западная южнотаежно-лесная

Климат провинции умеренно континентальный ($К_к$ = 132 ... 150). Это выражается в умеренно мягкой зиме, умеренно теплом летнем сезоне, в сравнительно продолжительных весенним и осенним сезонах и положительном годовом водном балансе.

По обеспеченности теплом провинция относится преимущественно к полосе культур средней спелости ($\Sigma t_{ак}$ = 2200...2550 °С). Только северная часть провинции относится к полосе среднеранних культур ($\Sigma t_{ак}$ = 2050 ... 2200 °С). Основной период вегетации (с температурой воздуха выше 10 °С) средней продолжительности, на юге провинции — длинный (137—163 дня). Беззаморозковый период длиннее основного примерно на неделю.

По годовому увлажнению провинция влажная, $КУ$ > 1,00 (>0,45). За год выпадает 600—700 мм осадков при испаряемости 500—600 мм. Вероятность сухих и засушливых лет равна 4—10 %. Тип динамики увлажнения 1-й — все сезоны незасушливые с нарастанием увлажнения от весны к осени. Культурные растения по среднегодовым показателям достаточно обеспечены влагой во все периоды вегетации. Биологическая продуктивность преимущественно повышенная ($Б_к$ = 113 ... 135).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 24.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации составляют 100 % ПВ и более. К концу вегетации в слое 0—100 см влажность снижается до 60—70 % ПВ (полузасушливо) и в верхнем слое до 40—50 % ПВ (засушливо).

Увлажнение корнеобитаемого слоя почвы 0—100 см и по слоям в среднем многолетнем превышает 0,5 ПВ, являющегося границей оптимального увлажнения. Для повышения эффективности использования земель необходимы осушительные мероприятия на заболоченных территориях с двусторонним регулированием почвенной влаги.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на 3-ю декаду марта, на юге и западе провинции — на 2-ю декаду марта; окончание — на начало июня. Переход температуры через 5 °С происходит в начале 2-й декады апреля, а через 10 °С — в конце апреля. Беззаморозковый период начинается примерно в это же время. Вегетативная весна (5—15 °С) длинная и очень длинная (50—61

Основные агроклиматические показатели Западной провинции IV-2

Показатель	Период	Север	Юг	Запад	Восток	Центр
		Борисов	Коростень	Пружаны	Гомель	Слуцк
Континентальность		140 У	145 У	135 У	147 У	138 У
Сумма активных температур, °С		2228 У¹	2413 У¹	2409 У¹	2489 У¹	2305 У¹
Температура наиболее теплого месяца, °С		18,2 Т¹	18,4 Т¹	18,3 Т¹	18,6 Т¹	18,0 Т¹
Температура наиболее холодного месяца, °С		−6,9 М³	−6,0 М³	−5,1 М³	−6,9 М³	−6,3 М³
Осадки, мм	Год	622	567	540	585	584
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	+113	−8	+37	+27	+108
	Весна V	−25	−35	−19	−31	−20
	Лето VI	−18	−33	−14	−29	−18
	VII	−15	−27	−13	−19	0
	VIII	−7	−11	−10	−21	0
	Осень IX	−17	−11	+1	+1	+5
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	1,22 В	0,99 Пв	1,07 В	1,04 В	1,23 В
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	4	10	7	8	4
Сезон						
весна (5—15 °С)	Начало	13 IV	10 IV	9 IV	11 IV	12 IV
	Конец	6 VI	30 V	1 VI	2 IV	1 VI
	Продолжительность, дни	54	50	53	61	50
лето (15—15 °С)	Начало	6 VI	30 V	1 VI	2 VI	1 VI
	Конец	25 VIII	3 IX	30 VIII	3 IX	30 VIII
	Продолжительность, дни	79	95	89	104	89
осень (15—5 °С)	Начало	25 VIII	3 IX	30 VIII	3 IX	30 VIII
	Конец	20 X	24 X	27 X	22 X	21 X
	Продолжительность, дни	56	51	58	59	52
зима (0—0 °С)	Начало	14 XI	22 XI	21 XI	16 XI	15 XI
	Конец	13 IV	10 IV	9 IV	11 IV	12 IV
	Продолжительность, дни	132	118	115	128	128
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	30 IV	28 IV	29 IV	27 IV	1 V
	Конец	24 IX	30 IX	2 X	29 IX	27 IX
	Продолжительность, дни	146	154	155	154	148
Беззаморозковый период	Начало	5 V	27 IV	1 V	27 IV	2 V
	Конец	10	60	100	50	50
	Продолжительность, дни	148	161	161	160	155
Биологическая продуктивность, баллы		122 Пв	132 Пв	132 Пв	137 Пв	127 Пв

день), по показателю атмосферного увлажнения — полузасушливая. Вероятность сухих и засушливых месяцев в мае около 50 %.

Лето (15—15 °С). Наступление сезона на основной части провинции приходится на начало июня; окончание — на конец августа — начало сентября. Лето умеренно теплое ($t_т = 17 ... 19$ °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето в начале преимущественно полузасушливое, в конце — полувлажное. Вероятность сухих и засушливых месяцев равна 30—50 %.

Осень (15 — 0 °С). Начало сезона приходится на конец августа — начало сентября. Переход температуры через 5 °С происходит в 3-й декаде октября. Вегетативная осень длинная и очень длинная (51—59 дней), преимущественно влажная. Заканчивается период в основном во 2-й декаде ноября, на юге и западе провинции — в 3-й декаде ноября. По коэффициенту атмосферного увлажнения осень преимущественно влажная.

Зима (0—0 °С). Начало сезона — середина ноября, окончание — вторая половина марта. Зима средней продолжительности и короткая (115—132 дня), умеренно мягкая ($t_х = -4 ... -8$ °С), малоснежная и умеренно снежная (20—45 см).

4.1.3. Провинция IV-3. Среднерусская южнотаежно-лесная

Климат провинции умеренно и среднеконтинентальный с увеличением континентальности к востоку ($К_к = 142...180$). Нарастание континентальности выражается в увеличении продолжительности зимы, уменьшении облачности, увеличении прямой солнечной радиации, уменьшении продолжительности весны и осени, сокращении основного и беззаморозкового периодов вегетации.

По обеспеченности теплом провинция относится преимущественно к полосе среднеранних культур (зерновые, зернобобовые, картофель, лен, в южной части — сахарная свекла на корм и сахар и др.), $\Sigma t_{ак} = 1600 ... 2400$ °С.

По годовому увлажнению провинция влажная и избыточно влажная. Осадки за год превышают испаряемость. Коэффициент увлажнения $КУ > 1{,}0$ ($> 0{,}45$). К избыточно влажной, $КУ > 1{,}33$ ($> 0{,}60$), относится западная подпровинция, к влажной, $КУ = 1{,}0 ... 1{,}33$ ($0{,}45 ... 0{,}60$), — центральная и восточная части. Для провинции характерен 1-й тип динамики увлажнения — все сезоны незасушливые с нарастанием увлажнения от полузасушливой и полувлажной весны до влажной и избыточно влажной осени. За год выпадает 500—600 мм и более осадков. Вероятность засушливых лет в провинции равна 5 % в западной части и около 10 % в восточной. Биологическая продуктивность по климатическому индексу средняя и повышенная ($Б_к = 88 ... 128$).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 25.

Увлажнение слоя почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см в среднем не снижается менее 0,5 ПВ, являющегося границей оптимума; запасы продуктивной влаги в корнеобитае-

Основные агроклиматические показатели Среднерусской провинции IV-3

Показатель	Период	Запад		Центр		Восток
		Вологда	Брянск	Горький	Соликамск	Пермь
Континентальность		147 У	154 У	163 У	168 С	173 С
Сумма активных температур, °С		1684 Ух[2]	2310 У[1]	2017 Ух[2]	1692 Ух[2]	1800 Ух[2]
Температура наиболее теплого месяца, °С		17,0 П[3]	18,4 Т[1]	18,6 Т[1]	17,4 П[3]	18,1 Т[1]
Температура наиболее холодного месяца, °С		—11,6 М[1]	—8,5 М[3]	—12,0 Х[1]	—15,7 Х[2]	—15,1 Х[2]
Осадки, мм	Год	538	563	527	546	570
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	+144	137	—15	—14	+28
	Весна V	—21	—27	—42	—37	—37
	Лето VI	—15	—34	—53	—39	—53
	VII	—5	—29	—35	—34	—42
	VIII	+10	—21	—28	—16	—27
	Осень IX	+30	—10	+6	+35	+13
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	1,36 Ви	1,07 Ви	0,97 Пв	1,19 В	1,05 В
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	3	7	10	4	8
Сезон						
весна (5—15 °С)	Начало	25 IV	14 IV	21 IV	27 IV	29 IV
	Конец	17 VI	30 V	5 VI	10 VI	7 VI
	Продолжительность, дни	52	45	44	43	44
лето (15—15 °С)	Начало	17 VI	30 V	5 VI	10 VI	7 VI
	Конец	15 VIII	30 VIII	24 VIII	17 VIII	20 VIII
	Продолжительность, дни	58	91	79	67	93
осень (15—5 °С)	Начало	15 VIII	30 VIII	24 VIII	17 VIII	20 VIII
	Конец	4 X	15 X	8 X	30 IX	3 X
	Продолжительность, дни	49	45	44	41	43
зима (0—0 °С)	Начало	28 X	10 XI	28 X	19 X	22 X
	Конец	5 IV	29 III	3 IV	7 IV	6 IV
	Продолжительность, дни	160	140	158	171	167
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	17 V	2 V	9 V	21 V	19 V
	Конец	11 IX	21 IX	18 IX	10 IX	12 IX
	Продолжительность, дни	120	136	123	111	115
Беззаморозковый период	Начало	20 V	10 V	4 V	2 VI	25 V
	Конец	18 IX	24 IX	5 IX	12 IX	18 IX
	Продолжительность, дни	120	136	123	111	115
Биологическая продуктивность, баллы		99 Ср	126 Пв	105 Ср	93 Ср	97 Ср

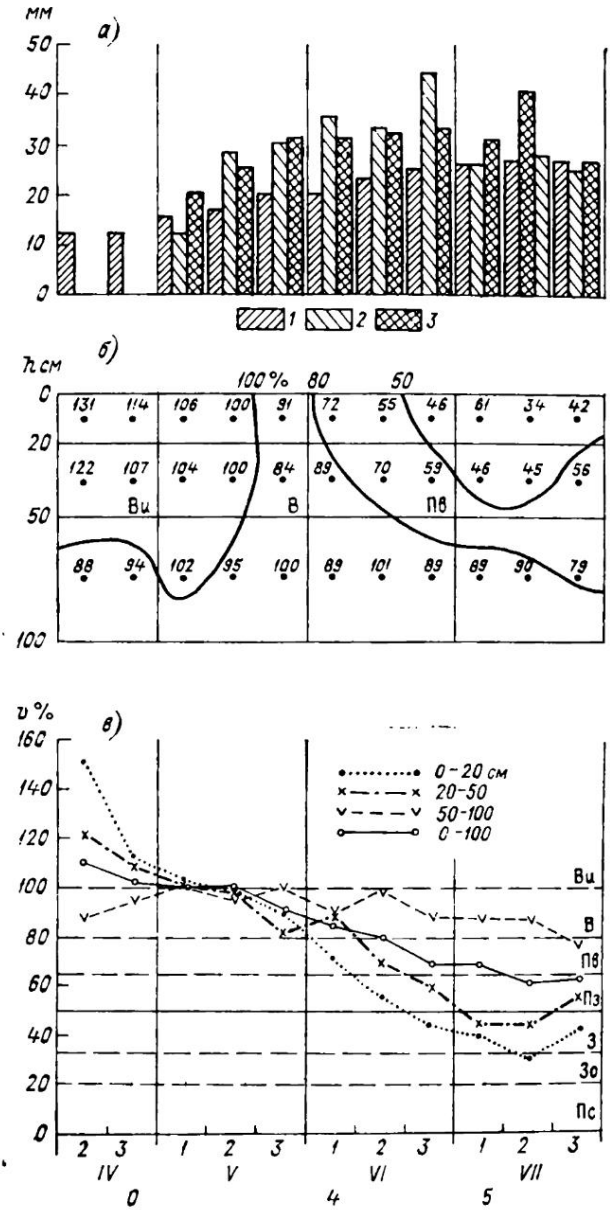


Рис. 13. Влагообеспеченность по запасам почвенной влаги. Провинция IV-3, ст. Немчиновка, Московская обл., яровые культуры.

Усл. обозначения см. рис. 12.

мом слое почвы ежегодно достигают полевой влагоемкости (рис. 13). Превышение количества осадков за год над испаряемостью обусловливает промывной тип водного режима почв, характерный для дерново-подзолистых почв.

Вывод о достаточном количестве влаги в слое почвы 0—100 см в среднем многолетнем разрезе не отрицает целесообразности мероприятий по улучшению водного режима почв. Значительное варьирование показателей влагообеспеченности по годам говорит о вероятности засушливых лет. Верхние же слои почвы даже в среднем многолетнем разрезе уже в июле пересыхают ниже оптимального уровня, и условия характеризуются как полузасушливые и засушливые вследствие недостаточного атмосферного увлажнения. В связи с этим целесообразны мероприятия по увлажнению верхних слоев почвы (0—50 см) — полив способом дождевания. При годовом положительном водном балансе в понижениях, где горизонт грунтовых вод входит в корнеобитаемый слой и вызывает избыточное увлажнение, для повышения эффективности использования земель необходимы мелиоративные мероприятия с двусторонним регулированием количества влаги.

Тепловой режим почвы характеризуется промерзанием до глубины 1 м зимой и прогреванием летом до 10 °С на глубину около 2 м. Сумма активных температур в почве на глубине 0,2 м примерно на уровне сумм температуры воздуха — от 1600 до 2200 °С.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона (устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С) приходится на начало апреля. Переход температуры воздуха через 5 °С происходит в 3-й декаде апреля, на западе провинции — во 2-й декаде. Переход температуры воздуха через 10 °С и наступление мягкопластичного состояния почвы приходится на середину мая; на западе провинции — на 1-ю декаду мая.

Заморозки в воздухе в западной части провинции оканчиваются во 2-й декаде мая, в центральной и восточной части — в конце мая — начале июня. Окончание заморозков примерно соответствует переходу температуры воздуха через 10 °С. Отклонения дат в зависимости от местоположения и степени континентальности климата составляют ±5 дней; в восточных районах заморозки оканчиваются примерно на 10 дней позднее.

Окончание весны, характеризуемое переходом температуры воздуха через 15 °С и началом сева теплолюбивых овощных культур, приходится на западе провинции на конец мая — начало июня, на остальной территории — на середину июня. Вегетативная весна (5—15 °С) средней продолжительности и длинная (43—52 дня). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна преимущественно полузасушливая. Вероятность засушливых месяцев более 50 %, что указывает на необходимость орошения влаголюбивых культур, особенно овощных, плодовых и кормовых.

Лето (15—15 °С). Наступление сезона, совпадающее с севом теплолюбивых культур, интенсивным ростом полевых культур, колошением и цветением озимых, приходится на 1-ю половину июня. Окончание сезона приходится на середину августа, на юго-западе провинции — на конец августа. Продолжительность сезона колеблется от 52 до 91 дня, увеличиваясь с севера на юг и юго-запад, $t_т = 17 ... 18{,}5$ °С. По коэффициенту атмосферного увлажнения лето влажное в западной части провинции, полувлажное и полузасушливое — в восточной. Вероятность сухих и засушливых месяцев равна 30—60 %.

Осень (15—0 °С). Начало сезона совпадает с севом озимых культур — 2-я половина августа. Заканчивается период на большей части территории в начале октября; на юго-западе — в середине октября. На большей части территории заморозки наступают с середины октября. Даты начала заморозков соответствуют примерно датам перехода температуры воздуха через 10 °С, отклонение составляет ±5 дней. Вегетативная осень (15—5 °С) длинная и средней продолжительности (41—49 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения осень влажная и избыточно влажная.

Зима (0—0 °С). Начало зимнего периода на основной территории приходится на конец октября, на юго-западе — на начало ноября. Продолжительность зимы 140—170 дней. Зима умеренно мягкая, в восточной части холодная ($t_х = -8 ... -16$ °С), умеренно снежная и многоснежная. Высота снежного покрова среди зимы 30—60 см.

4.1.4. Провинция IV-4. Западносибирская южнотаежно-лесная

Климат провинции среднеконтинентальный ($К_к = 184 ... 199$). В отличие от европейских провинций территория данной провинции более однородна по континентальности. В то же время для нее характерно усиление суровости зимы и ухудшение условий теплообеспеченности.

По обеспеченности теплом северная часть провинции относится к полосе ранних культур умеренного пояса, южная — к полосе среднеранних культур, $\Sigma t_{ак} = 1500 ... 1850$ °С. Основной период вегетации короткий (100—122 дня). Беззаморозковый период короче основного примерно на 10 дней.

По годовому увлажнению провинция преимущественно влажная, $КУ > 1{,}00$ ($> 0{,}45$), южная часть — полувлажная, $КУ = 0{,}92 ... 1{,}00$ ($0{,}42 ... 0{,}45$). Тип динамики увлажнения 1-й — все сезоны незасушливые, с нарастанием увлажнения от весны к осени. За год выпадает 400—500 мм осадков. Вероятность сухих и засушливых лет достигает 17 %. Биологическая продуктивность по климатическому индексу преимущественно средняя ($Б_к = 82 ... 96$).

Основные агроклиматические показатели провинции приведены в табл. 26.

Основные агроклиматические показатели Западносибирской провинции IV-4

Показатель	Период	Запад		Центр	Восток	
		Носово	Тобольск	Тевриз	Майск	Палочка
Континентальность		179 С	191 С	196 С	197 С	199 С
Сумма активных температур, °С		1625 Ух²	1828 Ух²	1807 Ух²	1534 Ух¹	1594 Ух¹
Температура наиболее теплого месяца, °С		16,9 П³	18,0 Т¹	17,6 Т¹	16,8 П³	17,6 Т¹
Температура наиболее холодного месяца, °С		−17,6 Х²	−18,5 Х²	−19,7 Х²	−20,9 Х³	−20,8 Х³
Осадки, мм	Год	458	463	446	467	467
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	+84	−30	+3	+24	+24
	Весна V	−48	−39	−39	−32	−24
	Лето VI	−48	−47	−39	−28	−37
	VII	−29	−18	−5	−14	−25
	VIII	−4	−7	+7	+17	+21
	Осень IX	+11	+11	+7	+8	+12
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,84 Пв	0,94 Пв	1,00 В	1,05 В	1,05 В
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	17	12	9	8	8
Сезон						
весна (5—15 °С)	Начало	28 IV	28 IV	28 IV	6 V	8 V
	Конец	18 VI	10 VI	13 VI	17 VI	16 VI
	Продолжительность, дни	51	43	46	42	39
лето (15—15 °С)	Начало	18 VI	10 VI	13 VI	17 VI	16 VI
	Конец	12 VIII	17 VIII	14 VIII	9 VIII	11 VIII
	Продолжительность, дни	54	67	61	52	55
осень (15—5 °С)	Начало	12 VIII	17 VIII	14 VIII	9 VIII	11 VIII
	Конец	2 X	1 X	4 X	29 IX	1 X
	Продолжительность, дни	51	45	51	51	51
зима (0—0 °С)	Начало	17 X	18 X	18 X	15 X	17 X
	Конец	11 IV	11 IV	13 IV	18 IV	20 IV
	Продолжительность, дни	177	176	178	186	186
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	2 IV	19 V	19 V	27 V	26 V
	Конец	9 IV	14 IX	13 IX	9 IX	9 IX
	Продолжительность, дни	110	117	116	104	105
Беззаморозковый период	Начало	7 VI	24 V	21 V	12 VI	26 V
	Конец	9 IX	22 IX	15 IX	6 IX	1 IX
	Продолжительность, дни	93	120	116	85	98
Биологическая продуктивность, баллы		89 Ср	101 Ср	99 Ср	84 Пн	88 Ср

Запасы продуктивной влаги на начало периода вегетации в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см составляют около 70—80 %, к концу вегетации уменьшаются до 40—60 % ПВ. Увлажнение корнеобитаемого слоя почвы 0—100 см в среднем многолетнем находится на уровне оптимального (0,5 ПВ) или несколько превышает его. Однако сравнительно с европейскими эта провинция менее обеспечена влагой. Увлажнение верхних слоев почвы в июле в фазу колошения ниже оптимума, что характеризует условия роста растений как засушливые и указывает на необходимость мероприятий по увеличению влагообеспеченности.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на 2-ю декаду апреля, окончание — на середину июня. Переход температуры воздуха через 5 °С происходит в основном в конце апреля, на востоке провинции — в начале мая. Переход температуры воздуха через 10 °С отмечается во 2-й декаде мая. Беззаморозковый период короче основного на 1—2 недели. Неблагоприятными для сельского хозяйства являются поздние весенние заморозки. Вегетативная весна (5—15 °С) на востоке провинции короткая (39—42 дня), в центре — средней продолжительности (43—46 дней), на западе — длинная (51 день). Весна является наиболее сухим, ясным и ветреным временем года. По показателю атмосферного увлажнения весна засушливая на западе и в центре и полузасушливая — на востоке провинции. Вероятность сухих и засушливых месяцев 50—70 %.

Лето (15 — 15 °С). Сезон начинается во 2-й декаде июня, оканчивается во 2-й декаде августа, его продолжительность 52—67 дней, $t_т = 16{,}0 \ldots 18{,}0$ °С. По коэффициенту атмосферного увлажнения лето в начале преимущественно полузасушливое, в конце — полувлажное и влажное.

Осень (15 — 0 °С). Начало сезона приходится на 2-ю декаду августа, окончание — на середину октября. Переход температуры воздуха через 5 °С отмечается в начале октября. Вегетативная осень (15 — 5 °С) длинная и средней продолжительности (45—51 день), по коэффициенту атмосферного увлажнения — влажная. Заканчивается осень в середине октября.

Зима (0—0 °С). Начинается сезон в середине октября, оканчивается в середине апреля. Зима длинная (177—186 дней), холодная в западной части провинции и очень холодная — в восточной ($t_х = -17 \ldots -22$ °С), достаточно снежная и очень многоснежная (60—90 см).

4.1.5. Провинция IV-5. Среднесибирская южнотаежно-лесная

Климат провинции очень континентальный ($K_к = 217 \ldots 228$), что проявляется в очень холодной, умеренно и достаточно снежной зиме, в относительно коротком периоде вегетации.

Основные агроклиматические показатели Среднесибирской провинции IV-5

Показатель	Период	Север		Центр	Юг
		Березовый	Нижне-Илимск	Братск	Тулун
Континентальность		221 Ок	242 Ок	221 Ок	208 Ок
Сумма активных температур, °С		1556 Ух²	1470 Ух²	1630 Ух²	1520 Ух²
Температура наиболее теплого месяца, °С		17,9 Т¹	17,9 Т¹	18,2 Т¹	17,0 П³
Температура наиболее холодного месяца, °С		—23,9 Х³	—27,6 С¹	—22,6 Х³	—20,5 Х³
Осадки, мм		375	321	338	386
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—117	—155	—155	—123
	Весна V	—54	—65	—59	—63
	Лето VI	—57	—59	—56	—45
	VII	—42	—29	—33	+1
	VIII	+1	—13	—5	+9
	Осень IX	+3	—6	—8	—4
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,76 Пз	0,67 Пз	0,69 Пз	0,76 Пз
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	26	33	31	44
Сезон					
весна (5—15 °С)	Начало	7 V	9 V	6 V	4 V
	Конец	15 VI	16 VI	16 VI	16 VI
	Продолжительность, дни	39	37	41	43
лето (15—15 °С)	Начало	15 VI	16 VI	16 VI	16 VI
	Конец	16 VIII	14 VIII	18 VIII	11 VIII
	Продолжительность, дни	61	58	62	55
осень (15—5 °С)	Начало	16 VIII	14 VIII	18 VIII	11 VIII
	Конец	26 IX	22 IX	24 IX	25 IX
	Продолжительность, дни	41	39	37	35
зима (0—0 °С)	Начало	13 X	10 X	12 X	14 X
	Конец	19 IV	20 IV	18 IV	15 IV
	Продолжительность, дни	189	193	189	184
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	28 V	28 V	27 V	25 V
	Конец	6 IX	31 VIII	10 IX	5 IX
	Продолжительность, дни	100	94	105	102
Беззаморозковый период	Начало	4 VI	3 VI	5 VI	2 VI
	Конец	7 IX	1 IX	8 IX	8 IX
	Продолжительность, дни	94	89	94	97
Биологическая продуктивность, баллы		73 Пн	65 Пн	71 Пн	71 Пн

По обеспеченности теплом провинция относится преимущественно к полосе среднеранних культур, $\Sigma t_{ак}$ = 1400 ... 1600 °С. Основной период вегетации короткий (90—104 дня).

По годовому увлажнению основная часть провинции полувлажная, частично полузасушливая. Коэффициент увлажнения $КУ$ = 0,77 ... 1,00 (0,35 ... 0,45). Тип динамики увлажнения 6-й — весна сухая и засушливая, лето умеренно влажное, осень слабозасушливая. За год выпадает 300—400 мм осадков. Вероятность засушливых лет в провинции по данным отдельных станций составляет 26—44 %.

От предыдущих провинций отличается значительно меньшей увлажненностью. По годовому увлажнению она аналогична лесостепной зоне Европейской части СССР. Преобладание здесь лесной растительности и таежных почв связано со значительной континентальностью климата и наличием слоя длительного сезонного промерзания. Биологическая продуктивность по климатическому индексу пониженная ($Б_к$ = 64 ... 85).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 27.

Увлажнение слоя почвы 0—100 см в среднем на уровне или несколько ниже границ оптимума. На начало периода вегетации запасы продуктивной влаги в этом слое почвы равны 80—90 % ПВ, к концу вегетации они снижаются до 40—50 % ПВ. Верхние слои почвы пересыхают ниже уровня оптимальной влажности вследствие недостаточного атмосферного увлажнения. В связи с этим целесообразны мероприятия по дополнительному увлажнению почвы.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на 2-ю декаду апреля, окончание — на середину июня, переход температуры воздуха через 10 °С — на конец мая. Беззаморозковый период наступает на 6—9 дней позднее. Вегетативная весна (5—15 °С) короткая (37—43 дня), по коэффициенту атмосферного увлажнения — полусухая. Вероятность сухих и засушливых месяцев 87—98 %.

Лето (15—15 °С). Начало сезона отмечается в середине июня, окончание — в середине августа, продолжительность 55—62 дня. Лето умеренно прохладное и умеренно теплое (t_1 = 16 ... 18 °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето в начале (июнь) — засушливое, в середине (июль) — полузасушливое, в конце — полувлажное и влажное. Вероятность засушливых месяцев 25—73 %.

Осень (15 — 0 °С). Начало сезона наступает в середине августа, окончание — во 2-й декаде ноября. Переход температуры через 5 °С происходит во 2-й декаде октября. Вегетативная осень очень короткая и короткая (35—41 день), полувлажная и влажная.

Зима (0—0 °С). Начинается в середине ноября, оканчивается в

середине апреля. Зима длинная (184—193 дня), очень холодная и умеренно суровая (t_x = —21 ... —27 °С), умеренно и достаточно снежная (30—50 см).

4.1.6. Провинция IV-6. Дальневосточно-Сахалинская южнотаежно-лесная

Климат провинции имеет муссонный характер. Летом преобладает поток морского воздуха с большим количеством осадков, зимой на регион распространяется влияние сибирского антициклона, что приводит к нехарактерным для данных широт низким температурам.

По показателю теплообеспеченности провинция относится к двум температурным полосам: ранних культур — на северо-востоке и среднеранних культур — на остальной территории, $\Sigma t_{ак}$ = = 1000 ... 2100 °С. Основной период вегетации короткий и средней продолжительности (76—130 дней). Беззаморозковый период совпадает или длиннее основного, а в местах, удаленных от побережья, короче на 20 дней и более.

По годовому увлажнению провинция преимущественно влажная и избыточно влажная, $КУ$ = 1,00 ... 1,33 и более (0,45 ... 0,60 и более); к западу, в долине реки Зеи (Амурско-Зейский округ), — полувлажная, $КУ$ = 0,82 ... 1,00 (0,37 ... 0,45). Тип динамики увлажнения 2-й — весна и осень засушливые и умеренно засушливые, лето — влажное и избыточно влажное. За год выпадает 500—1000 мм осадков. Вероятность сухих и засушливых лет на западе провинции около 50 %, на востоке у побережья равна нулю. Биологическая продуктивность по климатическому индексу пониженная и средняя ($Б_к$ = 55 ... 112).

Основные агроклиматические показатели провинции приведены в табл. 28.

Запасы продуктивной влаги в слоях 0—20, 20—50 см на начало периода вегетации составляют 80—100 % ПВ, к концу вегетации понижаются до 70—80 %. В среднем влажность почвы в слое 0—100 см находится на уровне 80 % ПВ. В связи с летним муссоном и особенностями рельефа и почвогрунтов в провинции большое значение приобретают осушительные мелиорации.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на 2-ю декаду апреля, окончание — на середину июня. Переход температуры через 5 °С (начало вегетативной весны) на западе провинции происходит в начале апреля, на востоке — в середине апреля. Переход температуры воздуха через 10 °С происходит на западе провинции в 3-й декаде мая, на востоке — в 1-й декаде июня. Вегетативная весна (5—15 °С) средней продолжительности на западе, очень и наиболее длинная — на востоке (44—65 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна очень засушливая на западе

Основные агроклиматические показатели Дальневосточно-Сахалинской провинции IV-6

Показатель	Период	Запад	Центр	Восток	
		Тында	Комсомольск-на-Амуре	Адо-Тымово	Южно-Сахалинск
Континентальность		263 Р	272 Р	242 Ок	200 С
Сумма активных температур, °С		1832 Ух²	2052 У¹	1368 Ух¹	1608 Ух²
Температура наиболее теплого месяца, °С		19,1 Т¹	19,6 Т¹	15,6 П³	17,3 П³
Температура наиболее холодного месяца, °С		−27,0 С¹	−25,9 С¹	−25,2 С¹	−13,8 Х¹
Осадки, мм	Год	431	499	715	753
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	−95	+72	+354	+441
	Весна V	−55	−21	−3	+21
	Лето VI	−29	−13	−19	+22
	VII	+1	+8	+5	+51
	VIII	+26	+28	+38	+49
	Осень IX	+4	+45	+82	+67
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,82 Пв	1,17 В	1,98 Ви	2,41 Ви
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	16	5	0	0
Сезон					
весна (5—15 °С)	Начало	1 V	28 IV	15 V	6 V
	Конец	14 VI	16 VI	7 VII	10 VII
	Продолжительность, дни	44	49	53	65
лето (15—15 °С)	Начало	14 VI	16 VI	7 VII	10 VII
	Конец	26 VIII	2 IX	24 VIII	7 IX
	Продолжительность, дни	73	78	47	58
осень (15—5 °С)	Начало	26 VIII	2 IX	24 VIII	7 IX
	Конец	1 X	11 X	3 X	19 X
	Продолжительность, дни	36	39	40	42
зима (0—0 °С)	Начало	12 X	25 X	19 X	8 X
	Конец	14 IV	13 IV	21 IV	9 IV
	Продолжительность, дни	184	170	185	153
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	21 V	21 V	10 VI	10 VI
	Конец	13 IX	26 IX	14 IX	27 IX
	Продолжительность, дни	115	128	95	108
Беззаморозковый период	Начало	23 V	19 V	28 VI	24 V
	Конец	10 IX	1 X	31 X	30 IX
	Продолжительность, дни	109	134	66	128
Биологическая продуктивность, баллы		101 Ср	113 Ср	75 Пн	88 Ср

(вероятность засушливых месяцев 79 %), в прибрежных местах — влажная.

Лето (15—15 °С). Наступает в середине июня на западе и в центре, в начале июля— на востоке, оканчивается в конце августа — начале сентября. Продолжительность по территории изменяется от 47 до 78 дней. Лето облачное и дождливое, особенно во 2-й половине, прохладное в восточной и умеренно теплое — в западной части провинции, $t_г = 14 \ldots 19$ °С.

Осень (15—0 °С). Начало сезона приходится на конец августа — начало сентября. Вегетативная осень (15 — 5 °С) короткая и очень короткая (36—42 дня), влажная и избыточно влажная. Окончание сезона по территории растягивается от начала до 2-й декады октября.

Зима (0—0 °С). Начало приходится на середину и 2-ю половину октября; окончание — на середину апреля, продолжительность 153—185 дней. Зима холодная и суровая, на побережье — умеренно холодная. Температура наиболее холодного месяца изменяется от —8 °С на побережье до —32 °С на материковой части запада провинции. Низкие зимние температуры связаны с распространением на регион сибирского антициклона.

4.1.7. Провинция IV-7. Дальневосточно-Амуро-Уссурийская

Климат провинции муссонный. От предыдущей отличается значительно большей теплообеспеченностью.

Провинция относится к полосе культур средней спелости, $\Sigma t_{ак} = 2000...2600$ °С. Основной период вегетации средней продолжительности (122—146 дней).

По годовому увлажнению провинция в основном влажная и избыточно влажная, $КУ > 1{,}00$ ($> 0{,}45$); западная часть — полувлажная, $КУ = 0{,}86...1{,}00$ ($0{,}38...0{,}45$). Для провинции характерен 2-й тип динамики увлажнения — весна и осень засушливые и умеренно засушливые, лето — влажное и избыточно-влажное. За год выпадает 500—1000 мм осадков. Вероятность засушливых лет в провинции мала (менее 6 %) за исключением западной части (40 %). Биологическая продуктивность по климатическому индексу средняя и повышенная ($Б_к = 110...139$). Основные агроклиматические показатели провинции приведены в табл. 29.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации составляют 80—100 % ПВ. К концу вегетации запасы снижаются до 50 % ПВ, увлажнение слоя почвы 0—100 см в среднем более 0,5 ПВ. Для повышения эффективности земледелия в провинции необходимы осушительные мелиоративные мероприятия.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало весны приходится на 1-ю половину апреля, окончание — на 1-ю декаду июня. Переход температуры воздуха через 5 °С происходит в основном в 3-й декаде апреля,

Основные агроклиматические показатели Дальневосточно-Амуро-Уссурийской провинции IV-7

Показатель	Период	Запад	Север	Центр	Юг
		Белогорск	Болонь	Хабаровск	Лесозаводск
Континентальность		293	281	273	285
		Р	Р	Р	Р
Сумма активных температур, °С		2165	2068	2467	2556
		У¹	У¹	У¹	У¹
Температура наиболее теплого месяца, °С		20,7	19,7	21,0	12,1
		Т²	Т¹	Т²	Т²
Температура наиболее холодного месяца, °С		−28,6	−28,3	−22,7	−21,8
		С¹	С¹	Х³	Х³
Осадки, мм		480	650	569	692
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	−78	+239	+60	+199
	Весна V	−55	−9	−27	−9
	Лето VI	−22	+7	−12	+23
	VII	+7	+40	+27	+36
	VIII	+23	+67	+50	+66
	Осень IX	+11	+75	+31	+41
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,86	1,58	1,11	1,40
		Пв	Вл	В	Вл
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	14	1	6	2
Сезон					
весна (5—15 °С)	Начало	25 IV	23 IV	21 IV	18 IV
	Конец	6 VI	10 VI	3 VI	3 VI
	Продолжительность, дни	42	48	43	46
лето (15—15 °С)	Начало	6 VI	10 VI	3 VI	3 VI
	Конец	2 IX	1 IX	11 X	12 IX
	Продолжительность, дни	88	82	100	101
осень (15—5 °С)	Начало	2 IX	1 IX	11 IX	12 IX
	Конец	5 X	9 X	15 X	19 X
	Продолжительность, дни	33	38	34	37
зима (0—0 °С)	Начало	17 X	19 X	28 X	1 XI
	Конец	11 IV	11 IV	6 IV	4 IV
	Продолжительность, дни	176	165	160	155
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	15 V	19 V	10 V	6 V
	Конец	19 IX	23 IX	1 X	1 X
	Продолжительность, дни	127	124	144	147
Беззаморозковый период	Начало	14 V	18 V	4 V	29 IV
	Конец	26 IX	25 IX	10 X	6 X
	Продолжительность, дни	134	128	158	159
Биологическая продуктивность, баллы		119	114	136	141
		Ср	Ср	Пв	Пв

через 10 °С — во 2-й декаде мая. Вегетативная весна (5—15 °С) имеет среднюю продолжительность (43—48 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения она полувлажная, на западе — засушливая (вероятность засушливых месяцев — 40—77 %).

Лето (15—15 °С). Сезон начинается в 1-й декаде июня, оканчивается — в начале сентября. Продолжительность 82—101 день. Лето умеренно теплое и теплое, $t_т = 20...22$ °С. По коэффициенту атмосферного увлажнения лето в начале полувлажное и влажное, в конце — избыточно влажное.

Осень (15—0 °С). Начало сезона приходится на 1-ю — начало 2-й декады сентября, окончание — на 2-ю половину октября. Переход температуры через 5 °С на северо-западе провинции происходит в 1-й декаде октября, на юге — во 2-й декаде октября. Вегетативная осень (15—5 °С) очень короткая (33—38 дней), влажная и избыточно влажная в начале, полувлажная — в конце.

Зима (0—0 °С). Начинается во 2-й половине октября, оканчивается в 1-й половине апреля. Зима средней продолжительности (155—176 дней), умеренно суровая и очень холодная, лишь на юге приморского края — умеренно холодная и холодная, $t_х = -15..-29$ °С. По высоте снежного покрова зима преимущественно умеренно снежная (30—60 см).

4.2. Зона V. Лесостепная, преимущественно полувлажная, средне и ниже среднего обеспеченная теплом, с господством серых лесных оподзоленных почв и выщелоченных черноземов

4.2.1. Провинция V-1. Украинская лесостепная

Климат провинции умеренно континентальный ($К_к = 137...167$), что проявляется в умеренно мягкой, умеренно снежной зиме и умеренно теплом лете.

По теплообеспеченности большая часть провинции относится к полосе культур средней спелости; юго-западная часть — к полосе среднепоздних культур, $\Sigma t_{ак} = 2400...3200$ °С. Основной период вегетации длинный (148—180 дней). Беззаморозковый период совпадает с основным или несколько длиннее.

По коэффициенту атмосферного увлажнения провинция характеризуется как влажная (западная часть) и полувлажная (центральная и восточная части); отдельные районы на юге провинции — полузасушливые, $КУ = 0,67...1,10$ (0,30...0,50). Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0,55$) от 3 % на западе до 36% на юго-востоке.

Сумма осадков за год составляет 500—600 мм. Баланс атмосферного увлажнения положительный на западе, в центральной и восточной части — отрицательный. Тип динамики увлажнения 5-й — весна и лето засушливые и полузасушливые, осень — слабо засушливая и влажная. Биологическая продуктивность по климатическому индексу повышенная ($Б_к = 121...149$).

Основные агроклиматические показатели провинции приведены в табл. 30.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации превышают полевую влагоемкость или находятся на ее уровне (около 100 % ПВ). К концу вегетации запасы снижаются до 35—40 %, что характеризует условия влагообеспеченности как засушливые. В среднем за период активной вегетации влажность почвы в слое 0—100 см находится на уровне 70—80 %ПВ, а в слое 0—50 см — на уровне 50—60 % ПВ, что несколько выше нижней границы оптимального увлажнения. Однако такие уровни влагообеспеченности лимитируют рост растений, и они нуждаются в дополнительной влаге.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало весны приходится на середину марта, на востоке — на 3-ю декаду марта; окончание — на середину и 3-ю декаду мая. Вегетативная весна (5—15 °С) наступает в 1-й декаде апреля. Основной период вегетации начинается в конце апреля. Одновременно или на 1—5 дней раньше наступает беззаморозковый период. Вегетативная весна короткая и средней продолжительности (37—48 дней). Атмосферное увлажнение весны изменяется с запада на восток — от полувлажной до очень засушливой, вероятность сухих и засушливых месяцев соответственно от 34 до 78 %.

Лето (15—15 °С). Наступает во 2—3-й декаде мая, оканчивается в 1-й половине сентября. Продолжительность сезона 99—120 дней. Лето умеренно теплое и теплое, температура июля 17,5—21,4 °С. По коэффициенту атмосферного увлажнения лето влажное на западе провинции и очень засушливое — на юго-востоке. Вероятность сухих и засушливых месяцев составляет соответственно 26—80 %.

Осень (15—0 °С). Наступление осени приходится на 1-ю половину сентября, окончание — в основном на конец ноября. Переход температуры через 5 °С приходится на конец октября. Вегетативная осень (15—5 °С) длинная (46—55 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения осень изменяется от влажной на западе до засушливой на юго-востоке. Вероятность сухих и засушливых месяцев 30—82 %.

Зима (0—0 °С). Начало зимы на западе и в центре провинции приходится на 3-ю декаду ноября; на востоке — на 2-ю декаду ноября, окончание — на середину марта. Продолжительность зимы 112—128 дней. Зима умеренно мягкая, на западе — мягкая, t_x = = —3,6...—0,8 °С, умеренно снежная (25—40 см).

4.2.2. Провинция V-2. Среднерусская лесостепная

Климат провинции в основном среднеконтинентальный ($K_к$ = = 166...184), что проявляется в умеренно мягкой и умеренно хо-

Основные агроклиматические показатели Украинской провинции V-1

Показатель	Период	Запад		Центр		Восток	
		Львов	Хмельницкий	Винница	Черкассы	Полтава	Ромны
Континентальность		137 У	148 У	151 У	158 У	168 С	159 У
Сумма активных температур, °С		2310 У¹	2460 У¹	2505 У¹	2710 У¹	2810 У²	2575 У¹
Температура наиболее теплого месяца, °С		18,8 М¹	18,6 Т¹	18,7 Т¹	20,0 Т²	20,6 Т²	19,3 Т¹
Температура наиболее холодного месяца, °С		−3,8 М²	−5,6 М³	−6,0 М³	−5,8 М³	−6,9 М³	−7,3 М³
Осадки, мм	Год	678	565	544	484	485	510
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	+185	+7	−47	−222	−287	−98
	Весна V	−7	−33	−27	−57	−68	−42
	Лето VI	+7	−24	−29	−60	−69	−44
	VII	+10	−20	−35	−73	−88	−59
	VIII	+8	−27	−29	−75	−88	−47
	Осень IX	+1	−6	−21	−41	−57	−25
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	1,38 Ви	1,01 В	0,92 Пв	0,69 Пз	0,62 Пз	0,84 Пв
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	3	9	13	31	36	17
Сезон							
весна (5—15 °С)	Начало	8 IV	7 IV	8 IV	5 IV	7 IV	10 IV
	Конец	22 V	25 V	26 V	15 V	14 V	20 V
	Продолжительность, дни	44	48	48	40	37	40
лето (15—15 °С)	Начало	12 V	25 V	26 V	15 V	14 V	20 V
	Конец	4 IX	5 IX	3 IX	12 IX	12 IX	6 IX
	Продолжительность, дни	105	102	99	119	120	108
осень (15—5 °С)	Начало	4 IX	5 IX	3 IX	12 IX	12 IX	6 IX
	Конец	31 X	26 IX	27 IX	27 X	26 X	22 X
	Продолжительность, дни	57	51	54	55	54	46
зима (0—0 °С)	Начало	29 XI	24 XI	22 XI	23 XI	18 XI	16 XI
	Конец	14 III	16 III	17 III	17 III	21 III	23 III
	Продолжительность, дни	112	113	116	115	124	128
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	30 IV	28 IV	27 IV	24 IV	24 IV	26 IV
	Конец	2 X	30 IX	3 X	1 X	5 X	1 X
	Продолжительность, дни	154	154	158	159	163	157
Беззаморозковый период	Начало	29 IV	28 IV	26 IV	20 IV	21 IV	21 IV
	Конец	5 X	29 IX	4 X	8 X	10 X	7 X
	Продолжительность, дни	158	153	160	170	171	163
Биологическая продуктивность, баллы		127 Пв	131 Пв	127 Пв	119 Ср	124 Пв	126 Пв

лодной, умеренно и достаточно снежной зиме и умеренно теплом лете.

По теплообеспеченности провинция относится к полосе среднеспелых культур; северо-восточная часть — к полосе среднеранних культур, $\Sigma t_{ак}$=2000...2800 °С. Основной период вегетации средней продолжительности и длинный (132—164 дня). Беззаморозковый период на западе провинции длиннее, а на востоке — короче основного периода. За год выпадает 400—600 мм осадков. По годовому увлажнению основная часть провинции характеризуется как полувлажная, *КУ*=0,35...0,45 (0,77...1,00), северо-западная часть — влажная, *КУ* = 0,45...0,50 (1,00...1,10). Вероятность сухих и засушливых лет изменяется от 10 % на западе до 27 % — в центре и на востоке провинции. Тип динамики увлажнения на северо-западе провинции 1-й — все сезоны незасушливые; на остальной территории 5-й — весна и лето засушливые и полузасушливые, осень — слабозасушливая и влажная. Биологическая продуктивность по климатическому индексу преимущественно средняя ($Б_к$=91...131).

Основные агроклиматические показатели провинции приведены в табл. 31.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации находятся на уровне полевой влагоемкости или несколько превышают ее. К концу вегетации запасы влаги в слое почвы 0—100 см снижаются до 45 %, а в слоях 0—20, 0—50 см — до 35 % ПВ, что характеризует условия обеспеченности по этим слоям как засушливые и очень засушливые. В среднем за период активной вегетации влажность почвы в слое 0—100 см находится на уровне 65 % ПВ и в слое 50—100 см — на уровне 80 % ПВ. Превышение влагозапасов в слое 50—100 см относительно слоев 0—10 и 20—50 см составляет около 30 %, что определяет наличие резерва влаги, который может быть использован для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Приведенные данные по влажности почвы указывают на эффективность мероприятий по накоплению и сбережению для растений влаги, а также по дополнительной обеспеченности влагой сельскохозяйственных культур. Приведенные данные по влажности почвы указывают на эффективность мероприятий по накоплению и сбережению для растений влаги, а также по дополнительной обеспеченности влагой сельскохозяйственных культур.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на конец марта — начало апреля. Вегетативная весна (переход температуры через 5 °С) наступает в середине апреля. Основной период вегетации начинается в конце апреля — начале мая. Беззаморозковый период на западе провинции наступает одновременно с основным, а на востоке — на 1—2 недели позднее. Окончание весны приходится на 3-ю декаду мая. Вегетативная весна короткая (36—

Основные агроклиматические показатели Среднерусской провинции V-2

Показатель	Период	Запад		Центр		Восток	
		Курск	Елец[1]	Тамбов	Нижний Ломов[2]	Алатырь[3]	Инза[4]
Континентальность		163	169	178	174	176	179
		У	С	С	С	С	С
Сумма активных температур, °С		2468	2510	2539	2314	2355	2273
		У[1]	У[1]	У[1]	У[1]	У[1]	У[1]
Температура наиболее теплого месяца, °С		19,3	20,0	20,2	19,2	19,4	19,3
		Т[1]	Т[1]—Т[2]	Т[2]	Т[1]	Т[1]	Т[1]
Температура наиболее холодного месяца, °С		—8,6	—9,4	—10,8	—11,9	—12,4	—12,6
		М[3]	М[3]	Х[1]	Х[1]	Х[1]	Х[1]
Осадки, мм	Год	615	486	513	463	523	471
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—9	—171	—177	—145	—85	—153
	Весна V	—39	—49	—60	—58	—53	—52
	Лето VI	—52	—73	—86	—70	—72	—71
	VII	—41	—68	—73	—58	—50	—53
	VIII	—52	—60	—67	—59	—41	—45
	Осень IX	—30	—26	—25	—19	—13	—21
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,97	0,73	0,73	0,76	0,87	0,76
		Пв	Пз	Пз	Пз	Пв	Пз
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	10	27	27	26	15	26
Сезон							
весна (5—15 °С)	Начало	13 IV	14 IV	15 IV	18 IV	17 IV	18 IV
	Конец	23 V	21 V	23 V	24 V	25 V	27 V
	Продолжительность, дни	40	37	38	36	38	39
лето (15—15 °С)	Начало	23 V	21 V	23 V	24 V	25 V	27 V
	Конец	4 IX	5 IX	2 IX	1 IX	2 IX	1 IX
	Продолжительность, дни	103	106	101	99	99	96
осень (15—5 °С)	Начало	4 IX	5 IX	2 IX	1 IX	2 IX	1 IX
	Конец	18 X	17 X	16 X	12 X	11 X	10 X
	Продолжительность, дни	45	43	45	42	40	40
зима (0—0 °С)	Начало	11 XI	10 XI	5 XI	3 XI	2 XI	1 XI
	Конец	27 III	31 III	3 IV	4 IV	3 IV	4 IV
	Продолжительность, дни	137	142	140	153	153	155
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	29 IV	27 IV	25 IV	2 V	1 V	4 V
	Конец	27 IX	24 IX	25 IX	21 IX	21 IX	20 IX
	Продолжительность, дни	150	149	152	141	142	138
Беззаморозковый период	Начало	27 IV	30 IV	3 V	10 V	10 V	19 V
	Конец	9 X	1 X	3 X	22 IX	25 IX	23 IX
	Продолжительность, дни	164	153	152	134	137	126
Биологическая продуктивность, баллы		128	114	116	106	116	106
		Пв	Ср	Ср	Ср	Ср	Ср

[1] Липецкая область.
[2] Пензенская область.
[3] Чувашская АССР.
[4] Ульяновская область.

40 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна засушливая, вероятность сухих и засушливых месяцев 60—75 %.

Лето (15—15 °С). Сезон начинается в 3-й декаде мая, оканчивается в 1-й декаде сентября. Продолжительность сезона 96—106 дней. Лето умеренно теплое и теплое (средняя температура июля 18—21 °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето засушливое и очень засушливое. Вероятность сухих и засушливых месяцев 51—79 %.

Осень (15—0 °С). Наступление осени приходится на первые числа сентября, окончание — на 1-ю декаду ноября, переход температуры воздуха через 5 °С — на 2-ю декаду октября. Вегетативная осень средней продолжительности, на востоке — короткая (40—45 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения осень полузасушливая. Вероятность сухих и засушливых месяцев 40—60 %.

Зима (0—0 °С). Начало зимы приходится на 1-ю декаду ноября, окончание — на конец марта — начало апреля. Зима средней продолжительности (137—155 дней), умеренно мягкая и умеренно холодная ($t_х$ = —8...—14 °С), в основном умеренно снежная (35—50 см).

4.2.3. Провинция V-3. Предуральская лесостепная

Климат провинции среднеконтинентальный ($K_к$ = 181...191), что проявляется в умеренно холодной, достаточно снежной зиме и умеренно теплом лете.

По теплообеспеченности юго-западная часть провинции относится к полосе среднеспелых, а северо-восточная часть — к полосе среднеранних культур, $\Sigma t_{ак}$ = 1600...2500 °С. Основной период вегетации преимущественно средней продолжительности (106—149 дней). Беззаморозковый период короче основного на 1—2 недели и более.

По коэффициенту атмосферного увлажнения провинция полувлажная; юго-западная часть — полузасушливая, а северо-восточная — влажная, $КУ$ = 0,65...1,11 (0,30...0,50). Сумма осадков за год составляет 400—600 мм. Вероятность сухих и засушливых лет от 12 % на северо-востоке до 35 % на юге. Тип динамики увлажнения 5-й — весна и лето засушливые и полузасушливые, осень — слабозасушливая и влажная. Биологическая продуктивность по климатическому индексу преимущественно средняя ($Б_к$ = 85...110).

Основные агроклиматические показатели провинции приведены в табл. 32.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало вегетационного периода составляют 90—110 % ПВ. К концу вегетации запасы снижаются до 40—45 %, а в слое 20—50 см — до 30—40 %, что характеризует условия влагообеспеченности как засушливые и очень засушливые. В среднем за период активной вегетации влажность почвы в слое 0—100 см находится на уровне 65 % ПВ. Приведенные данные по

Таблица 32

Основные агроклиматические показатели Предуральской провинции V-3

Показатель	Период	Запад		Центр		Восток	
		Казань	Мелекесс	Бреж-нев	Богу-руслан	Дуван	Уфа
Континентальность		176 С	188 С	183 С	196 С	178 С	187 С
Сумма активных температур, °С		2175 Ух²	2394 У¹	2202 У¹	2382 У¹	1767 Ух²	2229 У¹
Температура наиболее теплого месяца, °С		19,0 Т¹	20,2 Т²	19,3 Т¹	20,2 Т²	16,9 Пз	19,0 Т¹
Температура наиболее холодного месяца, °С		—13,5 Х¹	—13,4 Х¹	—14,2 Х¹	—14,4 Х¹	—15,9 Х²	—14,6 Х¹
Осадки, мм	Год	466	466	465	423	459	419
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—109	—207	—128	—250	—33	—189
	Весна IV	—7	—16	—6	—16	—16	—16
	V	—55	—66	—52	—68	—42	—79
	Лето VI	—73	—95	—79	—92	—42	—80
	VII	—58	—78	—61	—82	—10	—49
	VIII	—47	—65	—54	—78	—9	—51
	Осень IX	—10	—24	—14	—25	—4	—14
	X	+23	+20	+24	+14	+18	+22
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,81 Пв	0,69 Пз	0,78 Пв	0,63 Пз	0,93 Пв	0,69 Пз
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	21	34	23	35	12	31
Сезон весна (5—15 °С)	Начало	21 IV	17 IV	20 IV	19 IV	25 IV	20 IV
	Конец	21 V	23 V	31 V	24 V	10 VI	26 V
	Продолжительность, дни	30	26	41	35	45	36
лето (15—15 °С)	Начало	21 V	23 V	31 V	24 V	10 VI	26 V
	Конец	29 VIII	2 IX	27 VIII	2 IX	17 VIII	29 VIII
	Продолжительность, дни	89	101	87	100	67	94
осень (15—5 °С)	Начало	29 VIII	2 IX	27 VIII	2 IX	17 VIII	29 VIII
	Конец	8 X	11 X	8 X	10 X	30 IX	7 X
	Продолжительность, дни	40	39	42	38	44	40
зима (0—0 °С)	Начало	29 X	31 X	26 X	28 X	20 X	25 X
	Конец	6 IV	4 IV	6 IV	6 IV	9 IV	6 IV
	Продолжительность, дни	160	156	163	161	172	164
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	5 V	2 V	5 V	3 V	15 V	5 V
	Конец	18 IX	21 IX	19 IX	22 IX	11 IX	19 IX
	Продолжительность, дни	135	141	136	141	119	136
Беззаморозковый период	Начало	10 V	14 V	—	24 V	1 VI	10 V
	Конец	28 IX	23 IX	—	13 IX	8 IX	25 IX
	Продолжительность, дни	140	131	—	111	98	137
Биологическая продуктивность, баллы		103 Ср	105 Ср	103 Ср	99 Ср	73 Пн	98 Ср

влажности почвы указывают на эффективность мероприятий по накоплению и сбережению для растений влаги, а также по дополнительной обеспеченности влагой сельскохозяйственных культур.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на 1-ю декаду апреля. Вегетативная весна наступает в конце 2-й декады апреля, на северо-востоке провинции — в 3-й декаде. Основной период вегетации начинается в начале мая, на северо-востоке — в середине мая. Окончание весны приходится на 3-ю декаду мая, на северо-востоке — на 1-ю декаду июня. Вегетативная весна средней продолжительности, к востоку — короткая и очень короткая (30—45 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения май очень засушливый, на северо-востоке — засушливый, на юго-востоке — полусухой. Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ<0{,}55$) в мае 66—89 %.

Лето (15—15 °С). Наступает в 3-й декаде мая, на северо-востоке провинции — в 1-й декаде июня; оканчивается в 3-й декаде августа — начале сентября. Продолжительность сезона от 67 дней на северо-востоке до 101 дня на юге. Лето умеренно теплое и теплое, на северо-востоке — умеренно прохладное (средняя температура июля 17,0—20,6 °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето засушливое и очень засушливое, на северо-востоке — полувлажное — полузасушливое. Вероятность сухих и засушливых лет от 35 до 89 %.

Осень (15—0 °С). Наступление сезона приходится на конец августа — начало сентября. Переход температуры через 5 °С отмечается в 1-й декаде октября, на северо-востоке — в конце сентября. Вегетативная осень (15—5 °С) короткая и средней продолжительности (38—44 дня). Оканчивается осень в конце октября. По коэффициенту атмосферного увлажнения сентябрь полузасушливый и полувлажный, октябрь — избыточно влажный. Вероятность сухих и засушливых месяцев в сентябре 26—55 %.

Зима (0—0 °С). Наступает в конце октября, оканчивается в 1-й декаде апреля. Зима средней продолжительности (156—172 дня), умеренно холодная, на северо-востоке — холодная (средняя температура января — 13,5...—15,9 °С), умеренно снежная и многоснежная — на северо-востоке (32—79 см).

4.2.4. Провинция V-4. Западносибирская лесостепная

Климат провинции средне- и очень континентальный ($К$ = 189...208), что проявляется в холодной зиме и умеренно теплом лете.

По теплообеспеченности провинция относится к полосе среднеранних культур, $\Sigma t_{ак}$ = 1800...2250 °С. Основной период вегетации короткий и средней продолжительности (107—137 дней). Беззаморозковый период короче основного на 1—2 недели.

По годовому увлажнению провинция полузасушливая и полу-

Таблица 33

Основные агроклиматические показатели Западно-сибирской провинции V-4

Показатель	Период	Запад		Центр		Восток	
		Камышлов	Челябинск	Курган	Голышманово	Тюкалинск	Барабинск
Континентальность		183 С	190 С	204 С	194 С	200 С	210 Ок
Сумма активных температур, °С		1985 Ух²	2023 Ух²	2094 Ух²	1852 Ух²	1909 Ух²	1980 У²
Температура наиболее теплого месяца, °С		18,1 Т¹	18,1 Т¹	18,1 Т¹	17,6 Т¹	18,1 Т¹	18,3 Т¹
Температура наиболее холодного месяца, °С		−16,3 Х²	−16,4 Х²	−18,5 Х²	−18,6 Х²	−18,8 Х²	−20,2 Х³
Осадки, мм	Год	437	402	353	386	338	386
Баланс увлажнения ($P - f$), мм	Год	−154	−222	−271	−106	−188	−107
	Лето VI	−24	−26	−26	−13	−20	−11
	Весна IV	−65	−72	−80	−65	−67	−52
	V	−66	−69	−90	−59	−57	−55
	VII	−36	−33	−60	−19	−31	−33
	VIII	−21	−36	−41	−13	−22	−19
	Осень IX	−16	−26	−27	−9	−22	−16
	X	+3	+1	0	+7	−2	+7
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,74 Пз	0,64 Пз	0,56 Пз	0,78 Пв	0,64 Пз	0,78 Пв
Вероятность сухих и засушливых лет ($K\dot{У} < 0{,}55$), %	Год	27	33	57	23	33	23
Сезон							
весна (5—15 °С)	Начало	21 IV	21 IV	20 IV	24 IV	26 IV	28 IV
	Конец	3 VI	1 VI	2 VI	9 VI	7 VI	7 VI
	Продолжительность, дни	42	40	42	45	41	39
лето (15—15 °С)	Начало	3 VI	1 VI	2 VI	9 VI	7 VI	7 VI
	Конец	23 VIII	23 VIII	24 VIII	14 VIII	25 VIII	22 VIII
	Продолжительность, дни	80	82	82	65	78	75
осень (15—5 °С)	Начало	23 VIII	23 VIII	24 VIII	14 VIII	25 VIII	22 VIII
	Конец	5 X	7 X	5 X	3 X	5 X	4 X
	Продолжительность, дни	43	45	42	51	41	43
зима 0—0 °С	Начало	22 X	23 X	22 X	19 X	20 X	19 X
	Конец	6 IV	7 IV	8 IV	11 IV	13 IV	15 IV
	Продолжительность, дни	167	167	167	175	176	177
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	10 V	9 V	7 V	14 V	15 V	16 V
	Конец	15 IX	16 IX	17 IX	15 IX	15 IX	14 IX
	Продолжительность, дни	127	129	132	125	122	120
Беззаморозковый период	Начало	22 V	22 V	22 V	28 V	19 V	21 V
	Конец	15 IX	18 IX	19 IX	13 IX	17 IX	20 IX
	Продолжительность, дни	115	118	119	107	120	121
Биологическая продуктивность, баллы		91 Ср	86 Ср	81 Пн	87 Ср	81 Пн	88 Ср

влажная $КУ = 0{,}66...1{,}00$ (0,30...0,45). За год выпадает 300—400 мм осадков. Вероятность сухих и засушливых лет от 23 % на северо-востоке до 74 % на юге. Тип динамики увлажнения 5-й — весна и лето засушливые и полузасушливые, осень — слабозасушливая и влажная. Биологическая продуктивность по климатическому индексу средняя ($Б_к = 96...99$).

Основные агроклиматические показатели провинции приведены в табл. 33.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см на начало периода вегетации составляют 80—100 % ПВ, в слое 0—20 см — 60 % ПВ. К концу вегетации в слое 0—100 см влажность снижается до 40 % ПВ, а в слое 0—20 см — до 20—30 % ПВ, что характеризует условия как засушливые и полусухие. Увлажнение слоя почвы 0—100 см в среднем многолетнем уже после фазы выхода в трубку значительно ниже 0,5 ПВ, являющегося границей оптимального увлажнения, что указывает на эффективность мероприятий по улучшению условий влагообеспеченности растений.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на конец 1-й — начало 2-й декады апреля, переход температуры через 5 °С — на 3-ю декаду апреля. Основной период вегетации наступает в конце 1-й — начале 2-й декады мая. Беззаморозковый период начинается позднее на 1—2 недели. Окончание весны приходится на 1-ю декаду июня. Вегетативная весна (5—15 °С) короткая (39—45 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна в апреле засушливая и очень засушливая, в мае — полусухая. Вероятность сухих и засушливых месяцев 55—93 %.

Лето (15—15 °С). Наступает в 1-й декаде июня, оканчивается в 3-й декаде августа, продолжительность от 65 дней на севере до 88 дней на юге. Лето умеренно теплое, средняя температура июля 17,3—20,0 °С. По коэффициенту атмосферного увлажнения лето в начале (июнь) засушливое — полусухое, в середине и конце — засушливое — полузасушливое. Вероятность сухих и засушливых лет от 39 до 88 %.

Осень (15—0 °С). Наступление сезона приходится на 3-ю декаду августа. Переход температуры через 5 °С происходит в начале октября. Вегетативная осень (15—5 °С) средней продолжительности и длинная (37—51 день). Окончание осени приходится на конец 2-й — начало 3-й декады октября. По коэффициенту атмосферного увлажнения осень в сентябре засушливая и полузасушливая; в октябре — полувлажная и влажная. Вероятность сухих и засушливых месяцев 40—75 %.

Зима (0—0 °С). Наступает в конце 2-й — начале 3-й декады октября, заканчивается в 1-й половине апреля. Зима средней продолжительности (167—177 дней), холодная ($t_х = -16{,}7...-20{,}3$ °С), умеренно и достаточно снежная (40—60 см).

Таблица 34

Основные агроклиматические показатели Предалтайской провинции V-5

Показатель	Период	Северо-запад	Юго-запад		Восток	
		Новосибирск	Тальменка	Яминское	Томск	Кемерово
Континентальность		207 Ок	219 Ок	211 Ок	200 С	197 С
Сумма активных температур, °С		1940 Ух²	1960 Ух²	1900 Ух²	1750 Ух²	1800 Ух²
Температура наиболее теплого месяца, °С		18,7 Т¹	18,8 Т¹	18,3 Т¹	18,1 Т¹	17,9 Т¹
Температура наиболее холодного месяца, °С		−19,0 Х²	−19,5 Х²	−18,0 Х²	−19,2 Х²	−18,2 Х²
Осадки, мм	Год	425	466	474	517	387
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	−84	−60	−52	+57	−122
	Весна IV	−13	−7	−6	−9	−17
	V	−58	−59	−49	−37	−51
	Лето VI	−45	−50	−50	−30	−54
	VII	−25	−21	−33	−13	−32
	VIII	−14	−16	−25	+9	−18
	Осень IX	−6	−9	−13	+6	−13
	X	+7	+13	+19	+22	−3
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,83 Пв	0,89 Пв	0,90 Пв	1,12 В	0,77 Пв
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0{,}55$), %	Год	17	13	13	6	26
Сезон						
весна (5—15 °С)	Начало	28 IV	26 IV	26 IV	2 V	30 IV
	Конец	6 VI	7 VI	8 VI	13 VI	10 VI
	Продолжительность, дни	39	42	43	42	41
лето (15—15 °С)	Начало	6 VI	7 VI	8 VI	13 VI	10 VI
	Конец	23 VIII	22 VIII	22 VIII	18 VIII	18 VIII
	Продолжительность, дни	77	75	74	65	68
осень (15—5 °С)	Начало	23 VIII	22 VIII	22 VIII	18 VIII	18 VIII
	Конец	4 X	3 X	4 X	3 X	3 X
	Продолжительность, дни	42	42	43	46	46
зима (0—0 °С)	Начало	20 X	21 X	21 X	18 X	19 X
	Конец	15 IV	13 IV	13 IV	16 IV	15 IV
	Продолжительность, дни	178	175	175	181	179
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	15 V	13 V	15 V	21 V	19 V
	Конец	15 IX	14 IX	14 IX	12 IX	12 IX
	Продолжительность, дни	122	123	121	113	115
Беззаморозковый период	Начало	20 V	26 V	24 V	25 V	24 V
	Конец	18 IX	9 IX	9 IX	17 IX	13 IX
	Продолжительность, дни	120	105	107	114	111
Биологическая продуктивность, баллы		86 Ср	81 Пн	79 Пн	96 Ср	69 Пн

4.2.5. Провинция V-5. Северопредалтайская лесостепная

Климат провинции очень и среднеконтинентальный ($K_к$ = = 197...208), что проявляется в холодной зиме и умеренно теплом лете.

По теплообеспеченности провинция относится к полосе среднеранних культур, $\Sigma t_{ак}$ = 1600...2050 °С. Основной период вегетации короткий (102—129 дней). Беззаморозковый период короче основного на 2 недели и более.

По годовому увлажнению провинция полувлажная, на северо-востоке — влажная, $КУ$ = 0,77...1,10 (0,35...0,50). Вероятность сухих и засушливых лет 6—26 %. За год выпадает 400—800 мм осадков. Тип динамики увлажнения 5-й — весна и лето засушливые и полузасушливые, осень — слабозасушливая и влажная. Биологическая продуктивность по климатическому индексу пониженная и средняя ($Б_к$ = 88...99).

Основные агроклиматические показатели провинции приведены в табл. 34.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации составляют более 80 %ПВ, к концу периода вегетации влажность снижается до 40 % ПВ, что характеризует условия как засушливые. Увлажнение слоя почвы 0—100 см в среднем многолетнем после фазы выхода в трубку и до восковой спелости ниже 0,5 ПВ, являющегося границей оптимального увлажнения, поэтому для повышения эффективности использования земель необходимы мероприятия по увлажнению корнеобитаемого слоя почвы.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на середину апреля, окончание — на 1-ю половину июня. Переход температуры воздуха через 5 °С происходит в конце апреля, лишь на северо-востоке провинции — в начале мая. Основной период вегетации наступает во 2-й декаде мая. Примерно через неделю наступает беззаморозковый период. По коэффициенту атмосферного увлажнения весна засушливая и очень засушливая. Вероятность сухих и засушливых месяцев 40—79 %.

Лето (15—15 °С). Начало приходится на 1-ю декаду июня, на северо-востоке — на 2-ю декаду июня, окончание — на 3-ю декаду августа, на востоке провинции — на середину августа. Продолжительность лета 65—77 дней. Лето в основном умеренно теплое (температура июля 16,7—19,3 °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето полузасушливое и полувлажное, лишь в самом начале — засушливое. Вероятность сухих и засушливых лет от 25 до 71 %.

Осень (15—0 °С). Начало осени приходится на 2-ю половину августа, окончание — на 2-ю половину октября. Переход температуры через 5 °С происходит в начале октября. Вегетативная осень (15—5 °С) имеет среднюю продолжительность (42—46 дней). По

коэффициенту атмосферного увлажнения осень в основном полувлажная и влажная. Вероятность сухих и засушливых месяцев (сентябрь) 27—44%.

Зима (0—0 °С). Начало зимы приходится на 2-ю половину октября, окончание — на середину апреля. Зима длинная (175—181 день), холодная (—17...—19 °С), достаточно снежная (37—51 см).

4.2.6. Провинция V-6. Среднесибирская лесостепная

Климат провинции в основном очень континентальный ($К$ = =198...233), что проявляется в холодной и очень холодной зиме и умеренно теплом лете.

По теплообеспеченности провинция относится к полосе среднеранних культур, $\Sigma t_{ак}$ = 1400...1700 °С. Основной период вегетации короткий (93—108 дней), наименьший среди провинций лесостепи. Беззаморозковый период короче основного на 1—3 недели.

По годовому увлажнению провинция в основном полузасушливая и полувлажная, $КУ$ = 0,66...1,10 (0,30...0,50). За год выпадает 300—500 мм осадков. Вероятность сухих и засушливых лет 12—52 %. Тип динамики увлажнения в западной части 5-й — весна и лето засушливые и полузасушливые, осень — слабозасушливая и влажная; в восточной Предбайкальской части тип динамики увлажнения 6-й — весна сухая и засушливая, лето — умеренно влажное, осень — слабозасушливая и засушливая. Биологическая продуктивность по климатическому индексу пониженная ($Б_к$ = 66...91).

Основные агроклиматические особенности провинции приведены в табл. 35.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации составляют около 80 %ПВ. К концу периода вегетации в слое 0—100 см влажность снижается до 50 %ПВ, в верхнем слое (0—20 см) — до 35—40 % ПВ, что характеризует условия как засушливые. Увлажнение слоя почвы 0—100 см в среднем многолетнем несколько ниже или равно 0,5 ПВ, поэтому для повышения эффективности земледелия необходимы мероприятия по увлажнению корнеобитаемого слоя почвы.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на середину апреля, переход температуры воздуха через 5 °С — на начало мая. Основной период вегетации наступает в 3-й декаде мая. Окончание весны приходится на 1-ю декаду июня. Вегетативная весна (5—15 °С) короткая и средней продолжительности (39—47 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна очень засушливая и полусухая. Вероятность сухих и засушливых месяцев 62—90 %.

Лето (15—15 °С). Начало лета приходится на 1-ю декаду июня, окончание — на середину августа, продолжительность 61—70 дней.

Таблица 35

Основные агроклиматические показатели Среднесибирской провинции V-6

Показатель	Период	Запад			Восток	
		Боготол	Красноярск	Канск	Зима	Иркутск
Континентальность		195 С	189 С	211 Ок	232 Ок	224 Ок
Сумма активных температур, °С		1653 Ух²	1694 Ух²	1818 Ух²	1618 Ух²	1618 Ух²
Температура наиболее теплого месяца, °С		18,2 Т¹	18,2 Т¹	19,4 Т¹	17,8 Т¹	17,6 Т¹
Температура наиболее холодного месяца, °С		−17,8 Х²	−16,8 Х²	−19,7 Х²	−23,6 Х³	−20,8 Х³
Осадки, мм	Год	434	378	317	355	421
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	−26	−179	−241	−171	−88
	Весна IV	−15	−35	−26	−30	−31
	V	−37	−55	−55	−66	−57
	Лето VI	−39	−56	−73	−59	−29
	VII	−24	−23	−60	−20	0
	VIII	+16	−12	−25	−2	+18
	Осень IX	+5	−3	−9	+7	+2
	X	+7	−7	−9	+12	−7
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,94 Пв	0,68 Пз	0,57 Пз	0,68 Пз	0,83 Пв
Вероятность сухих и засушливых лет ($КУ < 0.55$), %	Год	12	33	52	33	19
Сезон						
весна (5—15 °С)	Начало	4 V	2 V	2 V	2 V	29 IV
	Конец	14 VI	13 VI	10 VI	13 VI	15 VI
	Продолжительность, дни	41	42	39	42	47
лето (15—15 °С)	Начало	14 VI	13 VI	10 VI	13 VI	15 VI
	Конец	16 VIII	15 VIII	20 VIII	15 VIII	16 VIII
	Продолжительность, дни	62	62	70	62	61
осень (15—0 °С)	Начало	16 VIII	15 VIII	20 VIII	15 VIII	16 VIII
	Конец	1 X	3 X	28 IX	25 IX	28 IX
	Продолжительность, дни	46	49	39	41	42
зима (0—0 °С)	Начало	16 X	19 X	15 X	14 X	18 X
	Конец	17 IV	12 IV	14 IV	12 IV	11 IV
	Продолжительность, дни	184	176	182	181	176
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	25 V	23 V	20 V	23 V	23 V
	Конец	9 IX	11 IX	11 IX	6 IX	7 IX
	Продолжительность, дни	106	110	113	105	105
Беззаморозковый период	Начало	26 V	22 V	29 V	1 VI	1 VI
	Конец	15 IX	18 IX	13 IX	1 IX	8 IX
	Продолжительность, дни	111	120	106	93	98
Биологическая продуктивность, баллы		85 Пн	74 Пн	72 Пн	72 Пн	74 Пн

Лето на большей части территории умеренно теплое (средняя температура июля 17,2—18,9 °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето в начале засушливое и полузасушливое. Вероятность сухих и засушливых месяцев от 20 до 81 %.

Осень (15—0 °С). Начало осени — середина августа, окончание — середина октября. Переход температуры через 5 °С происходит в конце сентября — начале октября. Вегетативная осень (15—5 °С) короткая и средней продолжительности (39—49 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения осень полувлажная и влажная. Вероятность сухих и засушливых месяцев 20—62 %.

Зима (0—0 °С). Начало зимы приходится на середину октября, окончание — на 2-ю декаду апреля. Зима очень длинная (176—184 дня), холодная в западной и очень холодная в восточной части провинции (средняя температура января — 18...—25 °С), умеренно и достаточно снежная в предгорных районах (30—60 см).

4.3. Зона VI. Степная, полузасушливая и засушливая, выше среднего, средне и ниже среднего обеспеченная теплом, с господством обыкновенных и южных черноземов

4.3.1. Провинция VI-1. Украинская степная

Климат провинции умеренно и среднеконтинентальный (K = = 159...175), континентальность возрастает с запада на восток, что проявляется в переходе от мягкой к умеренно мягкой зиме и от теплого засушливого к полусухому лету.

По теплообеспеченности основная часть провинции относится к полосе среднепоздних культур (кукуруза на зерно, подсолнечник на семена, соя, бахчевые), $\Sigma t_{ак}$ = 2800...3550 °С. Северо-восточная часть провинции относится к полосе среднеспелых культур, $\Sigma t_{ак}$ = 2650...2800 °С. Основной период вегетации длинный и очень длинный (160—199 дней). Беззаморозковый период примерно совпадает с основным.

По годовому увлажнению южная часть провинции засушливая, северная и восточная части — полузасушливые, $КУ$ = 0,44...0,81 (0,20...0,37). По сезонному увлажнению для провинции характерен 8-й тип динамики увлажнения — лето засушливое и полусухое, весна и осень с несколько повышенным увлажнением. За год выпадает 350—500 мм осадков при испаряемости 650—750 мм. Вероятность сухих лет в провинции от 9 % — на востоке до 20—22 % — в центре и на юге. Биологическая продуктивность по климатическому индексу средняя и повышенная ($Б_к$ = 108...132).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 36.

Кроме общих климатических изменений по направлению с запада на восток, в провинции большое значение имеют изменения с севера на юг. Это особенно выражается в уменьшении к югу обеспеченности влагой.

Таблица 36

Основные агроклиматические показатели Украинской провинции VI-1

Показатель	Период	Запад		Центр		Юг	Восток	
		Тирасполь	Вознесенск	Кривой Рог	Запорожье	Нижнегорский	Старобельск	Донецк
Континентальность		163 У	167 С	174 С	176 С	162 С	179 С	178 С
Сумма активных температур, °С		3270 У²	3270 У²	3175 У²	3235 У²	3335 У²	2990 У²	3140 У²
Температура наиболее теплого месяца, °С		22,0 Т²	22,4 Т²	22,4 Т²	22,8 Т³	22,8 Т³	21,9 Т²	21,6 Т²
Температура наиболее холодного месяца, °С		—3,2 М²	—3,9 М²	—5,1 М³	—4,9 М²	—1,6 М²	—7,2 М³	—6,6 М³
Осадки, мм	Год	427	436	406	443	464	462	524
Баланс увлажнения ($P - f$), мм	Год	—443	—500	—481	—477	—390	—408	—314
	Весна IV	—42	—42	—39	—34	—26	—28	—22
	V	—733	—80	—73	—80	—48	—80	—68
	Лето VI	—70	—79	—76	—91	—69	—99	—82
	VII	—127	—140	—141	—137	—121	—124	—119
	VIII	—107	—132	—142	—135	—129	—116	—111
	Осень IX	—61	—79	—88	—79	—59	—67	—71
	X	—18	—18	—13	—10	—17	—4	+1
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,49 З	0,46 З	0,46 З	0,48 З	0,54 З	0,53 З	0,62 Пз
Вероятность сухих лет ($КУ < 0{,}33$), %	Год	19	22	22	20	13	13	9
Сезон								
весна (5—15 °С)	Начало	27 III	31 III	2 IV	2 IV	27 III	7 IV	5 IV
	Конец	9 V	8 V	9 V	7 V	12 V	10 V	7 V
	Продолжительность, дни	43	38	37	35	46	33	32
лето (15—15 °С)	Начало	9 V	8 V	9 V	7 V	12 V	10 V	7 V
	Конец	22 IX	22 IX	22 IX	20 IX	24 IX	13 IX	18 IX
	Продолжительность, дни	—135	136	135	135	134	125	133
осень (15—5 °С)	Начало	22 IX	22 IX	22 IX	20 IX	24 IX	13 IX	18 IX
	Конец	11 IX	8 XI	2 XI	4 X	18 XI	27 X	28 X
	Продолжительность, дни	50	47	41	45	55	44	40
зима (0—0 °С)	Начало	10 XI	3 XII	25 XI	30 XI	26 XII	19 XI	22 XI
	Конец	3 III	8 III	11 III	11 III	28 II	21 III	18 III
	Продолжительность, дни	84	96	107	102	65	123	117
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	16 IV	18 IV	20 IV	19 IV	20 IV	20 IV	20 IV
	Конец	17 X	15 X	13 X	12 X	22 X	5 X	9 X
	Продолжительность, дни	183	179	175	175	184	167	171

Показатель	Период	Запад		Центр		Юг	Восток	
		Тирасполь	Вознесенск	Кривой Рог	Запорожье	Нижнегорский	Старобельск	Донецк
Беззаморозковый период	Начало	19 IV	19 IV	14 IV	14 IV	23 IV	24 IV	29 IV
	Конец	13 X	10 X	14 X	19 X	10 X	4 X	9 X
	Продолжительность, дни	176	173	182	187	169	162	171
Биологическая продуктивность, баллы		113 Ср	108 Ср	105 Ср	112 Ср	123 Пв	110 Ср	131 Пв

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см на начало периода вегетации составляют примерно 80 % ПВ, в слое 50—100 см — около 100 %ПВ, а в слоях 0—20 см и 20—50 см — около 70 % ПВ. К концу вегетации в слое 0—100 см влажность снижается до 40—50 % и в слоях 0—20, 20—50 см до 30 % ПВ, что характеризует условия как очень засушливые. В среднем влажность почвы в слое 0—100 см находится на уровне 50—60 % и в слое 50—100 см на уровне 70—80 %. Превышение количества влаги в слое 50—100 см относительно слоя 20—50 см равно 40 %. Такое превышение указывает на значительный резерв влагообеспеченности, который может быть использован для повышения урожаев в условиях интенсивного ведения сельского хозяйства.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало весны приходится в основном на 1-ю половину марта. Вегетативная весна (5—15 °С) наступает в конце марта — начале апреля. Основной период вегетации наступает в конце 2-й декады апреля. Окончание весны приходится на 1-ю декаду мая. Продолжительность вегетативной весны 32—46 дней. По коэффициенту атмосферного увлажнения весна засушливая и очень засушливая. Вероятность сухих месяцев 30—60 %.

Лето (15—15 °С). Наступает в 1-й декаде мая, оканчивается в 3-й декаде сентября, на востоке провинции — во 2-й декаде сентября. Продолжительность сезона 125—136 дней. Лето теплое (средняя температура июля 20—23 °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето преимущественно полусухое. Вероятность сухих месяцев 40—90 %.

Осень (15—0 °С). Наступление осени отмечается во 2-й половине сентября, а переход температуры через 5 °С — в конце октября — начале ноября. Вегетативная осень (15—5 °С) средней продолжительности и длинная (40—55 дней). Окончание осени приходится на конец ноября — начало декабря. По коэффициенту атмосферного увлажнения начало осени (сентябрь) полусухое и очень засушливое, конец (октябрь) — полузасушливый. Вероятность сухих месяцев в сентябре 60—80 %.

Зима (0—0 °С). Зима наступает на основной части территории в конце ноября — начале декабря, оканчивается в 1-й половине марта, зима короткая — продолжительность ее от 65 дней на юге до 123 дней на востоке. Высота залегания снежного покрова среди зимы 10—20 см, увеличивается с запада на восток. Зима умеренно мягкая и мягкая (температура января 0...—8,2 °С).

4.3.2. Провинция VI-2. Предкавказская степная и лесостепная

Климат провинции среднеконтинентальный ($К=167...187$). Континентальность проявляется в мягкой и умеренно мягкой зиме и теплом, очень засушливом и полусухом лете.

По теплообеспеченности основная часть провинции относится к полосе среднепоздних культур ($\Sigma t_{ак}=2800...3400$ °С); юго-западная часть — к полосе поздних культур ($\Sigma t_{ак}=3400...3600$ °С). Основной период вегетации длинный и очень длинный (160—199 дней). Беззаморозковый период примерно совпадает с основным или несколько длиннее его.

По годовому увлажнению северная часть провинции засушливая, южная часть полузасушливая, в предгорьях — полувлажная, $КУ=0,44...1,00$ (0,20...0,45). Тип динамики увлажнения 8-й — лето засушливое и полусухое, весна и осень с несколько повышенным увлажнением. Количество осадков за год равно 400—800 мм. Вероятность сухих лет от 5 до 12 %. Биологическая продуктивность по климатическому индексу от средней до высокой ($Б_к=106...167$).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 37.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см на начало периода вегетации составляют 70—90 % ПВ, к концу вегетации запасы снижаются до 35 % ПВ, что характеризует условия как очень засушливые (рис. 14). В среднем влажность почвы в слое 0—100 см находится на уровне 50—60 % ПВ и в слое 50—100 см — на уровне 65 % ПВ.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало весны приходится в центральной части провинции на конец февраля, на юго-востоке — на начало марта, на северо-западе — на середину марта. Вегетативная весна (5—15 °С) наступает во 2-й декаде марта, на северо-западе провинции — в начале апреля. Основной период вегетации начинается во 2-й декаде апреля. Одновременно или несколько раньше наступает беззаморозковый период. Окончание весны приходится на начало мая. Вегетативная весна короткая и средней продолжительности (35—47 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна засушливая и полузасушливая. Вероятность сухих месяцев 30—80 %.

Лето (15—15 °С). Наступление сезона приходится на начало мая, окончание — на 3-ю декаду сентября. Продолжительность 129—141 день. Лето теплое и очень теплое, $t_1=20...24$ °С. По коэффициенту атмосферного увлажнения лето засушливое и полусухое. Вероятность сухих месяцев 30—80 %.

Таблица 37

Основные агроклиматические показатели Предкавказской провинции VI-2

Показатель	Период	Северо-запад		Центр		Юго-восток	
		Ростов-на-Дону	Краснодар	Кропоткин	Ставрополь	Прохладный	Грозный
Континентальность		184 С	168 С	175 С	172 С	194 С	191 С
Сумма активных температур, °С		3250 У²	3602 У³	3611 У³	3127 У²	3424 У³	3508 У³
Температура наиболее теплого месяца, °С		22,8 Т³	23,2 Т³	23,5 Т³	21,9 Т²	23,5 Т³	23,8 Т³
Температура наиболее холодного месяца, °С		—5,8 М³	—1,8 М²	—2,8 М²	—3,7 М²	—4,7 М²	—3,6 М²
Осадки, мм	Год	495	643	587	623	428	442
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—425	—277	—398	—264	—327	—346
	Весна IV	—32	—23	—30	—10	—24	—26
	V	—71	—48	—58	—28	—33	—42
	Лето VI	—87	—64	—78	—42	—54	—65
	VII	—133	—113	—138	—86	—111	—112
	VIII	—144	—118	—136	—114	—119	—102
	Осень IX	—78	—69	—69	—44	—51	—45
	X	—9	—1	—6	—7	—11	—7
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,54 З	0,70 Пз	0,59 Пз	0,70 Пз	0,57 Пз	0,56 Пз
Вероятность сухих лет ($KV < 0{,}33$), %	Год	13	5	11	5	12	12
Сезон							
весна (5—15 °С)	Начало	2 IV	19 III	23 III	29 III	28 III	29 III
	Конец	7 V	5 V	30 IV	14 V	8 V	7 V
	Продолжительность, дни	35	47	38	46	41	39
лето (15—15 °С)	Начало	7 V	5 V	30 IV	14 V	8 V	7 V
	Конец	22 IX	29 IX	26 IX	21 IX	24 IX	26 IX
	Продолжительность, дни	137	146	148	129	138	141
осень (15—5 °С)	Начало	22 IX	29 IX	26 IX	21 IX	24 IX	26 IX
	Конец	3 XI	14 XI	14 XI	7 XI	8 XI	11 XI
	Продолжительность, дни	42	46	49	47	45	46
зима (0—0 °С)	Начало	25 XI	18 XII	12 XII	6 XII	1 XII	4 XII
	Конец	16 III	22 II	27 II	8 III	7 III	2 III
	Продолжительность, дни	112	67	78	93	97	89
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	18 IV	10 IV	11 IV	22 IV	17 IV	17 IV
	Конец	10 X	23 X	21 X	15 X	17 X	20 X
	Продолжительность, дни	175	195	192	175	182	185
Беззаморозковый период	Начало	10 IV	10 IV	10 IV	14 IV	11 IV	17 IV
	Конец,.	15 X	20 X	24 X	19 X	20 X	22 X
	Продолжительность, дни	186	192	196	187	191	187
Биологическая продуктивность, баллы		120 Ср	158 В	147 Пв	137 Пв	136 Пв	133 Пв

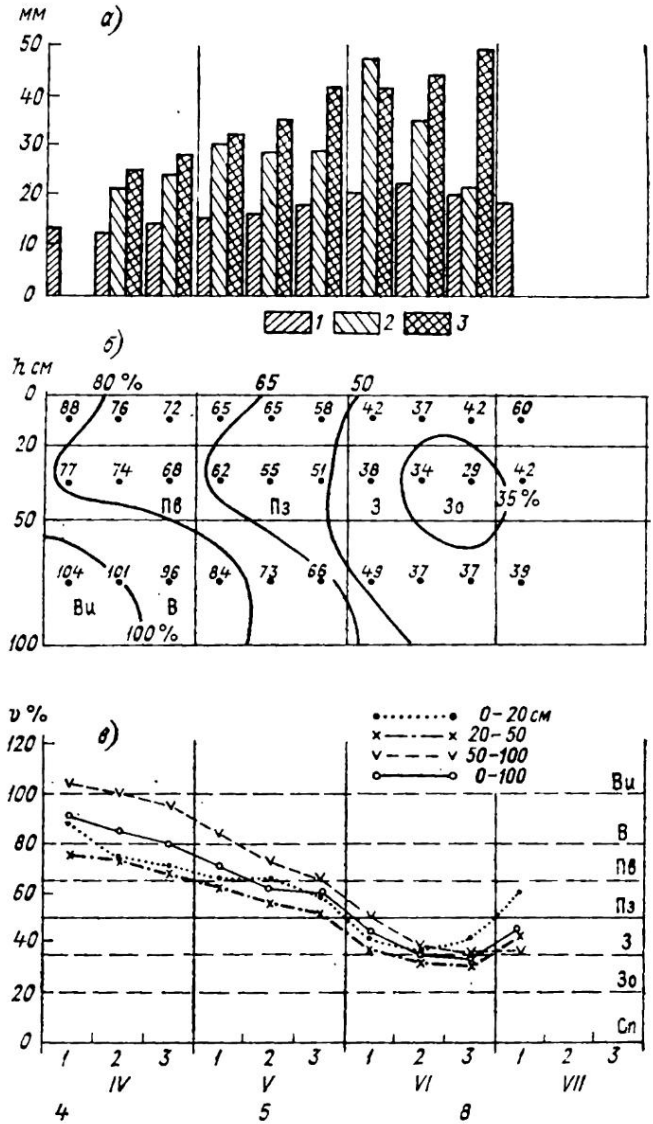


Рис. 14. Влагообеспеченность по запасам почвенной влаги. Провинция VI-2, ст. Кореновск, Краснодарский край, озимые культуры.

Усл. обозначения см. рис. 12.

Осень (15—0 °С). Начало приходится на 3-ю декаду сентября, переход температуры воздуха через 5 °С на 1-ю половину ноября. Вегетативная осень (15—5 °С) длинная и средней продолжительности. Окончание осени — конец ноября — середина декабря. По коэффициенту атмосферного увлажнения осень в сентябре засушливая (вероятность сухих месяцев 35—70 %), в октябре — полувлажная.

Зима (0—0 °С). Начало отмечается в конце ноября — первой половине декабря, окончание — в конце февраля — первой половине марта. Зима короткая и очень короткая (67—112 дней), мягкая и умеренно мягкая (средняя температура января —1... —6 °С), очень малоснежная и малоснежная (10—20 см), в предгорьях достаточно снежная (до 60 см).

4.3.3. Провинция VI-3. Южнорусская степная

Климат провинции среднеконтинентальный ($К_к = 177...195$), что проявляется в недостаточном годовом увлажнении, средней и выше средней теплообеспеченности, нарастании суровости зимы от умеренно теплой до умеренно холодной.

Северо-восточная часть провинции относится к полосе среднеспелых культур, $\Sigma t_{ак} = 2400...2800$ °С. Юго-западная часть провинции относится к полосе среднепоздних культур, $\Sigma t_{ак} = 2800...3300$ °С. Основной период вегетации длинный (145—179 дней). Беззаморозковый период короче основного примерно на неделю.

По годовому увлажнению провинция в основном засушливая и полузасушливая, $КУ = 0{,}44...0{,}81$ (0,20...0,37). К засушливым относятся округа на юге провинции, по данным отдельных метеостанций здесь очень засушливый климат по годовому увлажнению ($КУ < 0{,}44$). По сезонному увлажнению для провинции характерен 5-й тип динамики увлажнения — весна и лето засушливые и полузасушливые, осень — слабозасушливая. За год выпадает 350—500 мм осадков. Вероятность сухих лет ($КУ < 0{,}33$) в провинции составляет от 12 % на востоке и севере и до 43 % на юге.

Биологическая продуктивность по климатическому индексу преимущественно средняя ($Б_к = 92...126$).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 38.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации составляют 90—100 % ПВ. К концу вегетации запасы влаги в слое почвы 0—50 см снижаются до 35—50 % ПВ, что характеризует условия влагообеспеченности как засушливые. В среднем влажность почвы в слое 0—100 см находится на уровне 60—70 % ПВ; в слое 50—100 см — на уровне 70 % ПВ.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало весны отмечается в 3-й декаде марта, на востоке провинции — в начале апреля. Вегетативная весна

(5—15 °С) наступает в 1-й половине апреля. Основной период вегетации начинается в 3-й декаде апреля. Несколько позднее (через 1—7 дней) наступает беззаморозковый период. Окончание весны приходится примерно на 2-ю декаду мая. Вегетативная весна очень короткая (33—36 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна в начале (апрель) полузасушливая и засушливая, в конце (май) — очень засушливая и полусухая. Вероятность сухих майских месяцев 55—76 %

Лето (15—15 °С). Наступление сезона происходит в 1-й — конце 2-й декады мая, окончание — в середине сентября. Продолжительность увеличивается с северо-востока на юго-запад (от 107 до 131 дня). Лето теплое (средняя температура июля 20—23 °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето сухое и полусухое. Вероятность сухих месяцев от 60 до 90 %.

Осень (15—0 °С). Наступление осени приходится на 1-ю—2-ю декаду сентября. Переход температуры воздуха через 5 °С происходит в основном в конце октября. Вегетативная осень в основном короткая (40—42 дня). По коэффициенту атмосферного увлажнения сентябрь очень засушливый и полусухой, на юге — сухой. Вероятность сухих месяцев в это время 50—86 %. Окончание осени растянутое: с 1-й по 3-ю декаду ноября.

Зима (0—0 °С). Начинается зима в ноябре, а оканчивается в конце марта — начале апреля. Продолжительность от 113 до 144 дней. Зима умеренно мягкая и умеренно холодная (средняя температура января —6...—13 °С), малоснежная и умеренно снежная (15—40 см).

Таблица 38

Основные агроклиматические показатели Южнорусской провинции VI-3

Показатель	Период	Центр		Юг			Восток
		Калач	Панфилов	Миллерово	Морозовск	Мартыновка	Аткарск
Континентальность		182 С	190 С	186 С	191 С	189 С	192 С
Сумма активных температур, °С		2725 $У^1$	2719 $У^1$	2983 $У^2$	3065 $У^2$	3214 $У^2$	2584 $У^1$
Температура наиболее теплого месяца, °С		21,3 $Т^2$	21,3 $Т^2$	22,0 $Т^2$	22,8 $Т^3$	23,1 $Т^3$	20,6 $Т^2$
Температура наиболее холодного месяца, °С		—9,0 $М^3$	—10,7 $Х^1$	—8,0 $М^3$	—7,8 $М^3$	—6,3 $М^3$	—12,2 $Х^1$
Осадки, мм	Год	452	389	451	377	409	439
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—386	—481	—485	—608	—609	—333
	Весна IV	—20	—27	—26	—32	—34	—14
	V	—78	—85	—78	—93	—91	—72
	Лето VI	—106	—114	—107	—125	—125	—101
	VII	—129	—147	—139	—181	—189	—105
	VIII	—99	—129	—147	—172	—169	—162
	Осень IX	—63	—74	—86	—93	—100	—51
	X	—1	0	—11	—12	—11	+4

Показатель	Период	Центр		Юг			Восток
		Калач	Панфилов	Миллерово	Морозовск	Мартыновка	Аткарск
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/l)	Год	0,54	0,45	0,48	0,38	0,40	0,57
		З	З	З	Зо	Зо	Пз
Вероятность сухих лет ($КУ$ <0,33), %	Год	13	21	19	43	37	12
Сезон							
весна (5—15 °С)	Начало	11 IV	12 IV	9 IV	5 IV	4 IV	15 IV
	Конец	14 V	17 V	12 V	10 V	9 V	21 V
	Продолжительность, дни	33	35	33	35	35—36	36
лето (15—15 °С)	Начало	14 V	17 V	12 V	10 V	9 V	21 V
	Конец	7 IX	18 IX	13 IX	16 IX	18 IX	6 IX
	Продолжительность, дни	115	113	123	128	131	107
осень (15—5 °С)	Начало	7 IX	7 IX	13 IX	16 IX	18 IX	6 IX
	Конец	21 X	19 X	25 X	28 X	30 X	16 X
	Продолжительность, дни	44	41	42	42	42	40
зима (0—0 °С)	Начало	11 XI	8 XI	16 XI	16 XI	24 XI	5 XI
	Конец	27 III	31 III	23 III	21 III	16 III	3 IV
	Продолжительность, дни	127	144	128	126	113	143
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	26 IV	26 IV	20 IV	21 IV	18 IV	27 IV
	Конец	30 IX	29 IX	5 X	5 X	10 X	25 IX
	Продолжительность, дни	156	155	167	166	174	150
Беззаморозковый период	Начало	28 IV	2 V	24 IV	26 IV	23 IV	5 V
	Конец	1 X	2 X	4 X	2 X	1 X	27 IX
	Продолжительность, дни	155	152	162	158	160	144
Биологическая продуктивность, баллы		100	85	103	83	92	102
		Ср	Пн	Ср	Пн	Ср	Ср

4.3.4. Провинция VI-4. Заволжская степная

Климат провинции очень и среднеконтинентальный ($К_к$ = = 197...216). Континентальность проявляется в умеренно холодной и холодной зиме, умеренно теплом и теплом, полусухом и сухом лете.

По теплообеспеченности провинция относится к полосе среднеспелых культур, $\Sigma t_{ак}$ = 2200...2800 °С. Основной период вегетации средней продолжительности и длинный (138—156 дней). Беззаморозковый период на 1—2 недели короче.

По годовому увлажнению провинция очень засушливая, засушливая и полузасушливая, $КУ$ = 0,33...0,73 (0,15...0,33). К очень засушливой и засушливой относится южная часть провинции. Тип динамики увлажнения 5-й — весна и лето засушливые и полузасушливые, осень — слабозасушливая и влажная. За год выпадает 300—400 мм осадков при средней испаряемости 500—600 мм. Вероятность сухих лет от 15 до 40 %. Биологическая продуктив-

Таблица 39

Основные агроклиматические показатели Заволжской провинции VI-4

Показатель	Период	Запад		Центр		Восток
		Безенчук	Большая Глушица	Сорочинск	Оренбург	Кувандык
Континентальность		199 С	207 Ок	209 Ок	215 Ок	210 Ок
Сумма активных температур, °С		2598 У¹	2690 У¹	2639 У¹	2750 У¹	2609 У¹
Температура наиболее теплого месяца, °С		21,2 Т²	21,8 Т²	21,4 Т²	21,9 Т²	20,5 Т²
Температура наиболее холодного месяца, °С		—13,6 Х¹	—14,0 Х¹	—14,5 Х¹	—14,8 Х¹	—15,5 Х²
Осадки, мм	Год	400	354	369	337	418
Баланс увлажнения ($P - f$), мм	Год	—405	—533	—485	—583	—387
	Весна IV	—22	—20	—29	—30	—20
	V	—85	—91	—88	—94	—72
	Лето VI	—122	—143	—136	—142	—117
	VII	—118	—144	—133	—152	—115
	VIII	—108	—142	—132	—152	—122
	Осень IX	—49	—67	—59	—76	—60
	X	+4	—1	+3	—5	—14
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,50 З	0,40 Зо	0,43 Зо	0,37 Зо	0,52 З
Вероятность сухих лет ($K\text{У} < 0{,}33$), %	Год	17	37	28	46	15
Сезон						
весна (5—15 °С)	Начало	16 IV	16 IV	16 IV	16 IV	18 IV
	Конец	18 V	18 V	19 V	16 V	22 V
	Продолжительность, дни	32	32	33	30	34
лето (15—15 °С)	Начало	18 V	18 V	19 V	16 V	22 V
	Конец	7 IX	7 IX	7 IX	10 XI	5 IX
	Продолжительность, дни	111	111	110	116	105
осень (15—5 °С)	Начало	7 IX	7 IX	7 IX	10 IX	5 IX
	Конец	14 X	14 X	14 X	15 X	12 X
	Продолжительность, дни	37	37	37	35	37
зима (0—0 °С)	Начало	2 XI	1 XI	31 X	31 X	29 X
	Конец	3 IV	4 IV	5 IV	5 IV	7 IV
	Продолжительность, дни	153	155	157	157	161
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	30 IV	28 IV	28 IV	27 IV	30 IV
	Конец	25 IX	26 IX	25 IX	27 IX	24 IX
	Продолжительность, дни	147	150	148	152	146
Беззаморозковый период	Начало	7 V	10 V	7 V	3 V	12 V
	Конец	25 IX	23 IX	27 IX	28 IX	22 IX
	Продолжительность, дни	140	135	142	147	132
Биологическая продуктивность, баллы		90 Ср	77 Пн	80 Пн	73 Пн	85 Пн

ность по климатическому индексу от пониженной до средней ($Б_к = 61...103$).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 39.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см на начало периода вегетации составляют 90 % ПВ, к концу периода вегетации снижаются до 30 % ПВ. В слое 0—20 см запасы влаги на начало периода вегетации более 100 % ПВ, к концу периода снижаются до 30 % ПВ, что характеризует условия роста растений как засушливые и очень засушливые. Увлажнение корнеобитаемого слоя почвы 0—100 см в среднем многолетнем уже после фазы выхода в трубку опускается ниже 0,5 ПВ, являющегося границей оптимума, поэтому целесообразны мероприятия по увеличению влагообеспеченности растений.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на начало апреля, переход температуры воздуха через 5 °С — на середину апреля. Основной период вегетации наступает в конце апреля. На 5—10 дней позднее начинается беззаморозковый период. Окончание весны приходится на конец 2-й декады мая. Вегетативная весна (5—15 °С) очень короткая (30—34 дня). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна полузасушливая в апреле и полусухая в мае. Вероятность сухих месяцев 60—76 %.

Лето (15—15 °С). Начало приходится на 2-ю декаду мая, окончание — на 1-ю декаду сентября. Продолжительность сезона 105—116 дней. Лето умеренно теплое и теплое (средняя температура июля 19—22 °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето полусухое и сухое. Вероятность сухих месяцев 71—90 %. Нередко в середине лета возникают суховеи, которые вследствие критического состояния условий увлажнения в этот период могут приводит к запалу и гибели посевов.

Осень (15—0 °С). Начало осени — 1-я декада сентября. Переход температуры через 5 °С отмечается во 2-й декаде октября. Вегетативная осень (15—5 °С) очень короткая (35—37 дней). Переход температуры через 0 °С наблюдается в конце октября — начале ноября. По коэффициенту атмосферного увлажнения осень в начале (сентябрь) очень засушливая и полусухая. Вероятность сухих месяцев 45—47 %.

Зима (0—0 °С). Наступление приходится на конец октября — начало ноября, окончание — на 1-ю декаду апреля. Продолжительность зимы 153—161 день. Зима средней продолжительности, умеренно холодная на западе и холодная на востоке (средняя температура января —13... —16 °С), умеренно снежная (30—45 см).

4.3.5. Провинция VI-5. Казахстанская степная

Климат провинции очень и среднеконтинентальный ($К_к = 212...223$), что проявляется в холодной зиме, умеренно теплом и теплом, очень засушливом и полусухом лете.

Таблица 40

Основные агроклиматические показатели Казахстанской провинции VI-5

Показатели	Период	Запад			Центр		Восток
		Ириклинский	Федоровка	Уришкий	Володарское	Шучинск	Михайловка
Континентальность		220 Ок	209 Ок	212 Ок	202 С	202 С	220 Ок
Сумма активных температур, °С		2491 У[1]	2225 У[1]	2270 У[1]	2121 Ух[2]	2051 Ух[2]	2202 У[1]
Температура наиболее теплого месяца, °С		20,4	19,6	19,7	18,8	18,6	19,8
Температура наиболее холодного месяца, °С		—17,3 Х[2]	—17,6 Х[2]	—17,6 Х[2]	—16,7 Х[2]	—16,7 Х[2]	—19,4 Х[2]
Осадки, мм	Год	336	294	310	339	312	305
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—502	—363	—380	—285	—329	—385
	Весна IV	—24	—19	—18	—21	—25	—27
	V	—84	—83	—84	—78	—79	—96
	Лето VI	—121	—97	—110	—86	—89	—104
	VII	—134	—76	—75	—56	—67	—85
	VIII	—128	—76	—83	—60	—51	—67
	Осень IX	—72	—43	—48	—39	—40	—48
	X	—8	—4	—1	—1	—6	—8
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,40 Зо	0,45 З	0,45 З	0,54 З	0,49 З	0,44 З
Вероятность сухих лет ($КУ<0{,}33$), %	Год	37	24	24	13	19	25
Сезон							
весна (5—15 °С)	Начало	19 IV	21 IV	23 IV	22 IV	23 IV	24 IV
	Конец	23 V	27 V	28 V	2 VI	4 VI	30 V
	Продолжительность, дни	34	36	35	41	42	36
лето (15—15 °С)	Начало	23 V	27 V	28 V	2 VI	4 VI	30 V
	Конец	4 IX	1 IX	12 IX	29 VIII	27 VIII	29 VIII
	Продолжительность, дни	103	96	96	87	83	90
осень (15—5 °С)	Начало						
	Конец	4 IX	1 IX	2 IX	29 VIII	27 VIII	29 VIII
	Продолжительность, дни	11 X	6 X	7 X	6 X	5 X	8 X
зима (0—0 °С)	Начало	37	35	35	38	39	40
	Конец	26 X	24 X	24 X	23 X	22 X	21 IV
	Продолжительность, дни	9 IV	10 IV	11 IV	10 IV	10 IV	12 IV
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	166	169	170	170	171	174
	Конец	30 IV	7 V	6 V	7 V	9 V	10 V
	Продолжительность, дни	24 IX	19 IX	21 IX	18 IX	17 IX	21 IX
Беззаморозковый период	Начало	146	134	137	133	130	133
	Конец	15 V	20 V	18 V	21 V	23 V	23 V

Показатели	Период	Запад			Центр		Восток
		Ириклинский	Федоровка	Уральский	Володарское	Щучинск	Михайловка
	Продолжительность, дни	20 IX	17 IX	20 IX	16 IX	15 IX	15 IX
		127	119	124	117	114	114
Биологическая продуктивность, баллы		71	70	71	78	71	69
		Пн	Пн	Пн	Пн	Пн	Пн

По теплообеспеченности провинция относится к полосе среднеранних культур и культур средней спелости, $\Sigma t_{ак} = 2000 \ldots 2400$ °С. Основной период вегетации средней продолжительности (126—143 дня), беззаморозковый период короче на 2—3 недели.

По годовому увлажнению провинция в основном засушливая, $КУ = 0{,}37 \ldots 0{,}77$ (0,17 ... 0,35). Тип динамики увлажнения 5-й — весна и лето засушливые и полузасушливые, осень — слабозасушливая и влажная. За год выпадает 250—350 мм осадков. Вероятность сухих лет в провинции 13—37 %. Биологическая продуктивность по климатическому индексу преимущественно пониженная ($Б_к = 63...95$).

Основные агрометеорологические показатели по опорным станциям приведены в табл. 40.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации составляют 60—70 % ПВ. К концу периода вегетации запасы влаги снижаются до 30 % ПВ, что характеризует условия как засушливые и очень засушливые. Увлажнение корнеобитаемого слоя почвы 0—100 см в среднем многолетнем уже после выхода в трубку опускается ниже 0,5 ПВ, являющегося границей оптимума (рис. 15). Необходимы мероприятия по увеличению влагообеспеченности растений.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало — конец 1-й — начало 2-й декады апреля. Вегетативная весна (5—15 °С) наступает в начале 3-й декады апреля. Основной период вегетации наступает в 1-й декаде мая. На две недели позднее наступает беззаморозковый период. Окончание весны приходится на конец мая — начало июня. Вегетативная весна очень короткая и короткая (34—42 дня). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна в начале (апрель) — засушливая, в конце (май) — полусухая. В мае вероятность сухих месяцев равна 69—78 %.

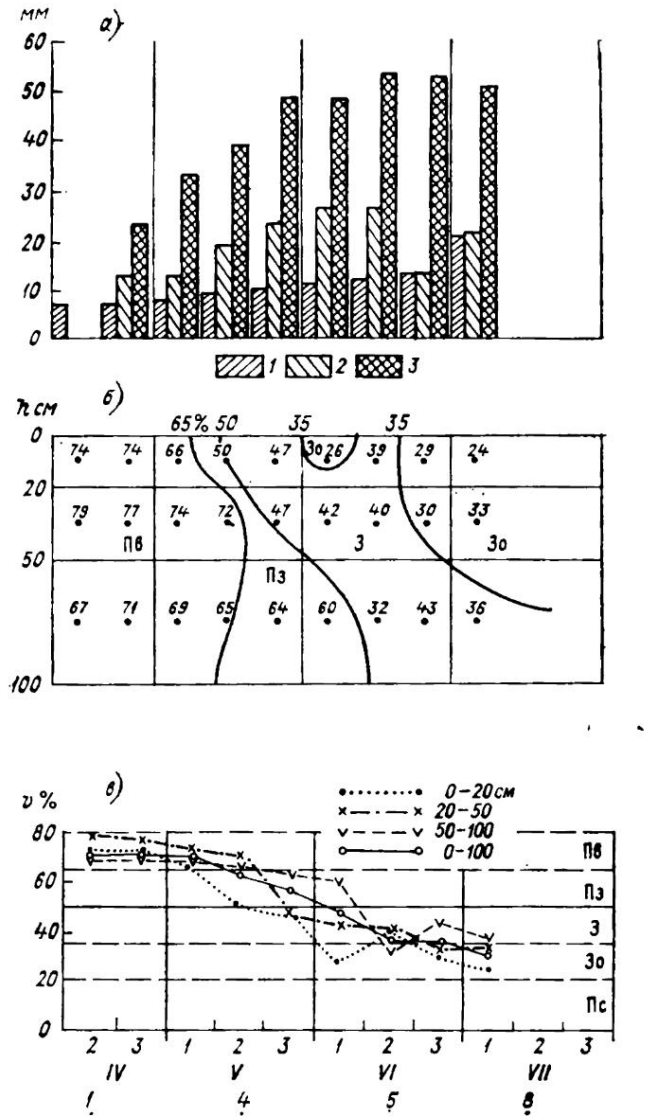


Рис. 15. Влагообеспеченность по запасам почвенной влаги. Провинция VI-5, ст. Кустанай, яровые культуры.

Усл. обозначения см. рис. 12.

Лето (15—15 °С). Наступает в конце мая — начале июня, заканчивается в конце августа — начале сентября. Продолжительность сезона 83—103 дня. Лето умеренно теплое и теплое, $t_т$ = = 19...21 °С. По коэффициенту атмосферного увлажнения лето очень засушливое и полусухое. Вероятность сухих месяцев 37—86 %, хотя основная часть осадков приходится на лето, однако летние осадки недостаточны. Высокие температуры воздуха и сильные ветры обусловливают большое испарение, в связи с чем влаги в почву поступает мало. Случаются суховеи, опаляющие растения и вызывающие быстрое иссушение почвы, иногда они сопровождаются пыльными бурями.

Осень (15 — 0 °С). Наступает в конце августа — начале сентября. Переход температуры воздуха через 5 °С приходится на 1-ю декаду октября. Вегетативная осень (15 — 5 °С) короткая (35—40 дней). Окончание осени — 3-я декада октября. По коэффициенту атмосферного увлажнения в сентябре осень очень засушливая (вероятность сухих месяцев 45—71 %), в октябре — полувлажная.

Зима (0—0 °С). Начало приходится на 3-ю декаду октября, окончание на конец 1-й — начало 2-й декады апреля. Продолжительность зимы средняя (166—174 дня). Зима холодная, $t_х$ = = —17... —20 °С, умеренно снежная (30—45 см).

4.3.6. Провинция VI-6. Западнопредалтайская степная

Климат провинции очень континентальный ($К_к$ = 206...216), что проявляется в холодной зиме, умеренно теплом и теплом, засушливом и очень засушливом лете.

По теплообеспеченности провинция относится к полосе среднеранних культур, $\Sigma t_{ак}$ = 1600...2300 °С. Основной период вегетации короткий и средней продолжительности (108—140 дней). Беззаморозковый период на 15—20 дней короче.

По коэффициенту атмосферного увлажнения провинция засушливая и полузасушливая, в предгорной части — полувлажная, *КУ* = 0,44...0,84 (0,20...0,38). Вероятность сухих лет 5—12 %. За год выпадает 300—500 мм осадков. Тип динамики увлажнения 5-й — весна и лето засушливые и полузасушливые, осень — слабозасушливая и влажная. Биологическая продуктивность по климатическому индексу пониженная и средняя ($Б_к$ = 72...96).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 41.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации составляют около 70—80 %ПВ. К концу вегетации влажность снижается до 30 % ПВ, что характеризует условия роста как очень засушливые. Корнеобитаемый слой 0—100 см пересыхает ниже уровня оптимального увлажнения после фазы выхода в трубку, поэтому необходимы мероприятия по увеличению влагообеспеченности.

Таблица 41

Основные агроклиматические показатели Предалтайской провинции VI-6

Показатель	Период	Север		Юг	
		Бабаево	Ребриха	Поспелиха	Краснощеково
Континентальность		218 Ок	220 Ок	220 Ок	206 Ок
Сумма активных температур, °С		2150 Ух[2]	2010 Ух[2]	2140 Ух[2]	2160 Ух[2]
Температура наиболее теплого месяца, °С		19,4 Т[1]	18,8 Т[1]	19,0 Т[1]	+18,9 Т[1]
Температура наиболее холодного месяца °С		—18,7 Х[2]	—18,6 Х[2]	—18,8 Х[2]	—16,5 Х[2]
Осадки, мм	Год	312	372	386	431
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—125	—236	—287	—226
	Весна IV	—20	—11	—19	—16
	V	—80	—76	—78	—64
	Лето VI	—90	—78	—84	—72
	VII	—69	—43	—68	—53
	VIII	—47	—42	—64	—47
	Осень IX	—35	—34	—45	—34
	X	—5	—3	0	0
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,71 Пз	0,61 Пз	0,57 Пз	0,66 Пз
Вероятность сухих лет ($КУ < 0{,}33$), %	Год	5	10	12	8
Сезон					
весна (5—15 °С)	Начало	23 IV	25 IV	25 IV	25 IV
	Конец	30 V	3 VI	30 V	1 VI
	Продолжительность, дни	37	38	35	38
лето (15—15 °С)	Начало	30 V	3 VI	30 V	1 VI
	Конец	22 VIII	23 VIII	31 VIII	31 VIII
	Продолжительность, дни	83	80	91	90
осень (15—5 °С)	Начало	22 VIII	23 VIII	31 VIII	31 VIII
	Конец	7 X	5 X	8 X	9 X
	Продолжительность, дни	46	44	38	40
зима (0—0 °С)	Начало	22 X	22 X	23 X	27 X
	Конец	12 IV	12 IV	10 IV	9 IV
	Продолжительность, дни	173	173	170	165
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	8 V	12 V	12 V	9 V
	Конец	19 IX	15 IX	21 IX	20 IX
	Продолжительность, дни	133	125	131	133
Беззаморозковый период	Начало	18 V	26 V	22 V	22 V
	Конец	14 IX	10 IX	12 IX	13 IX

Показатель	Период	Север		Юг	
		Бакаево	Ребриха	Поспелиха	Краснощеково
	Продолжительность, дни	118	106	112	113
Биологическая продуктивность, баллы		96 Ср	82 Пн	85 Пн	95 Ср

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало весны на севере провинции отмечается в начале 2-й декады апреля, на юге — в конце 1-й декады. Вегетативная весна (5—15 °С) наступает в 3-й декаде апреля. Основной период вегетации начинается в конце 1-й — начале 2-й декады мая. На две недели позднее наступает беззаморозковый период. Окончание весны приходится на конец мая — начало июня. Вегетативная весна очень короткая (35—38 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна полузасушливая и засушливая в апреле, в мае — очень засушливая и полусухая. Вероятность сухих месяцев в мае 57—77 %.

Лето (15—15 °С). Наступает в конце мая — начале июня, оканчивается в 3-й декаде августа. Продолжительность 80—91 день. Лето умеренно теплое (температура июля равна 17,2—20,2 °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето засушливое и очень засушливое. Вероятность сухих месяцев 30—67 %.

Осень (15—0 °С). Наступает в 3-й декаде августа. Переход температуры через 5 °С — в 1-й декаде октября. Вегетативная осень (15—5 °С) короткая и средней продолжительности (38—46 дней). Окончание осени происходит в 3-й декаде октября. По коэффициенту атмосферного увлажнения осень в сентябре засушливая (вероятность сухих месяцев 37—45 %), в октябре — влажная и полувлажная.

Зима (0—0 °С). Начало приходится на 3-ю декаду октября, окончание на 1-ю половину апреля. Зима средней продолжительности и длинная (165—173 дня), холодная, $t_x = -17...-19$ °С, преимущественно умеренно снежная (25—45 см).

4.3.7. Провинция VI-7. Восточносибирская степная

Климат провинции очень и резко континентальный ($K_к$ = = 215...250). Континентальность проявляется в очень холодной и умеренно суровой малоснежной и умеренно снежной зиме и умеренно прохладном и умеренно теплом, полусухом и засушливом лете.

По теплообеспеченности относится к полосе среднеранних культур, $\Sigma t_{ак}$=1400...2000 °С. Основной период вегетации короткий (94—122 дня). Беззаморозковый период короче на 1—3 недели.

По годовому увлажнению провинция очень засушливая и засушливая, $КУ$ = 0,44...0,77 (0,20...0,35), по данным отдельных станций — полусухая, $КУ$ = 0,28...0,32. В Забайкальской части провинции тип динамики увлажнения 6-й — весна сухая и засушливая, лето — умеренно влажное и влажное, осень — слабозасушливая и засушливая; в межгорных частях (Минусинской, Тувинской котловинах) тип динамики увлажнения 7-й. — весна и первая половина лета сухие и засушливые с нарастанием увлажнения к осени. За год выпадает 200—400 мм осадков. Биологическая продуктивность по климатическому индексу низкая и пониженная ($Б_к$ = 57...85).

Основные агрометеорологические показатели по опорным станциям приведены в табл. 42.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см на начало периода вегетации составляют около 60 % ПВ, к концу вегетации они ниже 50 % ПВ. Верхние слои почвы (0—20 см) еще до фазы выхода в трубку пересыхают ниже 50 % ПВ, т. е. ниже оптимума увлажнения.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начало весны — 1-я половина апреля. Вегетативная весна (5—15 °С) наступает во 2-й декаде апреля. Основной период вегетации — во 2-й декаде мая. Окончание весны приходится на конец мая — начало июня. Вегетативная весна очень короткая и короткая (35—43 дня), очень сухая и полусухая. Вероятность сухих месяцев 65—99 %.

Лето (15—15 °С). Наступает в конце мая — начале июня, оканчивается в 3-й декаде августа. Продолжительность лета 78—85 дней. Лето умеренно теплое (17,1—20,7 °С), в начале — сухое, полусухое и очень засушливое, в конце — полузасушливое. Вероятность сухих месяцев от 22 до 84 %.

Таблица 42

Основные агроклиматические показатели Восточносибирской провинции VI-7

Показатель	Период	Северо-запад	Юго-запад		Центр		Восток
		Минусинск	Чадан	Кызыл	Новосе-легинск	Кяхта	Борзя
Континентальность		224 Ок	296 Рк	311 Рк	272 Рк	249 Ок	288 Рк

Показатель	Период	Северо-запад	Юго-запад		Центр		Восток
		Минусинск	Чадан	Кызыл	Новоселенгинск	Кяхта	Борзя
Сумма активных температур, °С		1979 Ух²	1940 Ух²	2086 Ух²	1982 Ух²	1910 Ух²	1946 Ух²
Температура наиболее теплого месяца, °С		19,7 Т¹	18,5 Т¹	19,9 Т¹	19,8 Т¹	19,1 Т¹	20,0 Т¹
Температура наиболее холодного месяца °С		—20,3 Х³	—32,3 С²	—33,9 С²	—26,1 С¹	—22,4 Х³	—28,0 С¹
Осадки, мм		308	216	214	225	306	278
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—316	—457	—477	—481	—384	—379
	Весна V	—67	—112	—120	—96	—85	—93
	Лето VI	—73	—107	—133	—107	—56	—99
	VII	—70	—82	—115	—75	—49	—42
	VIII	—41	—29	—74	—42	—27	—22
	Осень X	—21	—45	—57	—40	—27	—28
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,49 З	0,32 Сп	0,28 Сп	0,32 Сп	0,44 З	0,42 Зо
Вероятность сухих лет ($КУ < 0{,}33$), %	Год	19	60	72	60	25	31
Сезон							
весна (5—15 °С)	Начало	23 IV	23 IV	26 IV	27 IV	28 IV	28 IV
	Конец	5 VI	2 VI	31 V	4 VI	3 VI	7 VI
	Продолжительность, дни	43	40	35	37	36	40
лето (15—15 °С)	Начало	5 VI	2 VI	31 V	4 VI	3 VI	7 VI
	Конец	23 VIII	20 VIII	25 VIII	26 VIII	25 VIII	28 VIII
	Продолжительность, дни	78	78	85	82	82	81
осень (15—5 °С)	Начало	23 VIII	20 VIII	25 VIII	26 VIII	25 VIII	28 VIII
	Конец	5 X	27 IX	1 X	1 X	2 X	30 IX
	Продолжительность, дни	43	38	37	36	39	33
зима (0—0 °С)	Начало	18 X	13 X	16 X	17 X	17 X	13 X
	Конец	8 IV	11 IV	12 IV	9 IV	6 IV	15 IV
	Продолжительность, дни	173	181	177	175	172	185
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	16 V	10 V	11 V	16 V	17 V	19 V
	Конец	15 X	11 IX	14 IX	13 IX	12 IX	14 IX
	Продолжительность, дни	121	123	125	119	117	117
Беззаморозковый период	Начало	26 V	1 VI	21 V	23 V	25 V	
	Конец	9 IX	8 IX	22 IX	30 IX	12 IX	
	Продолжительность, дни	105	98	123	99	109	
Биологическая продуктивность, баллы		69 Пн	41 Н	40 По	41 Н	60 Н	59 Н

Осень (15—0 °С). Начало — 3-я декада августа, окончание — середина октября. Переход температуры воздуха через 5 °С — в конце сентября — начале октября. Вегетативная осень (15—5 °С) очень короткая и средней продолжительности (33—43 дня), полусухая и полузасушливая. Вероятность сухих месяцев 30—75 %.

Зима (0—0 °С). Начало приходится на середину октября, окончание на 1-ю половину апреля. Зимний период длинный (172—185 дней). Зима очень холодная и суровая (в Тувинской котловине), температура января —19...—30 °С, малоснежная и умеренно снежная (15—40 см).

4.4. Зона VII. Сухостепная, очень засушливая, выше среднего обеспеченная теплом, с господством темно-каштановых и каштановых почв

4.4.1. Провинция VII-1. Южноукраинская сухостепная

Климат провинции умеренно и среднеконтинентальный ($К_к$ = =162...172), что проявляется в мягкой, очень малоснежной зиме, теплом и очень теплом, сухом и полусухом лете.

По обеспеченности теплом провинция относится к полосе среднепоздних культур, самая южная часть — к полосе поздних культур, $\Sigma t_{ак}$ = 3200...3450 °С. Основной период вегетации длинный и очень длинный (180—199 дней).

По годовому увлажнению провинция засушливая и очень засушливая, $КУ$ = 0,42...0,53 (0,19...0,24). По сезонному увлажнению для провинции характерен 8-й тип динамики увлажнения — лето засушливое и полусухое, весна и осень — с несколько повышенным увлажнением. За год выпадает 250—400 мм осадков. Вероятность сухих лет 19—31 %. Биологическая продуктивность по климатическому индексу средняя и повышенная ($Б_к$ = 103...127).

Основные агрометеорологические показатели по опорным станциям приведены в табл. 43.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см и по слоям 0—20, 20—50, 50—100 см на начало периода вегетации составляют около 60 %ПВ, к концу вегетации снижаются до 15—20 % ПВ, что характеризует условия влагообеспеченности как очень засушливые. В среднем влажность почвы в слое 0—100 см и по слоям удерживается на уровне 35% ПВ, т. е. значительно ниже оптимального увлажнения.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Наступление отмечается в конце февраля — начале марта, окончание — в 1-й декаде мая. Переход температуры воздуха через 5 °С происходит в конце марта — начале апреля, переход через 10 °С — в конце 2-й декады апреля. Беззаморозковый период примерно совпадает с основным. Окончание

Основные агроклиматические показатели Южноукраинской провинции VII-1

Показатель	Период	Север	Юг
		Попелак	Джанкой
Континентальность		172 С	166 С
Сумма активных температур, °С		3360 Уз	3450 Уз
Температура наиболее теплого месяца, °С		23,4 Тз	23,3 Тз
Температура наиболее холодного месяца, °С		—3,8 М²	—1,8 М²
Осадки, мм	Год	382	418
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—521	—453
	Весна IV	—30	—31
	V	—69	—58
	Лето VI	—95	—83
	VII	—161	—132
	VIII	—154	—137
	Осень IX	—85	—66
	X	—12	—21
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,42 Зо	0,48 З
Вероятность сухих лет ($КУ < < 0{,}33$), %	Год	31	19
Сезон			
весна (5—15 °С)	Начало	2 IV	27 III
	Конец	11 V	10 V
	Продолжительность, дни	38	44
лето (15—15 °С)	Начало	11 V	10 V
	Конец	23 IX	26 IX
	Продолжительность, дни	134	138
осень (15—5 °С)	Начало	23 IX	26 IX
	Конец	9 XI	18 XI
	Продолжительность, дни	47	53
зима (0—0 °С)	Начало	9 XII	27 XII
	Конец	10 III	26 II
	Продолжительность, дни	92	65
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	20 IV	18 IV
	Конец	17 X	23 X
	Продолжительность, дни	179	187
Беззаморозковый период	Начало	—	14 IV
	Конец	—	17 X
	Продолжительность, дни	—	185
Биологическая продуктивность, баллы		101 Ср	119 Ср

весны приходится на конец 1-й — начало 2-й декады мая. Вегетативная весна короткая и средней продолжительности (38—44 дня). По коэффициенту атмосферного увлажнения она засушливая и очень засушливая. Вероятность сухих месяцев 43—65 %.

Лето (15—15 °С). Наступление сезона наблюдается в конце 1-й — начале 2-й декады мая, окончание — в конце сентября. Продолжительность сезона 134—138 дней. Лето теплое и очень теплое (температура самого теплого месяца 22—23 °С). По коэффициенту атмосферного увлажнения лето в начале очень засушливое, в середине и конце — сухое и полусухое. Вероятность сухих месяцев 53—86 %.

Осень (15—0 °С). Наступает в конце сентября. Переход температуры воздуха через 5 °С происходит примерно в середине ноября. Вегетативная осень (15—5 °С) длинная (47—53 дня). Заканчивается осень на севере провинции в 1-й, на юге — в 3-й декаде декабря. По коэффициенту атмосферного увлажнения осень в начале сухая и очень засушливая, в конце — полузасушливая и засушливая.

Зима (0—0 °С). Начинается в декабре, оканчивается в конце февраля, начале марта. Зима короткая, продолжительность от 65 дней на юге до 92 дней на севере провинции, мягкая, $t_x = -2...-5$ °С, очень малоснежная и бесснежная (10 см).

4.4.2. Провинция VII-2. Манычско-Донская сухостепная

Климат провинции среднеконтинентальный (К = 180...205). Континентальность возрастает с юга на северо-восток, что выражается главным образом в переходе к очень малоснежной зиме и сухому лету.

По обеспеченности теплом северная и центральная части провинции относятся к полосе среднепоздних культур (зерновые, кукуруза на зерно, подсолнечник на семена, просо и др.); южная часть — к полосе поздних культур (те же культуры, но более поздних сортов), $\Sigma t_{ак} = 2750...3600$ °С. Основной период вегетации длинный и очень длинный (160—195 дней), беззаморозковый период примерно совпадает с основным. Годовое количество осадков в среднем 250—400 мм. Испаряемость (800—1100 мм) примерно в 2—3 раза больше годового количества осадков.

По годовому увлажнению основная часть провинции засушливая и очень засушливая, $КУ = 0{,}33...0{,}55$ (0,15...0,25). Юго-западная часть провинции (в предгорьях Кавказа) полузасушливая, $КУ = 0{,}55...0{,}66$ (0,25...0,30), юго-восточная часть, прилегающая к Каспийскому морю, — полусухая, $КУ = 0{,}22...0{,}33$ (0,10...0,15).

Тип динамики увлажнения на преобладающей части территории 5-й — весна и лето полусухие и засушливые, осень — слабозасушливая; на юге провинции тип динамики увлажнения 8-й — лето засушливое и полусухое, весна и осень — с несколько повышенным увлажнением. Вероятность сухих лет 40—70 %. Биологическая

Основные агроклиматические показатели Манычско-Донской провинции VII-2

Показатель	Период	Северо-восток		Центральная часть		Юг	
		Иловля	Гниловайская	Ремонтное	Дивное	Терекли-Мектеб	Кизляр
Континентальность		204 С	184 С	194 С	192 С	191 С	178 С
Сумма активных температур, °С		3090 У^2	3126 У^2	3145 У^2	3460 У^3	3684 У^3	3686 У^3
Температура наиболее теплого месяца, °С		23,0 Т^3	23,3 Т^3	22,8 Т^3	23,9 Т^3	24,9 Т^3	24,0 Т^3
Температура наиболее холодного месяца, °С		−9,5 М^3	−5,8 М^3	−6,9 М^3	−5,2 М^3	−2,0 М^2	−1,6 М^2
Осадки, мм	Год	385	378	339	365	292	306
Баланс увлажнения ($P - f$), мм	Год	−617	−657	−712	−752	−710	−482
	Весна IV	−42	−38	−32	−42	−48	−41
	V	−100	−96	−94	−94	−94	−75
	Лето VI	−144	−148	−130	−138	−151	−104
	VII	−178	−194	−205	−217	−193	−119
	VIII	−154	−175	−186	−196	−166	−104
	Осень IX	−83	−94	−88	−112	−75	−49
	X	−12	−15	−22	−26	−17	−16
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,38 Зо	0,37 Зо	0,32 Сп	0,33 Зо	0,29 Сп	0,39 Зо
Вероятность сухих лет ($КУ < 0{,}33$), %	Год	43	46	60	57	69	40
Сезон							
весна (5—15 °С)	Начало	8 IV	7 IV	5 IV	30 III	25 III	26 III
	Конец	6 V	10 V	5 V	5 V	6 V	6 V
	Продолжительность, дни	28	33	30	36	42	41
лето (15—15 °С)	Начало	6 V	10 V	5 V	5 V	6 V	6 V
	Конец	12 IX	17 IX	18 IX	24 IX	30 IX	30 IX
	Продолжительность, дни	128	129	135	141	146	146
осень (15—5 °С)	Начало	12 IX	17 IX	18 IX	24 IX	30 IX	30 IX
	Конец	23 X	25 X	1 XI	6 XI	15 XI	20 XI
	Продолжительность, дни	41	38	44	43	46	51
зима (0—0 °С)	Начало	14 XI	13 XI	22 XI	29 XI	15 XII	23 XII
	Конец	25 III	22 III	16 III	11 III	4 III	25 II
	Продолжительность, дни	132	136	115	103	80	65
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	20 IV	22 IV	21 IV	18 IV	17 IV	16 IV
	Конец	3 X	6 X	11 X	17 X	24 X	28 X
	Продолжительность, дни	165	166	170	181	189	194

Показатель	Период	Северо-Восток		Центральная часть		Юг	
		Иловля	Гниловская	Ремонтное	Дивное	Терекли-Мектеб	Кизляр
Беззаморозковый период	Начало	20 IV	17 IV	18 IV	15 IV	17 IV	10 IV
	Конец	5 X	9 X	12 X	18 X	17 X	24 X
	Продолжительность, дни	167	174	175	185	182	196
Биологическая продуктивность, баллы		81 Пн	82 Пн	13 Пн	11 Пн	71 Пн	97 Ср

продуктивность по климатическому индексу преимущественно пониженная ($Б_к$=59...98).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 44.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см на начало периода вегетации равны 60—70 % ПВ. К концу вегетации запасы снижаются до 20 % ПВ, в слое 50—100 см — до 40 % ПВ и в слое 0—20 см до 10 % ПВ, что характеризует условия влагообеспеченности как очень засушливые. В среднем влажность почвы в слое 0—100 см находится на уровне 50 % ПВ, в слое 50—100 см — на уровне 70 % ПВ. Превышение влагозапасов в нижних слоях почвы относительно слоев 0—20 и 20—50 см составляет 20—40 %, что указывает на наличие резерва влагопотребления, который может быть использован при достаточно высокой агротехнике.

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Наступает в 1-й декаде марта на юге, во 2-й — в центральной части, в 3-й — на северо-востоке провинции. Вегетативная весна (5—15 °С) наступает в 1-й декаде апреля, на юге — в конце марта. Окончание весны приходится на конец 1-й декады мая. Вегетативная весна (5—15 °С) короткая и очень короткая (24—42 дня). По коэффициенту атмосферного увлажнения весна в апреле засушливая, в конце (май) — полусухая. Вероятность сухих месяцев 38—80 %.

Лето (15—15 °С). Наступление сезона приходится на 2-ю пятидневку мая. Окончание приходится на середину, а южных районах — на конец сентября. Продолжительность лета в северной и центральной частях провинции 120—135 дней, на юге — 135—145 дней. По коэффициенту атмосферного увлажнения лето сухое. Вероятность сухих месяцев 63—96 %.

Осень (15—0 °С). Наступление осени приходится на середину, на юге провинции — на конец сентября. Переход температуры

воздуха через 5 °С на севере провинции отмечается в конце октября, в центральной части — в начале ноября, на юге — в конце ноября. Вегетативная осень короткая и средней продолжительности (38—51 день). Окончание осени растягивается по территории провинции с севера на юг с середины ноября до середины декабря. По коэффициенту атмосферного увлажнения сентябрь полусухой, ноябрь — засушливый и полузасушливый. Вероятность сухих месяцев в сентябре 60—80 %, в октябре 25—40 %.

Зима (0—0 °С). Начало сезона на севере провинции приходится на середину ноября, на юге — на середину декабря; окончание на севере — в конце марта, на юге — в начале марта. Зима короткая (99—132 дня), изменяется от мягкой на юге провинции до умеренно холодной на севере. Температура января составляет соответственно — 2...—12 °С. Зима малоснежная (10—15 см).

4.4.3. Провинция VII-3. Заволжская сухостепная

Климат провинции очень континентальный (K=209...224). Это проявляется в умеренно холодной и холодной малоснежной зиме, теплом сухом и очень сухом лете.

По теплообеспеченности северная и восточная части провинции относятся к полосе культур средней спелости, южная — к полосе среднепоздних культур, $\Sigma t_{ак}$ = 2500...3100 °С. Основной период вегетации средней продолжительности и длинный (142—164 дня), беззаморозковый период короче на 1—2 недели.

Особенностью провинции, как и предыдущей провинции VII-2, является большое несоответствие между количеством годовых осадков и возможным испарением. Годовое количество осадков составляет 250—350 мм. Испаряемость примерно в 2—3 раза больше. По годовому увлажнению основная часть провинции очень засушливая, северная часть — засушливая, южная часть — полусухая. Коэффициент атмосферного увлажнения $КУ$= 0,26...0,48 (0,12...0,22). Тип динамики увлажнения 8-й — лето засушливое и полусухое, весна и осень с несколько повышенным увлажнением. Вероятность сухих лет 52—66 %, на юге округа 92 %. Биологическая продуктивность по климатическому индексу преимущественно низкая и пониженная ($Б_к$ = 57...70).

Основные агроклиматические показатели по опорным станциям приведены в табл. 45.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см на начало периода вегетации составляют около 70 % ПВ, к концу вегетации в слое почвы 50—100 см 40—50 % ПВ, в слоях 0—100, 0—20, 20—50 см — 10—20 % ПВ, что характеризует условия влагообеспеченности как очень засушливые. В среднем влажность почвы в слое 0—100 см находится на уровне 30—40 % ПВ, в слое 0—20 см — 25 % ПВ, в слое 20—50 см — 30 % ПВ. Превышение влагозапасов в слое 50—100 см относительно верхних слоев составляет около 50 %, что указывает на большой резерв влаги, который может быть использован для повышения урожаев.

Таблица 45

Основные агроклиматические показатели Заволжской провинции VII-3

Показатель	Период	Запад	Центр		Восток
		Ершов	Уральск	Джамбейты	Новороссийский
Континентальность		211 Ок	219 Ок	227 Ок	225 Ок
Сумма активных температур, °С		2847 У²	2821 У²	2988 У²	2499 У¹
Температура наиболее теплого месяца, °С		22,5 Т³	22,6 Т³	23,7 Т³	20,9 Т²
Температура наиболее холодного месяца, °С		—13,2 Х¹	—14,2 Х¹	—13,9 Х¹	—16,4 Х²
Осадки, мм	Год	332	282	239	290
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—621	—671	—878	—564
	Весна IV	—32	—32	—45	—30
	V	—125	—101	—116	—88
	Лето VI	—160	—163	—189	—136
	VII	—178	—179	—234	—153
	VIII	—168	—172	—213	—143
	Осень IX	—82	—88	—105	—78
	X	—8	—11	—18	—74
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,35 Зо	0,30 Сп	0,21 С	0,34 Зо
Вероятность сухих лет ($КУ < 0{,}33$), %	Год	52	66	92	55
Сезон					
весна (5—15 °С)	Начало	14 IV	13 IV	12 IV	19 IV
	Конец	15 V	15 V	13 V	23 V
	Продолжительность, дни	31	32	31	34
лето (15—15 °С)	Начало	15 V	15 V	13 V	23 V
	Конец	10 IX	11 IX	13 IX	5 IX
	Продолжительность, дни	117	118	122	104
осень (15—5 °С)	Начало	10 IX	11 IX	13 IX	5 IX
	Конец	17 X	16 X	17 X	11 X
	Продолжительность, дни	37	35	34	36
зима (0—0 °С)	Начало	4 XI	2 XI	3 XI	26 X
	Конец	4 IV	2 IV	1 IV	8 IV
	Продолжительность, дни	153	152	150	165
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	26 IV	27 IV	25 IV	2 V
	Конец	29 IX	28 IX	30 IX	24 IX
	Продолжительность, дни	155	153	157	144
Беззаморозковый период	Начало	5 V	6 V	5 V	14 V
	Конец	28 IX	28 IX	30 IX	21 IX
	Продолжительность, дни	145	155	147	129
Биологическая продуктивность, баллы		69 Пн	54 Н	25 Но	55 Н

Весна (0—15 °С). Начало сезона приходится на начало апреля. Вегетативная весна (5—15 °С) наступает на основной части территории во 2-й декаде апреля. Основной период вегетации наступает в конце апреля, на востоке провинции — в начале мая. Беззаморозковый период начинается примерно на 10 дней позднее. Окончание весны приходится на середину мая. Вегетативная весна очень короткая (31—34 дня). По коэффициенту атмосферного увлажнения апрель очень засушливый, в мае полусухой и сухой. Вероятность сухих месяцев 51—84 %.

Лето (15—15 °С). Начало сезона приходится на середину мая, окончание — на конец 1-й — начало 2-й декады сентября. Продолжительность 104—122 дня. Лето теплое и очень теплое, $t_т$ = = 20...23 °С, сухое и очень сухое. Вероятность сухих месяцев более 80 %.

Осень (15—0 °С). Наступление приходится на конец 1-й — начало 2-й декады сентября, окончание — на первые числа ноября. Переход температуры воздуха через 5 °С происходит в середине октября. Вегетативная осень очень короткая (34—37 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения осень сухая и полусухая в сентябре; полузасушливая и полувлажная — в октябре.

Зима (0—0 °С). Начало зимы приходится на первые числа ноября; окончание — на начало апреля. Зима короткая и средней продолжительности (150—165 дней), умеренно холодная и холодная, t_x = —10...—17 °С, малоснежная (15—25 см).

4.4.4. Провинция VII-4. Казахстанская сухостепная

Климат провинции очень континентальный ($К_к$ = 221...229). Провинция характеризуется наибольшей континентальностью в зоне, что проявляется в холодной, умеренно и малоснежной зиме и теплом сухом лете.

По теплообеспеченности относится к полосе культур средней спелости, $\Sigma t_{ак}$ = 2200...2800 °С. В большей степени обеспечена теплом западная часть провинции, в меньшей — центральная и восточная части (2200—1600 °С). Основной период вегетации средней продолжительности (133—155 дней). Беззаморозковый период короче основного на 2—3 недели.

По годовому увлажнению провинция в своей основной части очень засушливая, $КУ$ = 0,29...0,48 (0,13...0,22). Тип динамики увлажнения 8-й — лето сухое и полусухое, весна и осень — с несколько повышенным увлажнением. За год выпадает 250—350 мм осадков. Испаряемость в 3 раза превышает количество выпадающих осадков. В течение всего вегетационного сезона резко выражен отрицательный баланс влаги. Часто наблюдаются засухи и суховеи. Вероятность сухих лет составляет 50—60 %. Биологическая продуктивность по климатическому индексу преимущественно низкая ($Б_к$ = 46...70).

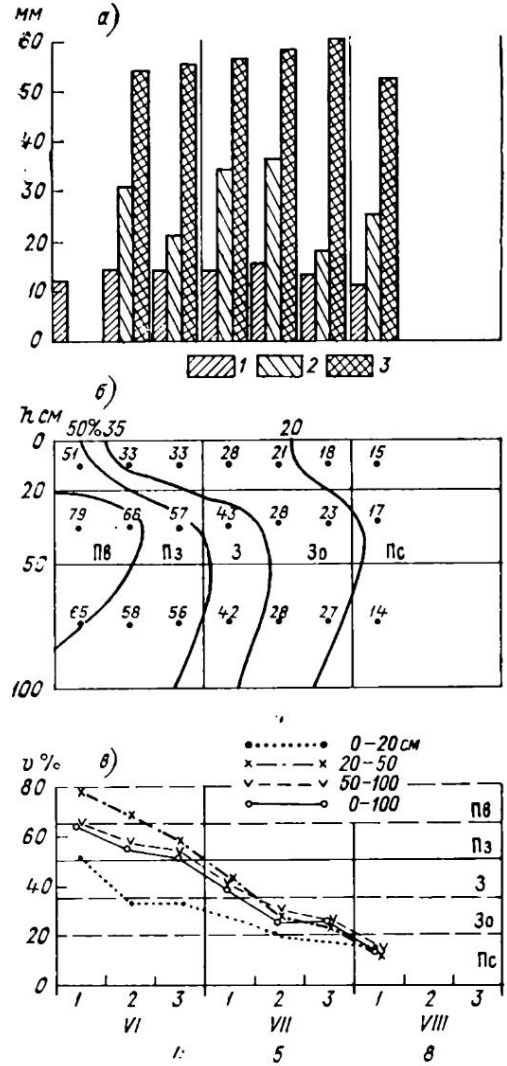


Рис. 16. Влагообеспеченность по запасам почвенной влаги. Провинция VII-4, ст. Караганда, яровые культуры.

Усл. обозначения см. рис. 12.

Основные агрометеорологические показатели по опорным станциям приведены в табл. 46.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см на начало периода вегетации составляют около 50—60 % ПВ, в слое 0—20 см — 30—40 % ПВ. К концу вегетации запасы влаги снижаются до 15—25 % ПВ во всех слоях, что характеризует условия как очень засушливые и полусухие (рис. 16).

Таблица 46

Основные агроклиматические показатели Казахстанской провинции VII-4

Показатель	Период	Запад	Центр	Восток	
		Есиль	Осакаровка	Павлодар	Семипалатинск
Континентальность		221 Ок	217 Ок	227 Ок	230 Ок
Сумма активных температур, °С		2439 У^1	2186 У$_{х^2}$	2486 У^1	2442 У^1
Температура наиболее теплого месяца, °С		20,7 Т^2	19,7 Т^1	21,2 Т^2	20,9 Т^2
Температура наиболее холодного месяца, °С		—17,3 Х^2	—16,5 Х^2	—17,9 Х^2	—17,1 Х^2
Осадки, мм	Год	276	272	249	283
Баланс увлажнения ($P-f$), мм	Год	—545	—483	—523	—587
	Весна IV	—31	—18	—33	—39
	V	—103	—79	—101	—104
	Лето VI	—131	—111	—122	—130
	VII	—137	—127	—128	—136
	VIII	—118	—108	—101	—126
	Осень IX	—75	—67	—70	—80
	X	—17	—14	—19	—27
Коэффициент атмосферного увлажнения (P/f)	Год	0,34 Зо	0,36 Зо	0,32 Сп	0,32 Сп
Вероятность сухих лет ($КУ<0{,}33$), %	Год	55	49	60	60
Сезон					
весна (5—15 °С)	Начало	21 IV	23 IV	19 IV	18 IV
	Конец	22 V	30 V	25 V	24 V
	Продолжительность, дни	31	37	36	36
лето (15—15 °С)	Начало	22 V	30 V	25 V	24 V
	Конец	4 IX	29 VIII	5 IX	3 IX
	Продолжительность, дни	104	90	102	101
осень (15—5 °С)	Начало	4 IX	29 VIII	5 IX	3 IX
	Конец	9 X	7 X	11 X	12 X
	Продолжительность, дни	35	39	36	39
зима (0—0 °С)	Начало	25 X	22 X	25 X	27 X
	Конец	9 IV	10 IV	7 IV	5 IV
	Продолжительность, дни	167	171	165	161
Основной период вегетации (10—10 °С)	Начало	3 V	7 V	4 V	4 V
	Конец	22 IX	18 IX	25 IX	23 IX
	Продолжительность, дни	141	133	143	141
Беззаморозковый период	Начало	21 V	26 V	13 V	18 V
	Конец	16 IX	10 IX	21 IX	12 IX
	Продолжительность, дни	117	106	130	116
Биологическая продуктивность, баллы		57 Н	53 Н	52 Н	51 Н

В среднем влажность почвы в корнеобитаемом слое 0—100 см за период активного влагопотребления около 40 % ПВ, т. е. ниже границы оптимального увлажнения (50 % ПВ).

Агроклиматические особенности сельскохозяйственных сезонов

Весна (0—15 °С). Начинается в 1-й декаде апреля, оканчивается — в 3-й декаде мая. Вегетативная весна (5—15 °С) наступает в конце 2-й — начале 3-й декады апреля. Основной период вегетации наступает в начале мая. Беззаморозковый период начинается на 10—20 дней позднее, окончание весны приходится на 3-ю декаду мая. Вегетативная весна очень короткая (31—37 дней). По коэффициенту атмосферного увлажнения она очень засушливая в апреле, сухая в мае. Вероятность сухих месяцев в мае составляет 75—86 %.

Лето (15—15 °С). Начало — 3-я декада мая, окончание — конец августа — начало сентября. Продолжительность сезона 90—104 дня. Лето теплое, $t_т = 19{,}7...22{,}0$ °С, преимущественно сухое. Вероятность сухих месяцев 76—90 %.

Осень (15—0 °С). Наступает в конце августа —начале сентября. Переход температуры воздуха через 5 °С происходит в конце 1-й — начале 2-й декады октября. Вегетативная осень (15—5 °С) очень короткая (35—39 дней). Окончание осени — 3-я декада октября. По коэффициенту атмосферного увлажнения осень сухая и полусухая в сентябре, засушливая и полузасушливая в октябре. Вероятность сухих месяцев до 86 %.

Зима (0—0 °С). Начало зимы приходится на 3-ю декаду октября, окончание — на 1-ю декаду апреля. Зима средней продолжительности (161—171 день), холодная, $t_х = -15...-19$ °С, мало и умеренно снежная (20—30 см).

4.5. Распределение земельного фонда СССР по поясам и зонам

Оценка природных условий для ведения сельского хозяйства страны основывается на учете по поясам и зонам всего земельного фонда, пашни, распаханности (табл. 47) [58].

По данным табл. 47 к районам с суровыми климатическими условиями (холодный пояс, горные области)), где земледелие невозможно или весьма ограничено, относится около 58 % территории страны. Пустыни и полупустыни занимают примерно 14 % земельного фонда. На зоны с относительно благоприятными условиями приходится 28 % земельного фонда, в том числе на южнотаежно-лесную зону 12,6 %, лесостепную 6,9 %, степную и сухостепную 9 %; на влажные субтропики 0,10 %.

В СССР пашня расположена в основном (80 %) на территории недостаточного и незначительного увлажнения. Приведенные данные характеризуют природные условия СССР как недостаточно благоприятные для сельского хозяйства, что вызывает необходимость широкого проведения коренных мелиораций, химизаций и др.

Таблица 47

Распределение земельного фонда, пашни и распаханность по агроклиматическим поясам и зонам

Пояс	Зона	Общая площадь, % от территории СССР	Пашня, % от общей площади	Распаханность, % от площади зоны
А. Холодный		19,4	0,0	—
В том числе	Полярно-тундровая	8,9	0,0	—
	Лесотундрово-северотаежная	10,5	0,0	—
Б. Умеренный		47,5	93,2	24,0
В том числе	Среднетаежная	9,9	0,5	0,5
	Южнотаежнолесная	12,6	16,7	12,9
	Лесостепная	6,9	30,3	42,8
	Степная	5,6	29,4	50,8
	Сухостепная	3,3	12,8	38,3
	Полупустынная	5,6	2,1	3,7
	Пустынная	2,8	0,1	0,3
	Предгорная пустынно-степная	0,8	1,3	15,7
В. Теплый субтропический		4,5	2,9	6,4
В том числе	Субтропическая пустынная	3,2	0,5	1,7
	Субтропическая — предгорно-полупустынная	1,1	2,1	18,3
	Кустарниково-степная и сухолесная	0,1	0,2	22,3
	Субтропическая влажнолесная	0,1	0,1	11,8
Горные природно-сельскохозяйственные области		28,6	3,9	1,3
В том числе	Карпатская и Кавказская	1,0		8,6
	Среднеазиатская	1,9		5,3
	Южносибирская	11,3		1,7
	Северосибирская	13,2		—
	Камчатско-Курильская	1,2		0,1
Итого		100,0	100,0	10,1

В целом природные условия сельского хозяйства СССР менее благоприятны, чем во многих зарубежных странах. По общепланетарной шкале биологической продуктивности СССР относится к группе стран пониженной продуктивности. Если средневзвешенную продуктивность в СССР принять за 100, то продуктивность среднего гектара в странах Западной Европы выше в 1,2—2,0 раза; в США и Китае — более чем в 2 раза; в Австралии — в 3 раза; в Индии, Бразилии, Заире — в 4 раза. Более подробно сравнительная оценка биологической продуктивности рассматривается в п. 5.2.

Часть II

Биоклиматический потенциал и его использование

Глава 5

Методика сравнительной межрегиональной оценки земель на основе относительных значений биоклиматического потенциала

5.1. Научные предпосылки и опыт сравнительной оценки земель

В сельскохозяйственном производстве при решении многих практических вопросов большое значение имеет сравнительная межрегиональная оценка земель. Такая оценка возможна на основе относительных значений биоклиматического потенциала.

Биоклиматический потенциал, как отмечалось, характеризуется комплексом климатических факторов, определяющим возможности сельскохозяйственного производства. С ним связаны возможный набор сельскохозяйственных культур, биологическая продуктивность, эффективность затрат, территориальная специализация, зональные особенности агрономических мероприятий, меры по охране и улучшению окружающей среды и др.

В *более узком понятии биоклиматический* потенциал характеризуется комплексом климатических факторов, определяющим возможную биологическую продуктивность земель на данной территории.

Для сравнительной межрегиональной оценки земель необходимо установить меру их возможной биологической продуктивности. В качестве такой меры могут служить относительные значения биоклиматического потенциала, синтезирующие влияние на биологическую продуктивность основных факторов климата — тепла и влаги. Этот показатель может быть принят за меру биоклиматического потенциала и в узком, и в более широком смысле, так как возможной биологической продуктивностью земель по природно-климатическим условиям определяются и зонально-провинциальные особенности сельского хозяйства.

В связи с указанным большое практическое значение приобретают:

1) оценка производительных сил земель и эффективности затрат на основе биоклиматического потенциала;

2) оценка степени использования биоклиматического потен-

циала при разных уровнях сельскохозяйственного производства;

3) учет проявления биоклиматического потенциала в определенных природно-производственных комплексах с характерными для них территориальной специализацией, системами ведения сельского хозяйства и другими особенностями производства. Эта сторона вопроса раскрывается агроклиматической (природно-производственной) характеристикой подразделений территории.

5.1.1. Оценка производительных сил земли

Вопросы оценки производительных сил земли давно привлекали внимание выдающихся русских ученых. Ими развиты научные предпосылки учета и использования биоклиматического потенциала.

Одним из первых в оценке производительных сил земли выступил К. А. Тимирязев [83], обстоятельно рассмотревший потенциальное природное богатство местности, связанное, по его представлениям, с количеством поступающей солнечной энергии. По Тимирязеву, предел использования солнечной энергии равен примерно 10 %. Однако даже самые интенсивные культуры утилизируют только около 2 % солнечной энергии. Следовательно, отмечал Тимирязев, если увеличить производительность самых интенсивных культур в пять раз, то, вероятно, можно будет утверждать, что человек получил все физически возможное, что дает ему Солнце. Позднее [52, 74] были получены доказательства возможного использования сельскохозяйственными культурами в среднем за вегетационный период примерно 5 % солнечной энергии, что соответствует урожайности интенсивных сортов зерновых, равной 10,0 т/га и более при средней по стране урожайности 1,6—1,8 т/га.

Основоположник науки о почве В. В. Докучаев [26], обосновавший выделение природных зон, для оценки биологической продуктивности земель ввел показатель, характеризующий соотношение тепла и влаги. Им разработана методика региональной оценки плодородия почв [27] на основе сопряженного учета агропроизводственных свойств почв и урожайности (Нижегородский опыт оценки плодородия почв); Докучаевым введено понятие «нормальная урожайность», под которой подразумевается урожайность пахотных земель при условии применения к ним одинаковых средних условий обработки почвы. Положение о средних условиях сельскохозяйственного производства может быть распространено на сравнительную межрегиональную оценку биологической продуктивности земель на основе биоклиматического потенциала, отражающего почвенное плодородие, а также и на экономическую оценку земель.

Г. Н. Высоцкий [18], развивая идею Докучаева о природной зональности, отмечал, что природное богатство местности определяется известным гармоническим сочетанием тепла и влаги, осадков и испарения.

А. И. Воейков [17] научно обосновал положение о реакции растений на условия климата и погоды. «Можно принять, — писал Воейков, — что есть для каждого растения распределение света, тепла и влажности, всего более соответствующее его нынешней организации и дающее ему наилучшие условия для развития. Затем, смотря по организации растения, оно выдерживает бóльшие или меньшие отклонения от этих наилучших условий. Раз эти границы перейдены, растение не может уже существовать».

Исследования В. Р. Вильямса [15] привели его к важному выводу о тем, что накопление органического вещества есть процесс биологический, требующий определенного времени. Поэтому скороспелость в одинаковых условиях географической широты и без вмешательства селекции связана с меньшей урожайностью, так как сокращение периода роста неминуемо влечет за собой и соответствующее сокращение периода инсоляции и фотосинтеза.

А. А. Григорьев [21] в результате длительного изучения закономерностей географической зональности установил, что накопление биомассы определяется радиационным балансом и индексом сухости (т. е. отношением радиационного баланса к количеству тепла, необходимого для испарения годовой суммы осадков). Наилучшие условия для накопления биомассы создаются при соотношении тепла и влаги, равном единице. По мере нарастания диспропорции между количеством тепла и влаги уменьшается не только общая биомасса растительного покрова, но и плотность и разнообразие животных организмов.

С. Г. Струмилин [82] сформулировал принципиальные положения об учете и использовании природных ресурсов, которые могут быть распространены и на агроклиматические ресурсы.

По Струмилину, чтобы мобилизовать все производительные силы страны на оптимальное использование ее естественных ресурсов, нужно прежде всего знать, где в стране размещены эти ресурсы, в каких масштабах и какого качества. Районирование природных ресурсов хозяйственного значения — это первая ступень комплексного экономического районирования. Говоря об учете естественных ресурсов, Струмилин отмечал необходимость количественно-качественного учета земель для составления земельного кадастра. Им был предложен критерий соизмерения качества земель — сравнительная производительность земель 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 среди факторов плодородия занимает почва, поставляющая растениям питательные вещества. Необходимо учитывать также особенности естественной растительности, рельеф, степень эрозии почв и другие факторы.

После учета естественных ресурсов и условий производства необходимо определить, какими техническими мероприятиями и

какой ценой можно с наибольшим эффектом использовать природные ресурсы.

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

При оценке биологической продуктивности земель и их экономической оценке важно исходить из научного понимания понятий «почва» и «земля».

По В. В. Докучаеву [26], почва — это особое природное тело, образовавшееся 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 возраста страны.

По Л. И. Прасолову [57], 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 [80], землей следует называть любой участок земной поверхности, пригодный в настоящее время или после обработки для возделывания сельскохозяйственных культур или для выпаса животных, со свойственным данному участку почвенным покровом, местным климатом, природными водами и особенностями состава недр (если эти особенности сказываются на урожайности или на качестве животноводческой продукции).

Из сказанного вытекают следующие положения, относящиеся к сравнительной оценке земель.

1. Производительность земель при прочих равных условиях определяется количеством поступающей солнечной энергии, что связано с географическим положением места, и соотношением тепла и влаги.

2. В сельскохозяйственном производстве большое значение приобретает сравнительная оценка земель по факторам роста в межрегиональном разрезе. Такая оценка должна проводиться с учетом комплекса природных условий; плодородие почв должно рассматриваться в неразрывной связи с климатическими условиями.

3. Необходимо различать сравнительную оценку земель по природным факторам (биологической продуктивности) и сравнительную оценку хозяйственного использования земель. Оба вида оценки взаимосвязаны и равнозначны. Показатели оценки земель по природным факторам характеризуют землю со стороны ее биоклиматического потенциала, а показатели оценки хозяйственного использования земель — со стороны достигнутого уровня производства, экономического плодородия почв, степени использования биоклиматического потенциала. Оценка хозяйственного

использования земель базируется на оценке земель по природным факторам.

Сравнительная оценка биологической продуктивности земель проводится по сопоставимым показателям относительно определенного (обычно среднего) уровня сельскохозяйственного производства; оценка хозяйственного использования земель строится по показателям, отражающим фактическое состояние производства, т. е. при разных его уровнях.

4. Продуктивность земледелия и всего сельскохозяйственного производства определяется не только приходом тепла и соотношением тепла и влаги, но и другими сопутствующими факторами развития и роста растений, такими, как неблагоприятные климатические и погодные условия (низкие и высокие температуры, заморозки, суховеи др.), механический состав, кислотность и засоленность почв, особенности рельефа, перераспределяющего фактора роста и др. Однако учесть все многообразие факторов при межрегиональной оценке биологической продуктивности земель невозможно. Поэтому в многофакторных явлениях выделяются ведущие звенья, которые в значительной мере отражают влияние на продуктивность растений всего комплекса факторов. При оценке комплекса факторов биологической продуктивности ведущее звено — тепло и влага, а при орошении — только тепло. Остальные сопутствующие факторы являются корректирующими. Их учет важен для региональной оценки продуктивности экологических типов сельскохозяйственных культур. Приходом тепла и влаги определяется биоклиматический потенциал местности, который можно принять за ведущее звено природного комплекса факторов.

5. Значения биоклиматического потенциала, рассчитанные по приходу и соотношению тепла и влаги, используются для общей оценки биологической продуктивности и для частной оценки продуктивности экологических типов сельскохозяйственных культур. При применении расчетных значений биоклиматического потенциала для частной оценки могут вводиться поправки на сопутствующие факторы, лимитирующие развитие и рост растений. Сопутствующие факторы, кроме того, могут ограничивать ареалы возделывания определенных экологических типов сельскохозяйственных культур. В связи с указанным частная оценка биологической продуктивности по расчетным значениям биоклиматического потенциала может применяться только в пределах ареала возделывания конкретных культур.

С учетом приведенных положений автором разработана методика сравнительной оценки земель в межрегиональном разрезе. Методика основывается на объективных показателях биологической продуктивности — относительных значениях биоклиматического потенциала, синтезирующих влияние на биологическую продуктивность растений тепла, влаги и самой почвы (зональных типов) при сопоставимых уровнях интенсивности земледелия.

5.1.2. Опыт сравнительной оценки земель

Прежде чем перейти к методике оценки земель на основе биоклиматического потенциала, остановимся на предшествующем опыте оценки земель и современном состоянии этого вопроса.

В предшествующий период сравнительная оценка земель проводилась по двум главным направлениям: бонитировка почв и экономическая оценка земель. Этот опыт учтен земельным законодательством. В «Основах земельного законодательства Союза ССР и союзных республик» в разделе о Государственном земельном кадастре записано: «Государственный земельный кадастр включает данные регистрации землепользований, учета количества и качества земель, бонитировки почв и экономической оценки земель».

В 60—70-х годах работы по бонитировке почв проводились под научно-методическим руководством Почвенного института им. В. В. Докучаева ВАСХНИЛ. В изданной общесоюзной инструкции [53] бонитировка почв рассматривается как специализированная классификация почв по их продуктивности, построенная на объективных признаках и свойствах самих почв, наиболее важных (ведущих) для роста сельскохозяйственных культур и коррелирующих с их средней многолетней урожайностью.

В методических указаниях [46] бонитировка почв определяется как сравнительная оценка их плодородия при сопоставимых уровнях агротехники и интенсивности земледелия. В этих указаниях излагается методика только региональной (внутриобластной) оценки плодородия почв. Для межрегиональной (межобластной, межзональной, межпровинциальной) оценки допускается возможность применения переходных коэффициентов от местных шкал к обобщенным (общереспубликанским, общесоюзной) с использованием межрегиональной оценки плодородия почв на основе биоклиматического потенциала.

По методикам при внутриобластной оценке плодородия почв за эталон (100 баллов) принимается лучшая, наиболее плодородная почва в области, с которой сопоставляется продуктивность (в баллах) других почв и их групп.

Сравнительная оценка плодородия почв на основе сопряженного учета агропроизводственных свойств почв и урожайности развита в работах почвоведов С. С. Соболева, Ф. Я. Гаврилюка, Н. Н. Благовидова, А. Я. Борук, Н. Ф. Тюменцева и др.

По методике Росземпроекта [54] оценка плодородия почв производится с применением многофакторного корреляционно-регрессионного анализа. В качестве критерия плодородия почв принимается такой показатель, как «нормальная урожайность» сельскохозяйственных культур (по определению В. В. Докучаева). Урожайность рассматривается как функция почвенных, климатических и экономических факторов. Рассчитывается урожайность по уравнениям регрессии для каждой административной области в целом и по внутриобластным земельно-оценочным районам.

Расчетные значения нормальной урожайности выражаются формулой

$$Б_у = \frac{У \cdot К \cdot 100}{5{,}0},$$

где $Б_у$ — баллы урожайности; $У$ — нормальная урожайность; $К$ — коэффициент перевода урожайности данной культуры в зерновые единицы; 5,0 — базисное значение совокупной продуктивности возделываемых культур в оптимальных условиях роста, т/га кормовых единиц.

По такому же принципу устанавливаются базисные значения при экономической оценке земель: по валовой продукции — 1000 руб/га; по окупаемости затрат — 8 руб/руб; по дифференциальному доходу — 800 руб/га; по протеину — 0,5 т/га.

По методике Росземпроекта для оценки плодородия почв (земель) используются материалы административных областей с разным уровнем сельскохозяйственного производства. Поэтому, а также вследствие неравнозначности факторов роста в межрегиональном (межобластном, межзональном) разрезе методом может быть обеспечена сравнительная оценка земель только в пределах данной области и, в известной мере, в пределах агроклиматической (природно-сельскохозяйственной) провинции со сходными природными условиями и одним и тем же уровнем сельскохозяйственного производства.

Росземпроектом предложен также способ получения сопоставимых показателей межрегиональной оценки земель. Способ предусматривает:

— пересчет показателей оценки земель административных областей (краев, АССР) на среднереспубликанский уровень интенсивности земледелия;

— использование уравнений регрессии, полученных для административных областей по оцениваемым культурам;

— пересчет показателей сельскохозяйственной продукции на уровень соизмеримых показателей (кормовые единицы).

Для пересчета показателей оценки земель в уравнение регрессии для административных областей вводятся факторы урожайности на среднереспубликанском уровне (удобрения, стоимость машин); почвенно-климатические факторы учитываются на среднеобластном уровне. Такой пересчет показателей оценки земель не обеспечивает их достоверность, необходимую для практики. Это связано с отмеченной неравнозначностью факторов биологической продуктивности в разрезе зон и провинций и неправомерном применении уравнений регрессии для административных областей при пересчете показателей оценки земель в межрегиональном разрезе. Параметры в таких уравнениях отражают влияние на продуктивность растений факторов урожайности только в конкретных условиях данной области. Неправомерно также вводить в уравнение регрессии среднереспубликанские нормы экономических факторов, так как эффективность их неодинакова в разных

природных условиях. Неприемлемость сравнительной межрегиональной оценки земель по указанному способу иллюстрируется на примере Московской и Смоленской областей. По Московской области продуктивность земель оценивается баллом 23,2; по Смоленской — баллом 14,2, превышение баллов — в 1,63 раза, тогда как природные условия областей примерно одинаковы.

Для сравнительной межрегиональной оценки плодородия почв И. И. Карамановым [32] предложены формулы:

для зерновых культур

$$Б = 8{,}2v\frac{\Sigma t_{ак} КУ}{K_к + 70},$$

для многолетних трав

$$Б = 5{,}9v\frac{(\Sigma t_{ак} + 2000)(КУ - 0{,}1)}{K_к + 100},$$

где Б — баллы бонитета зональной почвы; $\Sigma t_{ак}$ — сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации; $КУ$ — коэффициент годового атмосферного увлажнения, равный отношению годового количества осадков (P) к испаряемости (f); $K_к$ — коэффициент континентальности (по Н. Н. Иванову), учитываемой в пределах 130—200; v — коэффициент (переменная величина), выражающий, по Карманову, свойства почв и варьирующий от 1,0 для типичных черноземов до 0,67 для подзолов и подзолистых почв.

Количественные изменения коэффициента v связаны с объемной массой почв в метровом слое и другими агропроизводственными свойствами почв.

Формулы для разных культур отличаются поправками на континентальность, суммы температур и коэффициент увлажнения. За эталон принимаются разные почвы: слабовыщелоченные сверхмощные черноземы Краснодарского края — для зерновых и подсолнечника, мощные черноземы Западной Украины — для сахарной свеклы и трав.

Формулы Карманова по существу представляют выражение биоклиматического потенциала в форме относительных его значений по нашей методике. В основе формул лежит тепло- и влагообеспеченность, поэтому баллы оценки плодородия почв по ним и по значениям биоклиматического потенциала могут быть взаимно увязаны через соответствующие коэффициенты пропорциональности.

По формулам Карманова следует сделать некоторые замечания. Формулы являются чисто эмпирическими. Их параметры не раскрывают физиологическую значимость учитываемых факторов продуктивности. Поправки, вводимые в формулы на суммы средних суточных температур (55, 1000, 2000 °С), коэффициент увлажнения (0,2; —0,2; —0,1) и коэффициент континентальности (50, 70, 100), не отображают усиление или ослабление влияния данного фактора на продуктивность растений. В формулах показатель континентальности климата не выражает непосредственно

влияния континентальности на плодородие почв. Континентальность сказывается на тепло- и влагообеспеченности, которые уже учтены формулами. В наиболее континентальных местах могут складываться условия для более интенсивного фотосинтеза из-за большой амплитуды суточной температуры воздуха.

Использование в качестве эталона почв разных территорий для сравнительной оценки продуктивности культур не позволяет сравнивать между собой показатели оценки.

Из вышесказанного следует, что эмпирические формулы Карманова не имеют обобщающего значения, хотя в условиях сопоставимой агротехники они выражают изменения продуктивности растений.

Экономической оценке земель большое внимание уделял С. Д. Черемушкин [89]. Вопросы экономической оценки земель отражены также в «Методике экономической оценки земли», изданной Всесоюзным научно-исследовательским институтом экономики сельского хозяйства (ВНИИЭСХ) [45]. Согласно этой методике, экономическая оценка земель выражает их сравнительную ценность как средства производства в сельском хозяйстве. В основе оценки лежат различия в качестве земель как в природном, так и в экономическом отношении.

Методикой предусматриваются направления общей экономической оценки: со стороны эффективности возделывания отдельных сельскохозяйственных культур и со стороны влияния качества земель на эффективность дополнительных затрат.

За основные критерии общей экономической оценки принимается валовой продукт и чистый доход. Под валовым продуктом подразумевается выход продукции в стоимостном выражении на единицу площади оцениваемой почвы; под чистым доходом — разница между стоимостью валовой продукции и производственными издержками (затратами на оплату труда и средств производства). Для определения валового продукта и чистого дохода рекомендуется пользоваться действующими зональными закупочными ценами на сельскохозяйственную продукцию.

Показатели экономической оценки земель выражаются в баллах относительно валового продукта и чистого дохода, принятых за эталон.

По методике ВНИИЭСХ необходимо сделать следующие замечания.

При применении методики не соблюдается органическая увязка показателей оценки по валовому продукту, характеризующих биологическую продуктивность, с показателями по чистому доходу, учитывающим и продуктивность и эффективность затрат. В оценке земель по продуктивности используется разомкнутая шкала по средней для страны продуктивности, а в оценке по доходности — шкала относительно благоприятных условий Краснодарского края.

Оценкой по доходу с использованием зональных закупочных цен не учитывается часть чистого дохода, относящаяся к рентному

прибавочному продукту, что искажает ценность земель как главного средства производства.

В отличие от методики ВНИИЭСХ Украинским научно-исследовательским институтом экономики и организации сельского хозяйства им. А. Г. Шлихтера предложена методика оценки земель, базирующаяся на единых расчетных (кадастровых) ценах, которыми учитывается весь прибавочный продукт, выраженный в виде безрентного и рентного дохода. По этой методике экономическая оценка земель должна с достаточной степенью точности отражать различия в качестве земель со стороны их экономического плодородия при сложившемся уровне интенсивности земледелия. Применяемые для оценки единые расчетные цены устанавливаются относительно худших условий сельскохозяйственного производства по себестоимости продукта, увеличенной на норму чистого дохода, исчисленную в размере 60 % к издержкам производства.

Оценка земель по действующей в настоящее время общесоюзной методике [84] производится также на основе специально разработанных единых кадастровых цен, выражающих общественно необходимые затраты на производство продукции [1].

Приведенный анализ опыта оценки земель позволяет сделать следующие выводы.

1. К настоящему времени разработаны и успешно применяются методы сравнительной региональной оценки плодородия почв на основе сопряженного учета агропроизводственных свойств почв и коррелирующей с ними урожайности или только на основе урожайности, отнесенной к определенным группам почв с характерными для них агропроизводственными свойствами.

2. Наиболее обоснованные результаты экономической оценки земель достигаются применением единых кадастровых цен, базирующихся на общественно необходимых затратах на производство продукции.

3. Не получили развития и применения методы межрегиональной оценки плодородия почв и экономической оценки земель, а также методы оценки степени использования природного биоклиматического потенциала.

С учетом изложенного о научных положениях оценки земель и опыте оценки земель, отраженном в изданных руководствах и работах отдельных авторов, остановимся на методике оценки земель на основе относительных значений биоклиматического потенциала в систематическом ее изложении.

5.2. Межрегиональная оценка биологической продуктивности земель

В сельскохозяйственном производстве большое значение имеет сравнительная межрегиональная оценка земель. В настоящее время, как отмечалось, развиты методы региональной оценки земель

[1] Подробное изложение этой методики приведено в п. 5.3.

по показателям бонитета почв. Методы же межрегиональной (межобластной, межзональной, межпровинциальной) оценки земель должного развития не получили.

Межрегиональная оценка земель должна строиться на основе относительных значений биоклиматического потенциала, синтезирующих в себе влияние на биологическую продуктивность прихода тепла и соотношения тепла и влаги.

Биологическая продуктивность растительных организмов изменяется количеством биомассы (т/га), производимой в единицу времени на единице площади (обычно за год, вегетационный период).

Кроме тепла и влаги, биологическая продуктивность растений определяется: агропроизводственными свойствами почв (почвенным плодородием); уровнем интенсивности земледелия, обеспечивающим дополнительное поступление в почву питательных веществ; биологическими особенностями экологических типов сельскохозяйственных культур — их реакцией на окружающие условия развития и роста растений. При межрегиональной оценке земель тепло и влага, почвенное плодородие, интенсивность земледелия, биологические особенности культур рассматриваются как основные факторы биологической продуктивности. Остановимся подробнее на биологической значимости этих факторов.

5.2.1. Теплообеспеченность

Влияние температурного фактора на продуктивность растений многообразно. Оно сказывается в основном на ускорении продуктивности фотосинтеза (или скорости роста растений) с повышением температуры. Характер зависимости скорости роста от температуры иллюстрируется рис. 17, отражающим продуктивность фотосинтеза в процентах от максимума [2]. Согласно этому рисунку, для роста растений существуют температурный минимум, оптимум и максимум. На отрезках кривых связи в пределах температуры от минимума до оптимума продуктивность фотосинтеза возрастает по мере повышения температуры, что связано с увеличением скорости ферментативных биохимических реакций, которая в указанных температурных пределах возрастает так же, как и при любой химической реакции. При дальнейшем повышении температуры возникают процессы, ослабляющие продуктивность фотосинтеза и вызывающие его прекращение при температурном максимуме [44].

С повышением температуры связано ускорение не только биохимических процессов, но и биофизических, влияющих на продуктивность растений (транспирация, растворение твердых тел в жидкости и др.).

Температура определяет и интенсивность жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, с чем в значительной мере связана подготовка пищи для растений как в вегетационный период данной культуры, так и вне его. В местах с большей теплообеспечен-

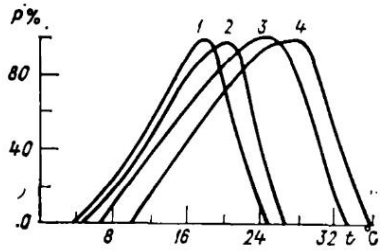


Рис. 17. Продуктивность (P) фотосинтеза (% от максимума).
1 — картофель, *2* — пшеница, *3* — кукуруза, *4* — хлопчатник.

ностью деятельность микроорганизмов проходит активнее и на протяжении более продолжительного периода. По Е. Н. Мишустину [49], количество микроорганизмов в почве возрастает от холодных к более теплым. Биогенность органического вещества выражается следующим количеством микроорганизмов [млн/г почвы] : дерново-подзолистые и подзолистые — 1,1 (2,6), черноземы — 3,6 (4,5), каштановые — 3,4 (6,7) [1]. Увеличение микрофлоры в почве определяет и повышение почвенного плодородия.

Рост продуктивности культур связан также с возделыванием позднеспелых культур, как более урожайных, так как они способны в течение длительного времени использовать в процессе фотосинтеза солнечную энергию. Кроме того, теплообеспеченностью определяется возможность набора в севообороте культур разной продуктивности (зерновые, корнеплоды, технические и др.), а следовательно, и разной общей биологической продуктивности. С увеличением теплообеспеченности в южных районах создаются предпосылки для сбора двух и более урожаев однолетних культур с одного поля.

Совокупное влияние температурного фактора на продуктивность растений приблизительно выражается суммами средних суточных температур воздуха за период активной вегетации ($\Sigma t_{ак}$). В ареале возделывания определенных экологических типов сельскохозяйственных культур зависимость продуктивности от теплообеспеченности можно аппроксимировать уравнением прямой (рис. 18). На рисунке приведены типовые графики связи урожайности сельскохозяйственных культур с теплообеспеченностью, характеризуемой $\Sigma t_{ак}$. Эти графики построены на основе графиков связи продуктивности растений с влагообеспеченностью (см. ниже рис. 20). Аналогичную форму имеют графики, построенные непосредственно по массовым данным урожайности на госсортоучастках. Из рисунка видно, что рост продуктивности культур пропорционален увеличению сумм температур. Пропорциональность наблюдается и при суммах, значительно превышающих суммы, потребные для завершения всего цикла развития данной культуры. Например, для озимой пшеницы требуется за период от возобновления вегетации до восковой спелости не более 1700 °С, а рост

[1] В скобках приведено число микроорганизмов на окультуренных землях.

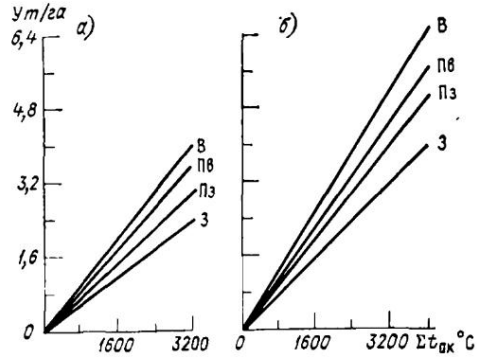


Рис. 18. Связь урожайности озимой пшеницы (*а*) и кукурузы (*б*) с теплообеспеченностью ($\Sigma t_{ак}$) по зонам увлажнения.

Зоны увлажнения: В — влажная, ПВ — полувлажная, ПЗ — полузасушливая, З — засушливая.

урожайности происходит и в местах, где сумма температур превышает необходимую почти вдвое, т. е. составляет 3200 °С (см. ниже рис. 20). Такое явление можно объяснить увеличением продуктивности фотосинтеза вследствие повышения температуры вегетационного периода, но главным образом вследствие увеличения почвенного плодородия с ростом общей теплообеспеченности при сходной влагообеспеченности.

5.2.2. Влагообеспеченность

Влияние влагообеспеченности на продуктивность растений связано в основном со степенью доступности растениям почвенной влаги и питательных веществ. Характер связи продуктивности растений с влагообеспеченностью показан на рис. 19. Для фактора влаги также характерны минимум, оптимум и максимум влагообеспеченности. Наиболее интенсивное накопление биомассы происходит в местах с достаточным увлажнением, где годовые суммы осадков и испаряемость сбалансированы, а запасы почвенной влаги на протяжении вегетационного периода выше нижней границы оптимального увлажнения, т. е. находятся на уровне, близком к наименьшей влагоемкости. Оптимум влагообеспеченности соответствует примерно влажности почвы, равной 60 % ПВ. За нижний предел оптимального увлажнения принимается также влажность замедления роста (ВЗР), влажность разрыва капиляров (ВРК) [63]. Эти показатели соответствуют примерно влажности почвы, равной 50 %, т. е. полной влагоемкости за вычетом влажности устойчивого завядания [98]. Опыты по измерению связанности почвенной влаги показывают, что при переходе от оптимума к недостаточному увлажнению в подвижности и расходовании почвенной влаги на испарение наступает торможение, особенно с момента, когда значение водоудерживающей силы, измеряемой давлением p, достигает 0,3—0,4 МПа. При влажности завядания значение p возрастает до $2{,}0 \cdot 10^5$ МПа и более и влага становится уже недоступной для растений [76]. Понижение влаж-

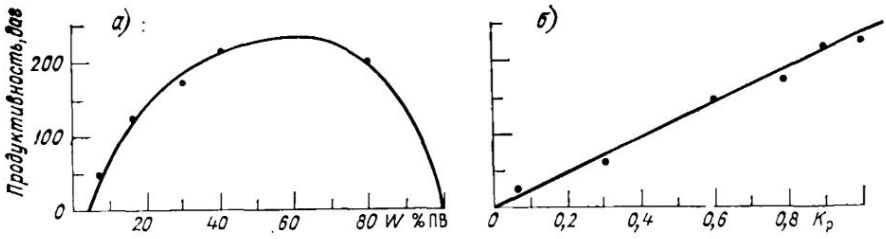


Рис. 19. Связь продуктивности (в декаграммах) с влагообеспеченностью $W(а)$ и коэффициентом роста $K_р$ $(б)$.

$K_р$ — коэффициент роста, $K_р = \lg(0{,}2W)$ (по Вильямсу, опыт Гельригеля).

ности почвы ниже оптимума приводит к торможению подачи растениям влаги, снижению скорости тока воды от корней к листьям, нарушению нормальной работы устьиц и, в конечном итоге, к ослаблению фотосинтеза и уменьшению накопления биомассы.

Влагообеспеченность растений в естественных условиях приблизительно выражается показателем атмосферного увлажнения $КУ$ $(КУ = P/f)$ в среднем за год или в определенный период вегетации. Характер связи продуктивности растений с показателем годового атмосферного увлажнения иллюстрируется графиками (рис. 20), построенными по данным госсортоучастков [97]. Аналогичная закономерность связи продуктивности растений с влагообеспеченностью характерна и для лесной растительности [43].

5.2.3. Комплексный показатель продуктивности растений

Выше было показано, что в сходных условиях теплообеспеченности продуктивность растений определяется степенью влагообеспеченности, а в сходных условиях влагообеспеченности — общей теплообеспеченностью. Практически важно учитывать совместное влияние тепло- и влагообеспеченности на продуктивность растений. Такое влияние выражается формулой для относительных значений биоклиматического потенциала

$$БКП = K_{р\,(КУ)} \frac{\Sigma t_{ак}}{\Sigma t_{ак\,(баз)}},$$

где БКП — относительные значения биоклиматического потенциала; $K_{р(КУ)}$ — коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения; $\Sigma t_{ак}$ — сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации в данном месте; $\Sigma t_{ак\,(баз)}$ — базисная сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации, т. е. сумма, относительно которой проводится сравнительная оценка.

В качестве базисных могут быть взяты разные суммы температур: 1000 °С — для сравнения с продуктивностью на границе возможного массового полевого земледелия; 1900 °С — для сравнения со средней по стране продуктивностью, характерной для южнотаежной зоны; 3100 °С — для сравнения с продуктивностью

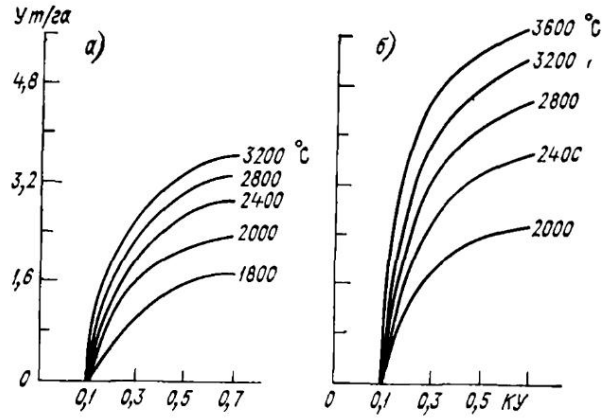


Рис. 20. Связь урожайности озимой пшеницы (*а*) и кукурузы (*б*) с влагообеспеченностью по температурным полосам.

КУ — коэффициент атмосферного увлажнения, равный отношению количества осадков *P* к сумме средних суточных значений дефицита влажности воздуха Σd (по данным госсортоучастков).

в оптимальных условиях роста в умеренном поясе, характерной для предгорных районов Краснодарского края.

В приведенной формуле коэффициент роста $K_{p(КУ)}$ представляет собой отношение урожайности в данных условиях влагообеспеченности к максимальной урожайности в условиях оптимальной влагообеспеченности. Его значения можно выразить формулой

$$K_{p\,(КУ)} = \lg(20\ КУ),$$

где *КУ* — коэффициент годового атмосферного увлажнения, равный отношению количества осадков к сумме средних суточных значений дефицита влажности воздуха. При значении $КУ = 0{,}50$ создаются оптимальные условия для влагообеспеченности растений. Относительно этих условий $K_{p(КУ}$ принимает значение единицы.

Более точно изменение эмпирических значений коэффициента роста характеризует сложная функция (логарифмическая основная и параболическая вспомогательная).

$$K_{p\,(КУ)'} = 1{,}5 \lg(20\ КУ) - 0{,}21 + 0{,}63\,КУ - КУ^2.$$

Кривая по этой функции (рис. 21) практически совпадает с эмпирической. В табл. 48 приведены средние эмпирические и расчетные значения коэффициентов роста для различных зон увлажнения.

Средние эмпирические значения коэффициентов роста ($K_{p(э)}$) определены по данным урожайности различных экологических типов сельскохозяйственных культур — зерновых колосовых, кукурузы, сахарной свеклы, подсолнечника, люцерны (табл. 49). Данные об урожайности сняты с графиков связи ее значений со значениями коэффициента атмосферного увлажнения.

Таблица 48

Значения коэффициентов роста $K_р$ для различных зон увлажнения

Зона увлажнения	Коэффициент увлажнения					
	$КУ = \frac{P}{\Sigma d}$	относительная величина	$K_{р(э)}$	$K_{р(КУ)}$	$K_{р(КУ)'}$	$K_{р(э)} - K_{р(КУ)'}$
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

Таблица 49

Урожайность сельскохозяйственных культур в абсолютных (т/га) и относительных величинах

$\Sigma t_{ак}$ °С	Абсолютные величины				Относительные величины			
	З (0,20)	Пз (0,30)	Пв (0,40)	В (0,50)	З (0,20)	Пз (0,30)	Пв (0,40)	В (0,50)
Озимая пшеница								
2000	1,3	1,9	2,4	2,6	0,50	0,73	0,93	1,0
2800	1,9	2,7	3,3	3,5	0,54	0,77	0,94	1,0
Кукуруза								
2000	2,7	3,6	4,5	4,8	0,56	0,81	0,92	1,0
3600	3,7	4,7	5,4	5,7	0,65	0,82	0,90	1,0
Сахарная свекла								
2400	20,0	28,0	33,5	36,0	0,55	0,78	0,93	1,0
2800	26,0	34,0	38,0	40,0	0,65	0,85	0,95	1,0
Подсолнечник								
2400	1,0	1,4	1,8	1,9	0,53	0,73	0,95	1,0
3200	1,3	1,9	2,2	2,4	0,54	0,78	0,94	1,0
Люцерна								
2400	2,4	3,6	4,4	4,7	0,51	0,78	0,94	1,0
3200	3,2	5,0	5,7	6,0	0,53	0,83	0,95	1,0
Среднее	—	—	—	—	0,56	0,78	0,93	1,0

Примечание. Зоны увлажнения: З — засушливая, Пз — полузасушливая, Пв — полувлажная, В — влажная; в скобках приведены соответствующие коэффициенты атмосферного увлажнения ($КУ$).

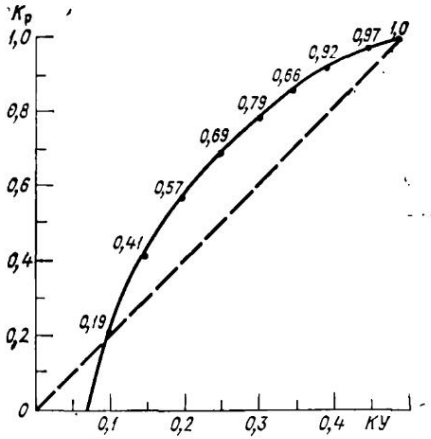


Рис. 21. Связь коэффициента роста $K_р$ со значениями коэффициентов атмосферного увлажнения ($КУ = P/\Sigma d$).

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

Отношение сумм средних суточных температур за период активной вегетации к базисной сумме этих температур представляет собой температурный коэффициент роста $K_{р(t)}$

$$K_{р(t)} = \frac{\Sigma t_{ак}}{\Sigma t_{ак(баз)}}.$$

Таким образом, относительные значения биоклиматического потенциала можно представить как произведение коэффициента роста по влагообеспеченности на коэффициент роста по теплообеспеченности, т. е. как совокупный коэффициент роста $K_{р(с)}$

$$K_{р(с)} = K_{р\,(КУ)} K_{р(t)}.$$

Согласно этой формуле, относительные значения биоклиматического потенциала можно рассматривать как совокупный коэффициент роста. Он показывает, во сколько раз быстрее или медленнее происходит процесс фотосинтеза и рост растений относительно условий, принятых за эталон.

Для сравнительной оценки биологической продуктивности крупных территорий с разным сочетанием тепла и влаги в межзональном, межматериковом разрезах используется формула для БКП, в которой за $\Sigma t_{ак(баз)}$ принимается сумма на границе полевого земледелия (1000 °С)

$$БКП = K_{р\,(КУ)} \frac{\Sigma t_{ак}}{1000}.$$

При более ограниченных размерах территории в масштабе одной страны удобны формулы, в которых за $\Sigma t_{ак(баз)}$ принимается сумма, соответствующая средней биологической продуктивности

по стране, или сумма в оптимальных условиях роста основных сельскохозяйственных культур. Этому требованию удовлетворяют суммы 1900 °С для средней биологической продуктивности, свойственной южнотаежнолесной зоне дерново-подзолистых почв, и суммы 3100 °С для оптимальных условий роста, характерных для предгорных лесостепных районов Краснодарского края. В этих предгорных районах сумма температур 3100 °С соответствует средней температуре наиболее теплого месяца 21—22 °С, которая близка к температурному оптимуму роста. При такой средней температуре дневные температуры периода вегетации, как правило, не превышают температурные зоны активной вегетации и адаптации растений к повышенным температурам (по А. И. Коровину) [40, 41].

Формулы для сравнительной оценки (в баллах) биологической продуктивности ($Б_к$) относительно средней для страны продуктивности и продуктивности в оптимальных условиях роста имеют вид:

$$Б_к = K_{р\,(КУ)} \frac{\Sigma t_{ак} \cdot 100}{1900} = 55 \text{ БКП},$$

$$Б_{к(оп)} = K_{р\,(КУ)} \frac{\Sigma t_{ак} \cdot 100}{3100} = 0{,}6 \ Б_к.$$

В СССР средняя продуктивность культур широкого ареала (зерновых) соответствует значению БКП $\sim$ 1,9, которое принято за эталон (100 баллов). Поэтому переход от БКП к баллам осуществляется умножением того или иного значения БКП на коэффициент пропорциональности 55, рассчитанный по соотношению базовых сумм температур 1000 и 1700 °С и выраженный в процентах. Расчеты $Б_к$ удобно проводить по формуле

$$Б_к = 55 K_{р\,(КУ)} \frac{\Sigma t_{ак}}{1000}.$$

Пример определения БКП и $Б_к$.

Метеостанция Ставрополь: $\Sigma t_{ак} = 3126$ °С; годовое количество осадков равно 623 мм; сумма средних суточных значений дефицита влажности воздуха — 1971 гПа; коэффициент годового атмосферного увлажнения $КУ = 623/1971 = 0{,}32$; коэффициент роста $K_р = 0{,}83$ (см. рис. 21). По приведенным данным БКП $= (0{,}83 \cdot 3120)/1000 = 2{,}6$; $Б_к = 55$ БКП $= 55 \cdot 2{,}6 = 143$; $Б_{к(оп)} = 0{,}60\ Б_к = 0{,}60 \cdot 143 = 86$.

Значение климатического индекса биологической продуктивности $Б_к$ могут быть определены по формулам, по вспомогательной табл. 50 или сняты с карты ареалов биоклиматической продуктивности (см. рис. 30).

На основе относительных значений биоклиматического потенциала в форме климатического индекса биологической продуктивности $Б_к$ возможна площадная оценка агроклиматических ресурсов в кадастровых гектарах

$$К_г = Б_к S/100,$$

Таблица 50

Относительные значения биоклиматического потенциала в форме $Б_к$ при разных $\Sigma t_{ак}$ и разных значениях коэффициента годового атмосферного увлажнения ($КУ$)

$\Sigma t_{ак}$	$КУ_{I\ 0,05}$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60
	$КУ_{II\ 0,12}$	0,22	0,33	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	1,00	1,10	1,33
	ГТК 0,15	0,35	0,50	0,65	0,80	0,95	1,10	1,22	1,33	1,50	1,60
	$К_{р(КУ)\ 0,00}$	0,19	0,41	0,57	0,69	0,79	0,86	0,92	0,97	1,00	0,97
200	0	2	4	6	8	9	9	10	10	11	10
400	0	4	8	12	16	18	19	20	20	20	20
600	0	6	12	18	24	27	27	30	30	33	30
800	0	8	16	24	32	36	36	40	40	44	40
1 000	0	10	22	31	38	43	47	50	53	35	53
2 000	0	20	44	62	76	86	94	100	106	110	106
3 000	0	30	66	93	114	129	141	150	159	165	159
4 000	0	40	88	124	152	172	188	200	212	220	212
5 000	0	50	110	135	190	215	235	250	225	275	265
6 000	0	60	132	186	228	258	282	300	318	330	315
7 000	0	70	154	217	266	301	329	350	371	385	378
8 000	0	80	176	248	304	344	361	400	424	440	421
9 000	0	90	198	274	342	387	423	450	477	495	474
10 000	0	100	220	310	380	430	470	500	530	550	537

Примечание. Первая строка в головке таблицы — коэффициент $КУ$ в форме отношения количества осадков к сумме средних суточных значений дефицита влажности воздуха; вторая строка — коэффициент $КУ$ в форме отношения годового количества осадков к испаряемости (возможному испарению); третья строка — гидротермический коэффициент (ГТК) в форме отношения количества осадков к сумме активных температур $\Sigma t_{ак}$; четвертая строка — коэффициент роста по влагообеспеченности $К_{р(КУ)}$

где $К_г$ — кадастровые гектары; $Б_к$ — климатический индекс биологической продуктивности; S — площадь данного подразделения территории (административного, природного).

Связь продуктивности большинства экологических типов сельскохозяйственных культур со значениями БКП аппроксимируется уравнениями прямой. Такая форма связи показана на графике (рис. 22), построенном по обобщенным данным продуктивности растений. Значения БКП выражены в форме климатического индекса $Б_к$. Аналогичную форму имеют и графики связи, построенные по массовым фактическим данным урожайности сельскохозяйственных культур. Эти графики приведены на рис. 23. Они построены по средним областным данным госсортоучастков и хозяйств для зерновых культур. Как видно из рисунка, при тенденции роста урожайности с увеличением $Б_к$ наблюдается значительная их рассеянность. Отклонения крайних значений от линий уровня (жирные линии) около $\pm(40—50)$ %. При равных зна-

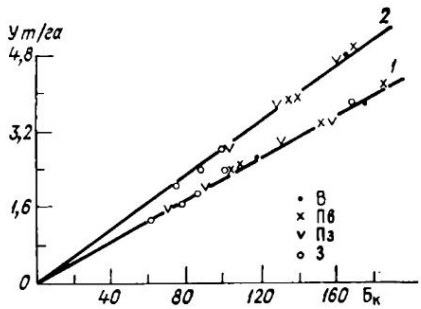


Рис. 22. Связь урожайности (*У*) со значениями климатического индекса биологической продуктивности ($Б_к$). *1* — озимая пшеница, *2* — кукуруза. Зоны увлажнения см. рис. 18.

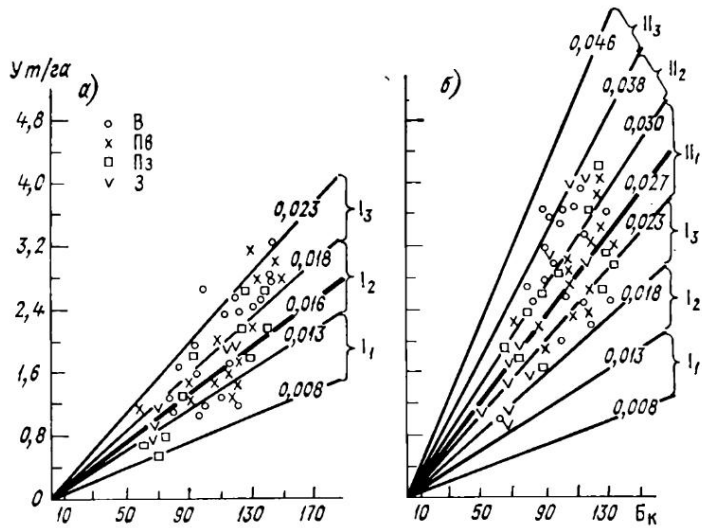


Рис. 23. Связь урожайности зерновых культур при разных уровнях интенсивности земледелия со значениями биоклиматического потенциала ($Б_к = 55$ БКП). *а* — в хозяйствах, *б* — на госсортоучастках. *Зоны увлажнения: В* — влажная лесная, *Пв* — полувлажная лесостепная, Пз — полузасушливая степная, З — засушливая степная и сухостепная. Римские цифры с индексом — уровни биологической продуктивности (см. табл. 57).

чениях $Б_к$ максимальный урожай превышает минимальный примерно втрое. Такие колебания связаны с разными уровнями эффективного почвенного плодородия. Для иллюстрации этого положения на рис. 23 проведены линии связи, соответствующие разным уровням почвенного плодородия согласно шкале (см. табл. 57). Из рисунков видна определенная прямолинейная связь урожайности с относительными значениями биоклиматического потенциала, особенно при сходных уровнях эффективного почвенного плодородия.

Прямолинейная форма связи биологической продуктивности культур со значениями БКП объясняется тем, что продуктивность (т/га) прямолинейно связана с коэффициентом роста $K_р$, завися-

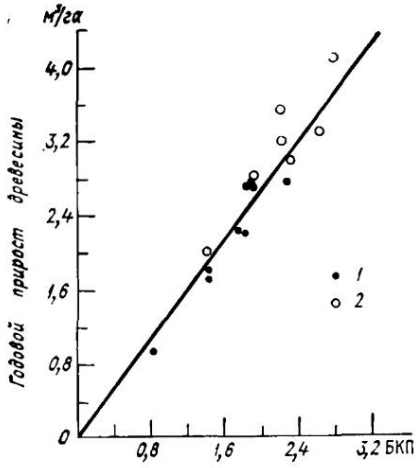


Рис. 24. Связь среднего годового прироста древесины леса со значениями БКП.
1 — СССР, *2* — страны Западной Европы.

щим от влагообеспеченности, и показателем общей теплообеспеченности в виде $\Sigma t_{ак}$. Следует отметить, что такая прямолинейная связь характерна для экологических типов сельскохозяйственных культур только в определенных пределах теплообеспеченности, например в пределах умеренного пояса для зерновых культур. В теплом поясе повышенные температуры могут тормозить рост растений умеренного пояса. Эти культуры здесь неполностью используют тепловые ресурсы, что приводит к искривлению линий связи. В связи с этим можно считать, что продуктивность экологических типов сельскохозяйственных культур пропорциональна значениям биоклиматического потенциала, рассчитанным по климатическим суммам температур только за период до наступления экологического оптимума температуры.

Связь продуктивности сельскохозяйственных культур с относительными значениями биоклиматического потенциала указывает на то, что эти значения характеризуют не только общую биологическую продуктивность, но и условия роста определенных экологических типов культур.

Прямолинейная форма связи биологической продуктивности со значениями БКП характерна и для естественной растительности. Это подтверждается графиком (рис. 24), построенным по материалам Т. А. Куликовой [43] о среднегодичном приросте древесины хвойного леса для СССР и по данным [19], приведенным в табл. 51.

Анализ связи биологической продуктивности, как культурной, так и естественной лесной растительности, со значениями биоклиматического потенциала позволил установить общую закономерность изменения биологической продуктивности в зависимости от тепло- и влагообеспеченности.

Сущность связи продуктивности культур с комплексным показателем БКП заключается в следующем. Продуктивность экологических типов сельскохозяйственных культур при данном уровне развития земледелия зависит от доступности растениям питательных веществ, находящихся в почвенном растворе. Степень же доступности зависит от наличия влаги в почве, а также от теплового фактора, определяющего скорость биохимических реакций в процессе фотосинтеза и подготовку пищи для растений в резуль-

Таблица 51

Связь среднегодичного прироста древесины леса со значениями биоклиматического потенциала

Зона, лесорастительная провинция, страна	БКП	Среднегодичный прирост древесины, м³/га
	Советский Союз	
Северотаежная	0,8	0,9
Среднетаежная	1,4	1,8
Южно-таежная		
смешанные леса центра	1,9	2,75
смешанные леса северного Поволжья	1,7	2,25
Смешанные леса Прибалтики, смешанные и широколиственные леса запада ЕЧС и Средней Волги	1,9	2,75
Широколиственные леса лесостепной зоны	2,3	3,55
То же, южной лесостепи	1,8	2,2
	Зарубежные страны	
Австралия	2,6	3,3
Бельгия	2,7	4,2
Чехословакия	2,2	3,7
Финляндия	1,4	2,0
ФРГ и ГДР	2,3	3,0
Великобритания	2,2	3,2
Швеция	1,9	2,8
Руанда и Бурунди	10,0	11,1
Уругвай	7,0	10,7
Пуэрто-Рико	8,5	9,8

тате деятельности микроорганизмов. Факторы тепла и влаги обусловливают течение и других процессов, с которыми связано почвенное плодородие. Кроме тепла и влаги, на доступность питательных веществ влияют агрофизические и агрохимические свойства почвы.

По указанным причинам могут складываться условия, при которых и в северных влажных, и в южных засушливых, но более обеспеченных теплом, районах, доступность питательных веществ из почвы будет одинаковая или при более благоприятных условиях в отдельных районах даже большая. От того, как складываются эти условия, зависит урожай сельскохозяйственных культур.

Эффективность удобрений. Отмеченным механизмом действия тепла и влаги на усвоение питательных веществ из почвы определяется и эффективность вносимых в почву минеральных и органических удобрений. В местах лучшей влаго- и теплообеспеченности удобрения быстрее переходят в почвенный раствор и тем самым становятся доступными для растений. В результате опытов с удобрениями, проведенными в различных районах страны,

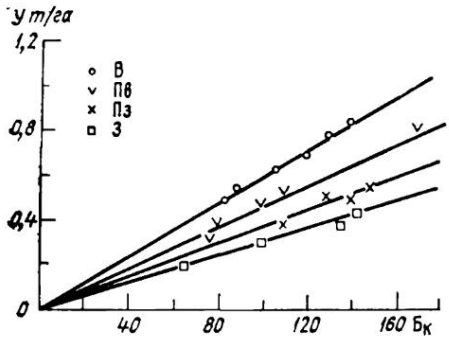


Рис. 25. Связь прироста урожайности зерновых культур по NPK со значениями климатического индекса биологической продуктивности $Б_к$.
Усл. обозначения см. рис. 23.

установлено, что эффективность удобрений падает с запада на восток в одной и той же зоне и от зоны к зоне по мере уменьшения теплообеспеченности и с севера на юг от зоны к зоне по мере нарастания засушливости. В таком же направлении происходит и изменение комплексного показателя — биоклиматического потенциала в форме $Б_к$, синтезирующего влияние тепла и влаги на биологическую продуктивность растений. Н. П. Бондарчук [9] исследовала количественную связь между приростом урожайности зерновых культур от внесения минеральных удобрений и значениями биоклиматического потенциала в форме $Б_к$. Связь показана на графике (рис. 25), построенным по данным сводного тома и региональных томов по агрохимической характеристике почв СССР (1975). Анализ этих данных позволил установить следующие важные особенности эффективности удобрений.

Связь прироста урожайности от внесения удобрений по природным зонам неодинакова. Более высокий прирост урожайности характерен для влажной лесной зоны, в которой стабилизация действия удобрений при данном уровне земледелия наступает при более повышенных нормах (NPK = 160...180 кг/га действующего вещества). В засушливых зонах стабилизация прироста урожайности наступает при более низких нормах (NPK = 90...100 кг/га).

Если прирост урожайности отнести еще к единице удобрений (1 кг или 100 кг), то коэффициент эффективности удобрений выравнивается и прирост урожайности определяется значениями биоклиматического потенциала в форме $Б_к$.

Обобщенные значения показателя эффективности минеральных удобрений в форме прироста урожайности приведены в табл. 52.

По И. И. Ельникову, больший эффект минеральных удобрений отмечен также в западных провинциях Европейской части СССР по сравнению с восточными холодными фациями. Прибавки урожайности зерна по NPK в зависимости от типов и подтипов почв составляют от 4,7—11,4 т/га (западные провинции) до 0.18—0,65 т/га (восточные провинции).

Следует отметить, что в одних и тех же природных зонах при более высокой теплообеспеченности в период активной вегетации

Таблица 52

Эффективность удобрений по показателю прироста урожайности

Зона увлажнения	Зональная норма удобрений NPK, кг	Прирост урожайности, т/га	
		при зональной норме NPK	при норме NPK, равной 100 кг/га
Влажная лесная	175	0,80	0,45
Полувлажная лесостепная	150	0,65	0,43
Полузасушливая степная	125	0,55	0,44
Засушливая степная	100	0,45	0,45
Очень засушливая степная	75	0,35	0,46

для растений подготавливается большее количество питательных веществ благодаря интенсивному прохождению биохимических и микробиологических процессов, а также в результате высвобождения из почвы дополнительных веществ, недоступных растениям при низкой общей теплообеспеченности.

5.2.4. Почвенное плодородие

Для сравнительной оценки биологической продуктивности растений в межрегиональном разрезе требуется рассмотреть вопрос о совместном влиянии на их продуктивность почвы и климата.

В настоящее время разработаны способы сравнительной оценки плодородия почв, или бонитировки почв по регионам. Региональные методики построены на принципе связи урожайности возделываемых культур с определяющими ее природными факторами и прежде всего с агропроизводственными свойствами почв данного региона. Между тем, особенно в связи с введением Государственного земельного кадастра, актуальное значение приобретает сравнительная оценка плодородия почв не только в региональном, но и в межрегиональном (межрайонном, межобластном, межреспубликанском, межзональном, межпровинциальном) разрезах. Такая оценка может быть сделана на основе относительных значений биоклиматического потенциала.

Значения биоклиматического потенциала (БКП) в приведенных выше формах можно рассматривать по существу как относительные показатели скорости роста (скорости фотосинтеза), обусловленной факторами тепла и влаги. Создание биомассы и конечного продукта урожая, т. е. количественная сторона фотосинтеза, зависит не только от климата, но и от плодородия почв. При равных относительных значениях БКП и сопоставимом уровне интенсивности земледелия более плодородна та почва, которая дает растениям больше питательных веществ. При разных относительных значениях БКП создаются худшие или лучшие условия для фотосинтеза и урожайность определяется как климатическими условиями фотосинтеза, так и количеством доступных питательных веществ в почве. Следовательно, для сравнительной межрегиональной оценки плодородия почв требуется

увязка относительных значений биоклиматического потенциала с показателями почвенного плодородия. Она проводится на основе сравнительной оценки (бонитировки) почв по местным шкалам и относительным значениям БКП.

При оценке почв по местным шкалам одна из почв, обычно лучшая, принимается за эталон (100 баллов). Другие почвы оцениваются (в баллах) по их агропроизводственным свойствам, коррелирующим с урожайностью, или только по самой урожайности. При сравнительной оценке по общесоюзной шкале за эталон принимается зональный тип почв на суглинках (по Н. М. Сибирцеву [73]). Процесс почвообразования таких почв и генетические свойства, а следовательно, плодородие почв, наиболее полно соответствуют биоклиматическим условиям той или иной природной зоны. Плодородие зональных типов почв выражается значениями биоклиматического потенциала. Об этом свидетельствует форма связи урожайности сельскохозяйственных культур со значениями БКП. Зависимость между этими величинами по зонам характеризуется примерно одной прямой (см. рис. 22).

На основании приведенных положений совместное влияние климата и почв на биологическую продуктивность может быть выражено формулой

$$Б_с = K_б \frac{Б_м Б_к}{Б_{зон}},$$

где $Б_с$ — баллы оценки совместного влияния климата и почвы на биологическую продуктивность по общесоюзной бонитировочной шкале; $Б_м$ — баллы оценки данного вида почвы по местной шкале; $Б_{зон}$ — баллы типичной зональной почвы по местной шкале; $Б_к$ — баллы оценки биологической продуктивности по относительным значениям биоклиматического потенциала; $K_б$ — коэффициент, учитывающий экологические особенности культур, специфику агроклиматических условий, существенный рост уровня интенсивности земледелия, структуру посевов и др.

Если по местной шкале зональный тип почвы принят за 100 баллов, то баллы оценки совместного влияния климата и почв могут быть определены по уравнению

$$Б_с = 0{,}01 Б_к Б_м.$$

Почвы разных зон могут оцениваться по местным шкалам одинаковыми значениями баллов, например 50, 75, 85 и т. д. По этим баллам нельзя судить о сравнительном плодородии этих почв. Так, если по местной шкале почвы оценены баллом 75, то по общесоюзной шкале эквивалентом оценки будут: для почв Краснодарского края 115 баллов (75·1,53), для почв Горьковской области 82 балла (75·1,10), для почв Целиноградской области 52 балла (75·0,69). Коэффициенты 1,53; 1,10; 0,69 соответствуют баллам опорной общесоюзной шкалы 153, 110, 69, уменьшенным в 100 раз, т. е. баллам в относительных единицах по $Б_к$.

Составление бонитировочной шкалы, учитывающей совокупное влияние климата и агропроизводственных свойств почв на про-

дуктивность растений, оказалось непростой задачей, так как в почвообразовательном процессе между климатом и почвой существует сложная связь. Поэтому в каждой природной зоне при сравнительно однородных климатических условиях формируется большое разнообразие почвенных образований, для которых характерен соответствующий уровень плодородия.

Разработанная автором методика сравнительной оценки плодородия почв, основанная на понятиях биоклиматического потенциала и зонального типа почв по Сибирцеву, позволяет провести оценку плодородия почв по единой для страны бонитировочной шкале. Методика построена на синтезе основных факторов почвообразования и продуктивности растений. Она согласуется с научными положениями о почвообразовательных процессах и плодородии почв, развитыми в последнее время советскими учеными.

Н. Н. Розов [61, 62], развивая вопросы о факторах почвообразования и почвенного плодородия, выделяет основные почвенные режимы, регулирующие плодородие: радиационно-тепловой, водный, воздушный, биогеохимический (физико-химический и микробиологический), питательный. Все эти режимы учитываются приведенными формулами биологической продуктивности. Влияние теплового и водного режимов интегрально отражается климатическим индексом $Б_к$ (применительно к зональным суглинистым почвам). Частные особенности этих режимов, а также воздушный и биогеохимический режимы отражаются баллами бонитета почвенного плодородия по местным шкалам ($Б_м$ и $Б_{зон}$).

По В. Г. Зольникову [29], процесс почвообразования, происходящий в результате взаимодействия живых организмов с исходными материнскими породами, осуществляется с различной скоростью в зависимости от характера пород и рельефа местности и направлен в каждой природной зоне к единому результату — образованию типичной зональной почвы, соответствующей климату своей зоны. По этой причине внутри зоны существуют почвы, находящиеся на разных стадиях своего развития (обладают различной степенью зональности): от исходной породы до типичной зональной почвы. Все эти почвы закономерно связаны между собой в пределах зоны в пространстве (по рельефу и характеру исходных пород) и относительно времени (по стадиям своего развития). По автору, в каждой природной зоне может быть только одна почва, принадлежащая к генетическому зональному типу. В результате изоморфизма процесса почвообразования все зональные типы почв можно расположить в единый зональный ряд по степени выветренности минералов и плодородию (содержанию и составу гумуса, физико-химическим свойствам).

Из изложенного следует, что можно сопоставлять биологическую продуктивность разных зональных типов почв. Так как каждый зональный тип почвы своей зоны является опорным и закономерно связан со всеми другими почвами этой зоны, то последние можно оценивать по отношению к своему зональному типу. Таким образом, все почвы страны, мира можно связать по есте-

ственному плодородию в единую систему и оценивать по единой бонитировочной шкале, чему отвечает методика оценки на основе относительных значений биоклиматического потенциала.

А. Н. Каштанов, А. М. Лыков и И. С. Кауричев [33] определяют почвенное плодородие как «объективное свойство почвы с определенными количественными и качественными параметрами, различающимися в зависимости от естественных факторов почвообразования и производственной деятельности земледельца». Из этого определения следует, что при интенсивном земледелии плодородие почв постоянно возобновляется на расширенной основе и что на определенном уровне интенсивности земледелия устанавливается относительная устойчивость плодородия разных агротипов почв. Свойством устойчивости плодородия обосновывается возможность применения предложенной автором формулы для межрегиональной оценки плодородия почв в баллах при разных, но сопоставимых уровнях интенсивности земледелия.

Полевые сельскохозяйственные культуры — это индикаторы почвенного плодородия. По урожайности каждой культуры может быть оценено плодородие почвы в относительных показателях (баллах). Однако для построения межрегиональной шкалы оценки плодородия почв используются данные по урожайности культур широкого ареала возделывания, обычно урожайности зерновых. При этом учитывается, что разные экологические типы культур (корнеплоды, клубнеплоды, технические культуры) реагируют на почвы по-разному. При существенных различиях относительной урожайности (в баллах) по местной шкале (более 5 баллов) на такие культуры вводится поправка к оценке почвенного плодородия по зерновым культурам.

Для общей межрегиональной оценки плодородия почв при сравнимом уровне агротехники или в определенных пределах изменения ее уровня поправочный коэффициент $K_б$ принимается за единицу. И только при существенных различиях уровня агротехники и режима климатических факторов роста значения коэффициента могут быть выше или ниже единицы. Эти значения учитываются по агроклиматическим (природно-сельскохозяйственным) провинциям.

Проектными институтами по землеустройству республик (Гипроземами), коллективами научно-исследовательских институтов и вузов СССР разработаны бонитировочные шкалы для многих областей, краев, республик. Необходимо сопоставить эти местные материалы и разработать единую бонитировочную шкалу.

Решение поставленной задачи возможно на основе биоклиматического потенциала с переводом бонитета почв по местным шкалам в общесоюзную шкалу по эмпирической формуле оценки совместного влияния климата и почвы на биологическую продуктивность. В такой формуле частное от деления $Б_м$ на $Б_{зон}$ выражает долю плодородия данной почвы от типичной зональной, принятой за эталон. Экономические различия при этом в значительной мере исключаются, так как формула учитывает не абсо-

лютные показатели плодородия (урожайность в т/га), а относительные (урожайность в баллах).

Применение метода сравнительной оценки плодородия почв на основе относительных значений биоклиматического потенциала показано ниже на примерах Среднерусской южнотаежно-лесной провинции (провинция IV-3), Московской и Белгородской областей.

Оценка плодородия почв в целом по провинции IV-3 дана по общесоюзной шкале. Данные оценки по продуктивности зерновых приведены в табл. 53. По таблице уровень плодородия почв провинции близок к среднему союзному и оценивается примерно 100 (60) баллами[1]. Относительно более высокие оценки имеют дерново-подзолистые суглинистые, серые лесные, карбонатные и пойменные почвы [$Б_с$=105...115(63—69) баллов]. Доля этих почв составляет 67 % от площади пашни. К классу пониженной продуктивности относятся дерново-подзолистые почвы легкого механического состава и подзолистые почвы [$Б_с$=75...85(45—51) баллов]. Доля почв этого класса 26 %.

Таблица 53

Бонитет почв (баллы) по общесоюзной шкале
Провинция IV-3. Среднерусская южнотаежно-лесная

Продуктивность почв	Класс и группа продуктивности почв	Агротип и подтип почв	Площадь, % от общей	Баллы оценки		Категория использования почв
				$Б_с$	$Б_{с.л}$	
Средняя (Бк=85...120)	IV, а	Дерново-подзолистые суглинистые	51,9	105	63	I-2
	IV, в	Серые лесные	10,5	115	69	I-2
	IV, в	Карбонатные	3,2	110	66	I-2
	IV, в	Пойменные	0,9	115	69	II-1
Пониженная (Вк=61...85)	III, б	Дерново-подзолистые супесчаные	14,9	75	I-2	I-2
	III, б	Дерново-подзолистые глинистые и тяжелосуглинистые	10,4	85	51	
	III, б	Подзолистые	0,1	85	51	I-2
Низкая (Бк=46...60)	II, б	Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	2,1	52	31	I-2
	II, б	Подзолисто-болотные (немелиорированные)	5,0	52	31	III-1
Среднее				95	58	

К классу низкой продуктивности относятся дерново-подзолистые песчаные и подзолисто-болотные (немелиорированные) почвы [$Б_с$=52(31) балла]. Доля почв этого класса 7 %.

Приведенные в табл. 53 показатели оценки плодородия почв являются приближенными. Более точная оценка проводится на

[1] В скобках приведены баллы по замкнутой шкале оценки относительно лучшей по плодородию почвы в СССР в умеренном поясе, к которой относятся мощные мицелярно-карбонатные черноземы Краснодарского края.

Таблица 54

Бонитет почв (баллы) по местной и общесоюзной шкалам
Московская область

Класс бонитета по местной шкале	Группа почв	Категория использования почв	$Б_м$ по кадастру				$Б_м$ по эталону области				$Б_с$	
			зерновые	картофель	травы		зерновые	картофель	травы		относительно средней продуктивности	относительно продуктивности в оптимальных условиях
					многолетние	однолетние			многолетние	однолетние		
I. Лучшие почвы (Л) (90—100)	Темно-серые лесные среднесуглинистые и слабосмытые на покровных суглинках	I-10	72	70	37	26	100 (Л)	100 (Л)	100 (Л)	100 (Л)	115 (Ср)	69
	Пойменные дерновые легко- и среднесуглинистые на аллювиальных отложениях	II-1	66	—	37	24	92 (Л)	—	100 (Л)	90 (Вс)	106 (Ср)	64
II. Выше среднего качества (Вс) (80—90)	Светло-серые и серые лесные тяжелосуглинистые и дерновые тяжелосуглинистые на покровных суглинках	I-2	61	58	37	23	85 (Вс)	80 (Вс)	100 (Л)	88 (Вс)	98 (Ср)	59
	Пойменные дерновые легко- и среднесуглинистые слаборазвитые на аллювиальных отложениях	II-1	62	—	38	25	87 (Вс)	—	100 (Л)	96 (Л)	99 (Ср)	59
III. Среднего качества (Ср) (70—80)	Дерновые, слабо- и среднеподзолистые среднесуглинистые на покровных суглинках и на морене	I-2	50	60	36	21	70 (Ср)	84 (Вс)	96 (Л)	86 (Ср)	100 (Ср)	60

Класс бонитета по местной шкале	Группа почв	Категория использования почв	$Б_м$ по кадастру				$Б_м$ по эталону области				$Б_с$	
			зерновые	картофель	травы		зерновые	картофель	травы		относительно средней продуктивности	относительно продуктивности в оптимальных условиях
					многолетние	однолетние			многолетние	однолетние		
	Серые лесные глееватые среднесуглинистые и тяжелосуглинистые на покровных суглинках	II-7	51	—	31	19	71 (Ср)	—	83 (Вс)	73 (Ср)	102 (Ср)	61
IV. Ниже среднего качества (Нс) (60—70)	Дерново-слабоподзолистые песчаные и супесчаные на песке	I-4	47	54	36	20	66 (Нс)	76 (Ср)	96 (Л)	77 (Ср)	94 (Ср)	56
	Дерново-средне- и сильноподзолистые легкосуглинистые на покровных суглинках и на морене	I-2	46	66	36	20	64 (Нс)	92 (Л)	96 (Л)	77 (Ср)	92 (Ср)	55
V. Низкого качества (Н) (<60)	Дерново-подзолистые глееватые легкосуглинистые на песках	I-7	40	61	26	17	56 (Н)	85 (Вс)	69 (Нс)	65 (Нс)	80 (Нс)	48
	Светло-серые и серые лесные среднесуглинистые, средне- и сильносмытые на покровных суглинках	I-12	27	—	21	11	38 (Н)	—	56 (Н)	42 (Н)	43 (Н)	26

Примечание. По Московской области значения удельного веса основных почв пашни составляют: 71,7% — дерново-подзолистые почвы; 15,4% — светло-серые и серые; 8,2% — темно-серые черноземы оподзоленные; 3,8% — аллювиальные [54].

местах по административным областям с конкретным учетом структуры почвенного покрова. В качестве примера в табл. 54 приводятся показатели оценки плодородия почв по Московской области. Согласно данным таблицы, по местной шкале лучшими почвами области являются темно-серые лесные суглинистые и черноземы выщелоченные. К почвам выше среднего качества относятся светло-серые, серые лесные и пойменные дерновые; к почвам среднего качества — дерновые слабо- и среднеподзолистые и серые лесные глееватые. Почвы первых трех классов по оценке на основе общесоюзной шкалы относятся к почвам средней продуктивности.

К почвам ниже среднего качества по местной шкале относятся дерново-подзолистые почвы тяжелого и легкого механического состава; к почвам низкого качества — дерново-подзолистые, светло-серые и серые глеевые легкого механического состава, средне- и сильносмытые. Почвы классов IV и V по общесоюзной шкале относятся к почвам пониженной продуктивности.

В табл. 55 приведена сравнительная оценка плодородия почв по материалам Белгородской области.

Таблица 55

Сравнительная оценка плодородия почв пашни Белгородской области

Класс и категория использования почв	Группа почв (виды земель)	Площадь, % от общей	Баллы оценки по шкалам	
			общесоюзной	местной
I-3	Темно-серые лесные тяжелосуглинистые и глинистые	2,5	81	60
I-3	Черноземы солонцеватые глинистые и суглинистые	6,0	98	73
I-3	Черноземы выщелоченные тяжелосуглинистые и глинистые	21,0	111	82
I-3	Черноземы типичные суглинистые и глинистые	26,5	128	95
I-8	Лугово-черноземные суглинистые и глинистые	1,0	135	100
I-4	Супесчаные и песчаные	1,5	40	30
II-1	Пойменные луговые тяжело-суглинистые и глинистые	1,0	128	95

Для сравнительной оценки плодородия почв по общесоюзной шкале за эталон взяты черноземы типичные суглинистые и глинистые, которые занимают 26,5 % площади пашни при среднеобластном значении климатического индекса биологической продуктивности $Б_к = 128$ баллам. По этим исходным данным приведение оценочных баллов по местной шкале к общесоюзной удобно проводить, пользуясь переходным коэффициентом

$$K = \frac{Б_к}{Б_{зон}} = \frac{128}{95} = 1{,}35.$$

Таковы способы перехода от местных бонитировочных шкал к общесоюзной и агропроизводственной группировке почв по продуктивности. Наиболее надежные показатели оценки обеспечиваются в том случае, когда баллы оценки по биоклиматическому потенциалу ($Б_к$) берутся не в среднем по административной области, а по земельно-кадастровым районам.

Используя описанный метод, можно провести по общесоюзной шкале оценку продуктивности классов земель, принятых для характеристики и учета качества угодий в Государственном земельном кадастре.

5.2.5. Интенсивность земледелия

Среди факторов биологической продуктивности большое значение имеет уровень интенсивности земледелия. По литературным данным [51, 74] коэффициент использования солнечной энергии при разных уровнях интенсивности земледелия колеблется от 0,5 и менее до 5 % и более. При этом урожайность зерновых культур в средней полосе умеренного пояса составляет 0,8—10,0 т/га и более. При такой амплитуде возможного урожая важно исследовать влияние уровня интенсивности земледелия на продуктивность сельскохозяйственных культур.

Выше был рассмотрен характер связи продуктивности растений со значениями биоклиматического потенциала. Наиболее типична связь, приведенная для зерновых культур на рис. 23. Графики построены по данным урожайности госсортоучастков и хозяйств. Но не все госсортоучастки и хозяйства идентичны по уровню интенсивности земледелия, с чем связаны различия в урожайности культур.

Сравнительно высокий уровень интенсивности земледелия отмечается в тех хозяйствах и на сортоучастках, где севообороты насыщены техническими культурами и где вносят повышенные дозы удобрений (Украина, Краснодарский край, Прибалтийские республики). Относительно низкий уровень интенсивности земледелия характерен для областей Нечерноземной зоны: здесь отрицательно сказывается кислотность почв. Области, относящиеся к степной зоне, по данным хозяйств, имеют преимущественно средний уровень интенсивности земледелия.

При учете уровня интенсивности земледелия наблюдается тесная связь между фактическими и расчетными по БКП значениями урожайности. Коэффициент корреляции, по областным данным об урожайности на госсортоучастках, отнесенных к одному и тому же уровню интенсивности земледелия, составляет более 0,90, а без учета уровня интенсивности — примерно 0,70.

Столь высокие коэффициенты корреляции между фактическими и расчетными значениями урожайности, особенно при учете уровней интенсивности земледелия, указывают на большую надежность оценки биологической продуктивности земель по относительным значениям биоклиматического потенциала.

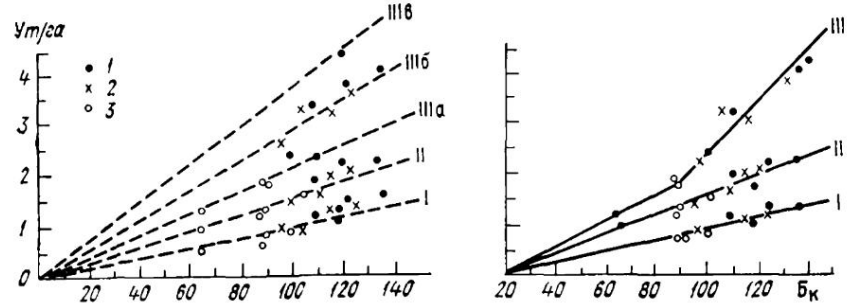


Рис. 26. Связь урожайности зерновых культур со значениями климатического индекса биологической продуктивности ($Б_к$) при разных условных уровнях интенсивности земледелия (по данным Н. Н. Розова).

Условные уровни интенсивности земледелия: I — низкий, II — средний, III — высокий (IIIа — более низкий из высокого, IIIб — наиболее высокий, IIIв — промежуточный). *Провинции:* *1* — западноевропейские, *2* — среднерусские, *3* — западносибирские.

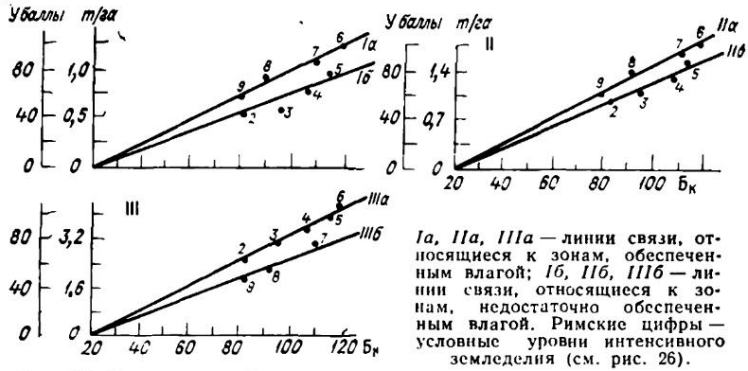
Интересные данные по продуктивности зерновых культур при разных уровнях интенсивности земледелия приведены Н. Н. Розовым и др. [60] и Н. Н. Вадковской [13]. Автором был сделан графический анализ этих данных в системе координат (рис. 26 и 27). График на рис. 26 построен по средним значениям урожайности зерновых культур для трех условных уровней интенсивности земледелия: низкого (уровень I, удобрение до 75 кг/га действующего вещества), обработка почвы в оптимальные агротехнические сроки на площади менее 40 % посевов; среднего (уровень II, удобрения от 75 до 150 кг/га действующего вещества), обработка почвы в оптимальные агротехнические сроки на 80 % площади; высокого (уровень III, удобрения более 150 кг/га действующего вещества), обработка почвы своевременная. Соответствующие данные об урожайности по секторам и провинциям, по которым построены графики, в сопоставлении со значениями климатического индекса биологической продуктивности ($Б_к$) приведены в табл. 56.

Графический анализ данных показал, что в условиях сравнимой интенсивности земледелия связь урожайности со значениями $Б_к$ выражается прямой. Такая связь характерна для низкого и среднего уровней интенсивности земледелия. При высоком уровне наблюдается перелом линии связи. Это можно объяснить неоднородностью высокого уровня интенсивности земледелия. О сопоставимости уровней земледелия можно судить по цене балла продуктивности культур. Для низкого уровня она составляет 0,009 т, для среднего — около 0,015 т, а для высокого колеблется от 0,019 т (западносибирские провинции) до 0,036 т (провинции южнотаежно-лесной зоны), что указывает на отмеченную неоднородность высокого уровня интенсивности. По цене балла можно установить, что уровень интенсивности IIIв (цена балла 0,036) превышает уровень I (цена балла 0,009) в четыре раза. Перелом линии связи для уровня III можно объяснить тем, что на

Урожайность зерновых культур (без кукурузы) при равных уровнях интенсивности земледелия

Агроклиматическая провинция	Группа почв	Агроклиматический показатель			Уровень I		Уровень II		Уровень III	
		$\Sigma t_{ак}$ °С	$КУ=\frac{P}{f}$	$Б_к$	т га	цена балла, т	т/га	цена балла, т	т/га	цена балла, т
Западноевропейские										
IV-1. Прибалтийская	Дерново-подзолистые	2150	1,24	118	1,0	0,009	1,8	0,015	4,2	0,036
V-1. Украинская	Лесостепного ряда	2800	0,96	137	1,4	0,010	2,3	0,017	4,0	0,029
VI-1. То же	Черноземы обыкновенные	3100	0,61	124	1,4	0,011	2,2	0,018	3,6	0,029
VII-1. Южноукраинская	Темно-каштановые	3350	0,47	110	1,1	0,010	1,9	0,017	3,2	0,029
Среднее		—	—	122	1,2	0,010	2,0	0,017	3,8	0,03
Среднерусские										
IV-3. Среднерусская	Дерново-подзолистые	1900	1,15	105	0,8	0,008	1,5	0,014	3,2	0,040
V-2. То же	Лесостепного ряда	2400	0,96	125	1,2	0,010	2,0	0,016	3,5	0,028
VI-3. Южнорусская	Черноземы обыкновенные	2900	0,61	117	1,1	0,009	1,8	0,016	3,1	0,026
VII-2. Манычско-Донская	Темно-каштановые	3150	0,44	97	0,9	0,009	1,4	0,014	2,2	0,022
Среднее		—	—	110	1,0	0,009	1,7	0,015	3,0	0,026
Западноевропейские										
IV-4. Западносибирская	Дерново-подзолистые	1600	1,15	88	0,7	0,008	1,2	0,014	1,8	0,020
V-4. То же	Лесостепного ряда	2000	0,83	100	0,8	0,009	1,5	0,015	2,2	0,022
VI-5. Казахстанская	Черноземы обыкновенные	2200	0,61	89	0,7	0,008	1,3	0,012	1,7	0,019
VII-4. То же	Темно-каштановые	2450	0,38	65	0,6	0,009	0,9	0,014	1,2	0,019
Среднее		—	—	85	0,7	0,008	1,2	0,014	1,6	0,020
Общая средняя		—	—	106	10,0	0,009	1,6	0,015	2,8	0,025

более высоком уровне в некоторых зонах и провинциях интенсивность земледелия ограничивают природные факторы. В других же зонах и провинциях этого не бывает. В пределах Западной Сибири интенсивность земледелия, а также эффективность удобрений, а



Iа, IIа, IIIа — линии связи, относящиеся к зонам, обеспеченным влагой; *Iб, IIб, IIIб* — линии связи, относящиеся к зонам, недостаточно обеспеченным влагой. Римские цифры — условные уровни интенсивного земледелия (см. рис. 26).

Рис. 27. Связь урожайности зерновых культур со значениями климатического индекса биологической продуктивности ($Б_к$) при разных условных уровнях интенсивности земледелия (по данным Н. Н. Водковской).

следовательно, и урожайность ограничиваются недостатком тепла и влаги. Для этой территории характерен сравнительно более низкий уровень (IIIа). Наиболее высокий уровень (IIIб) характерен для западноевропейских провинций дерново-подзолистых почв, обеспеченных большим количеством тепла и влаги. Остальные провинции относятся к промежуточному уровню высокой интенсивности (IIIв).

График на рис. 27 построен по относительным данным урожайности зерновых на зональных суглинистых почвах: *2* — подзолистые ($Б_к = 81$); *3* — дерново-подзолистые ($Б_к = 96$); *4* — серые лесные ($Б_к = 107$); *5* — черноземы выщелоченные ($Б_к = 115$), *6* — типичные черноземы ($Б_к = 120$); *7* — обыкновенные черноземы ($Б_к = 110$); *8* — черноземы южные ($Б_к = 92$); *9* — каштановые почвы ($Б_к = 80$). Данные об урожайности отнесены также к трем условным уровням интенсивности земледелия. За 100 баллов при всех уровнях взят урожай на типичных черноземах. Этот график позволяет еще более детализировать характер связи продуктивности растений со значениями биоклиматического потенциала. По графику установлено, что связь продуктивности растений (при каждом условном уровне интенсивности) со значениями биоклиматического потенциала выражается двумя прямыми: верхняя прямая показывает зависимость при нормальных зональных условиях, когда продуктивность растений не ограничивается природными факторами роста, нижняя прямая — зависимость при действии факторов, ограничивающих продуктивность.

При низком и среднем уровнях интенсивности земледелия верхняя прямая характерна для зон, расположенных к югу от зоны типичных черноземов, нижняя — для зон, расположенных к северу. В северных зонах (серые лесные почвы, выщелоченные черноземы, дерново-подзолистые и подзолистые почвы) основной лимитирующий фактор — кислотность, которая особенно сильно проявляется при низком уровне интенсивности земледелия. Из рис. 27 видно, что от первого ко второму уровню интенсивности прямые сближаются. По характеру сближения можно заключить, что уже при урожайности в среднем 2,3 т/га (цена балла 0,023) связь продуктивности растений со значениями биоклиматического потенциала выражается одной общей прямой.

В условиях высокой агротехники, наоборот, верхняя прямая выражает продуктивность в северных зонах, а нижняя — в южных. Основной лимитирующий природный фактор в южных зонах — недостаток почвенной влаги, ограничивающий эффективность вносимых удобрений, а следовательно, и уровень интенсивности земледелия. Урожайность в этих зонах при высоком уровне интенсивности приближается к пределу возможной по условиям влагообеспеченности.

В северных зонах, особенно на подзолистых и дерново-подзолистых почвах, ограничение роста растений вызывается переувлажнением и кислотностью почв при пониженной интенсивности земледелия. Указанные природные факторы обусловливают географическую изменчивость продуктивности растений.

Приведенный анализ, а также массовые данные об урожайности госсортоучастков и хозяйств показывают, что при всех уровнях интенсивности земледелия продуктивность растений связана со значениями биоклиматического потенциала. Это означает, что оценка биологической продуктивности должна базироваться на учете комплекса природных условий, которые в известной мере выражаются значениями биоклиматического потенциала.

Для сравнительной оценки плодородия почв следует различать ступени почвенного плодородия и уровни биологической продуктивности и увязывать их с соответствующими им уровнями интенсивности земледелия.

Практически целесообразно выделение трех ступеней почвенного плодородия и в каждой из них — трех уровней биологической продуктивности. Ступени и уровни различаются коэффициентом использования растениями солнечной энергии, а также ценой балла биологической продуктивности ($Б_к$). По этому принципу построена шкала сравнительной оценки плодородия почв (табл. 57) и по ней — график урожайности зерновых культур при разных уровнях эффективного почвенного плодородия (интенсивности земледелия) (рис. 28).

Приведенная шкала ступеней и уровней интенсивности земледелия построена, исходя из прямой связи продуктивности растений со значениями климатического индекса биоклиматического потенциала ($Б_к$) и количественной оценки продуктивности расте-

Таблица 57

Ступени почвенного плодородия и уровни биологической продуктивности

Ступени почвенного плодородия	Уровень биологической продуктивности		Цена балла, т	
	индекс	определение	по зерну	по зерновым единицам
Первая (I)	I_1	Низкий	0,013	0,016
	I_2	Средний	0,013—0,018	0,016—0,022
	I_3	Повышенный	0,018—0,023	0,022—0,028
Вторая (II)	II_1	Высокий (1-й уровень)	0,023—0,030	0,028—0,036
	II_2	Высокий (2-й уровень)	0,030—0,038	0,036—0,046
	II_3	Высокий (3-й уровень)	0,038—0,046	0,046—0,055
Третья (III)	III_1	Очень высокий (1-й уровень)	0,046—0,053	0,055—0,064
	III_2	Очень высокий (2-й уровень)	0,053—0,061	0,064—0,073
	III_3	Очень высокий (3-й уровень)	0,061—0,069 и более	0,073—0,083 и более

ний. В расчетах принято, что 1 % утилизированной солнечной энергии (1 % ФАР по надземной массе) соответствует урожайности зерновых, равной 2,3 т/га.

На первой ступени почвенного плодородия растения утилизируют в среднем за вегетационный период в ареале их возделывания не более 1 % солнечной энергии ($Б_к = 100$ баллов). На этой ступени целесообразно выделить низкий, средний и повышенный уровни биологической продуктивности. Низкий уровень (цена балла $< 0{,}013$ т) соответствует естественному плодородию почв. Урожайность зерновых на этой ступени биологической продуктивности по зонам колеблется от 0,05 до 1,3 т/га, составляя в среднем около 0,9 т/га (цена балла 0,009 т)

На второй, более высокой, ступени почвенного плодородия в засушливых зонах наблюдается торможение роста растений из-за недостатка влаги, т. е. ограничение биологической продуктивности. За вторую ступень целесообразно принять уровень эффективного плодородия, при котором растения используют в среднем от 1 до 2 % солнечной энергии за вегетационный период, что соответствует урожайности зерновых 2,3—4,6 т/га (цена балла 0,023—0,046). На этой ступени плодородия почв также выделяются три уровня биологической продуктивности.

За третью ступень почвенного плодородия принимается уровень эффективного плодородия, при котором растения используют в среднем от 2 до 3 % солнечной энергии. Урожайность зерновых возрастает от 4,6 до 6,9 т/га (цена балла 0,046—0,069 т). Может быть и более высокое использование солнечной энергии.

После того как проведена сравнительная оценка почв в относительных единицах (баллах), возможна сравнительная количест-

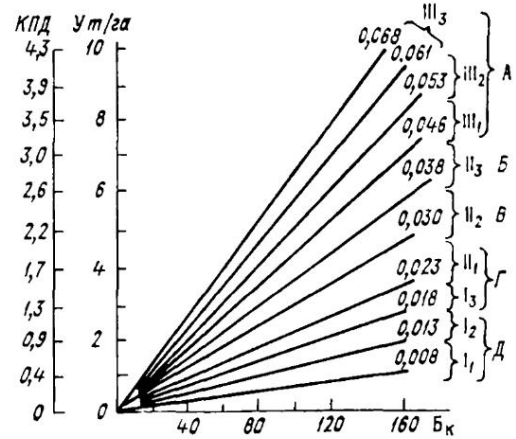


Рис. 28 Возможная урожайность зерновых культур при разных уровнях эффективного почвенного плодородия.

Зоны увлажнения: *А* — достаточного увлажнения; *Б* — от полувлажной до влажной; *В* — от полузасушливой до влажной; *Г* — от засушливой до влажной; *Д* — все зоны от засушливой до влажной. I_1—III_3 — уровни эффективного почвенного плодородия; цифры на прямых — цена балла (в т) по $Б_к$

венная оценка в показателях сопоставимой урожайности в тоннах на гектар. Оценка проводится по цене балла (урожайность в т/га на 1 балл). Составимые значения урожайности определяются по произведению цены балла для соответствующего уровня интенсивности земледелия на баллы оценки плодородия почвы. В зонах с недостаточным увлажнением рост растений лимитируется влагообеспеченностью и урожайность не может быть поднята выше определенных значений (порогов). Поэтому прямые связи продуктивности растений со значениями $Б_к$ относятся только к соответствующим природным зонам. Следует учитывать также пороги урожаев, определяемые биологическим потенциалом районированных сортов и другими факторами. В опыте, описанном А. А. Ничипоровичем [52], урожайность пшеницы в оптимальных условиях роста на поливе, достигнув 4,5 т/га (использование солнечной энергии примерно 2 %), более не повышалась, несмотря на увеличение норм полива и доз удобрений.

Такие значения лимитной урожайности рассчитаны и другими способами. В лесостепной зоне при сбалансированных годовых суммах осадков (500 мм) и испарении, коэффициенте их использования 0,7 (70 %) и хозяйственном коэффициенте водопотребления 80 мм (800 т)[1] естественные водные ресурсы обеспечивают в среднем урожайность современных сортов зерновых, равную 4,4 т/га [(500·0,7)/80]. Примерно такие же значения урожайности получены для лесостепной зоны графическим способом при высоком уровне интенсивности земледелия.

Для преодоления биологического порога урожайности селекционеры создают сорта культур интенсивного типа с особым строением ассимиляционного листового аппарата, неполегаемые, которые обеспечивают наиболее выгодное сочетание урожая зерна и соломы. В зонах недостаточного увлажнения такие сорта обычно не превышают по урожайности районированные.

[1] Расход воды на создание 1 т зерна.

Могут быть и другие пороги урожайности, связанные с культурой земледелия и обеспечением растений необходимыми факторами роста (физические и химические свойства почвы, обеспеченность микроэлементами и др.). Учитывая указанное, для оценки условий роста при недостатке влаги за исходный верхний порог условно принята средняя урожайность зерновых с биологическим потенциалом 4,6 т/га (цена балла 0,046). Такой уровень лимитной урожайности достигается на второй ступени почвенного плодородия. Стоит задача определить лимитную урожайность для зон и провинций недостаточного увлажнения. Ее значения в межрегиональном разрезе могут быть приблизительно получены из произведения цены балла, соответствующей лимитной урожайности, на климатический индекс биологической продуктивности

$$У_л = Ц_{б(л)} Б_к,$$

где $У_л$ — лимитная урожайность; $Ц_{б(л)}$ — цена балла по лимитной урожайности; $Б_к$ — климатический индекс биологической продуктивности.

Для применения уравнения цена балла определяется по ранее установленным ее значениям, соответствующим расчетным значениям лимитной урожайности, коэффициента годового атмосферного увлажнения ($КУ$) и климатического индекса биологической продуктивности ($Б_к$).

Исследованиями установлено, что на первой ступени почвенного плодородия цена балла не превышает значения 0,023 и определяется только уровнем интенсивности земледелия. На второй ступени плодородия почв условия влагообеспеченности ограничивают рост урожайности, возникают пороги или его пределы. По зонам этим порогам соответствуют следующие значения цены балла:

Зона увлажнения	$КУ$	$Ц_{б(л)}$
Очень засушливая, сухостепная	0,15—0,20	0,023—0,026
Засушливая степная	0,20—0,25	0,026—0,030
Полузасушливая степная	0,26—0,35	0,030—0,038
Полувлажная лесостепная	0,35—0,45	0,038—0,046
Влажная лесная	>0,45	>0,046

Расчетные сопоставимые и лимитные значения урожайности по некоторым зонам и провинциям приведены в табл. 58.

Согласно данным таблицы, в южнотаежно-лесной зоне значения урожайности пропорциональны климатическому индексу $Б_к$ на всех уровнях интенсивности земледелия. В лесостепной зоне пропорциональность сохраняется до наступления высокого уровня интенсивности (II_2); в степной — до уровня интенсивности II_1 и в сухостепной — до повышенного уровня интенсивности (I_3).

Сопоставимые и лимитные значения урожайности зерновых культур

Агроклиматическая провинция	Агроклиматический показатель			Сопоставимая урожайность, т						Лимитная урожайность			
				Индекс уровня интенсивности земледелия									
	$\Sigma t_{ак}$ °С	$КУ$	$Б_к$	I_1 (0,013)	I_2 (0,018)	I_3 (0,023)	II_1 (0,029)	II_2 (0,038)	II_3 (0,046)	$К_{б(л)}$	т/га	УИЗ	$Б_л$
IV. Южнотаежно-лесная зона													
IV-3. Среднерусская	1900	0,50	100	1,3	1,8	2,3	3,0	3,8	4,6	0,046	4,6	II_3	100
IV-4. Западносибирская	1600	0,50	88	1,1	1,6	2,0	2,6	3,3	4,0	0,046	4,6	II_3	100
V. Лесостепная зона													
V-1. Украинская	2600	0,43	137	1,8	2,5	3,1	4,1	4,6	—	0,042	4,6	II_2	100
V-2. Среднерусская	2400	0,43	125	1,6	2,3	2,9	3,7	4,6	—	0,042	4,6	II_2	100
V-4. Западносибирская	2000	0,37	100	1,3	1,8	2,3	3,0	3,8	—	0,039	3,9	II_2	85
VI. Степная зона													
VI-1. Украинская	3100	0,27	124	1,6	2,2	2,9	3,7	4,0	—	0,032	4,0	II_2	87
VI-2. Предкавказская	3150	0,35	150	1,9	2,7	3,4	4,5	—	—	0,038	4,6	II_2	100
VI-5. Казахстанская	2200	0,27	89	1,1	1,6	2,0	2,7	—	—	0,032	2,8	II_2	61
VII. Сухостепная зона													
VII-1. Южноукраинская	3350	0,20	110	1,4	2,0	2,5	2,8	—	—	0,025	2,8	II_1	61
VII-3. Заволжская	2850	0,17	75	1,0	1,4	1,7	—	—	—	0,023	1,7	I_3	37
VII-4. Казахстанская	2450	0,17	65	0,8	1,2	1,5	—	—	—	0,023	1,5	I_3	32

Примечание. В скобках (см. головку таблицы) — цена балла (в тоннах), соответствующая данному уровню интенсивности земледелия; $К_{б(л)}$ — коэффициент (цена балла по лимитной урожайности); УИЗ — уровень интенсивности земледелия; $Б_л$ — балл по лимитной урожайности.

Разные экологические типы сельскохозяйственных культур реализуют почвенное плодородие неодинаково. В связи с этим наряду с общей оценкой проводится частная оценка плодородия почв относительно отдельных культур.

Для общей и частной сравнительной оценки почвенного плодородия в межрегиональном разрезе служит единая формула. В ней при общей оценке в качестве индикатора плодородия используют культуры широкого ареала возделывания, обычно зерновые. В этой формуле относительные значения показателя биологической продуктивности ($Б_к$) отражают влияние основных климатических факторов на продуктивность разных культур, так как изменение коэффициента роста по влагообеспеченности происходит по общему закону примерно по логарифмической кривой; коэффициент роста по теплообеспеченности изменяется пропорционально суммам активных температур. Сопоставимость показателей оценки плодородия почв по формуле обеспечивается тем, что за эталон берется зональный тип почвы.

Различные почвы при неодинаковых уровнях интенсивности земледелия по-разному реагируют на агрономические мероприятия. Очевидно, более ценной будет почва, которая лучше отзывается на эти мероприятия и на которой с большой эффективностью используются вносимые удобрения. Поэтому практическое значение приобретает балловая оценка почв как при сопоставимом, так и при несопоставимом уровнях интенсивности земледелия.

При несопоставимом уровне в расчетную формулу урожая вводится коэффициент на разное эффективное почвенное плодородие. Целесообразно определять его относительно лимитной урожайности по условиям влагообеспеченности.

Для приближенной межрегиональной оценки земель в баллах при несопоставимом уровне интенсивности земледелия ($Б_л$) можно применять формулу

$$Б_л = У_л / У_{л(э)} \cdot 100.$$

Сравнительная оценка биологической продуктивности на основе относительных значений биоклиматического потенциала применяется многими исследователями [39, 43, 47, 93, 95 — 101, 115]. Обоснование принципа такой оценки (оценки продуктивного значения климата) было дано в работе автора [95].

5.2.6. Биологические особенности сельскохозяйственных культур

Биологическая продуктивность земель и степень использования биоклиматического потенциала определяется не только факторами климата, почвенным плодородием и уровнем интенсивности земледелия. На продуктивность растений огромное влияние оказывают биологические особенности возделываемых культур, которыми определяется биологический потенциал продуктивности экологических типов культур, реакция растений на условия разви-

тия и роста. Создание хозяйственно-полезных свойств культурных растений, повышающих биологическую продуктивность, а также устойчивость растений к воздействию неблагоприятных почвенно-климатических условий, осуществляется селекцией. В связи с указанным для повышения продуктивности земель большое научное и практическое значение приобретает сравнительная оценка продуктивности экологических типов сельскохозяйственных культур, связанная с их биологическими особенностями.

Сравнительная оценка продуктивности культур строится на следующих научных предпосылках:

— различия продуктивности культур, как и почвенного плодородия, отображаются ценой балла по $Б_к$ при сопоставимом уровне интенсивности земледелия;

— в соотношении продуктивности культур сохраняется устойчивость во времени; нарушение этой устойчивости может происходить лишь с перестройкой природы растений, т. е. при создании селекцией новых экологических типов культур;

— для возможности сравнения продуктивность разных культур выражается в сопоставимых показателях, в качестве которых используются зерновые единицы. Перевод продуктов урожая основных культур в зерновые единицы производится посредством коэффициентов.

Коэффициенты перевода продуктов урожая в зерновые единицы (их значения приведены в табл. 59) установлены с учетом ценности продукта. Для большинства культур коэффициенты взяты по кормовым единицам; для бобовых и некоторых других — по кормовым единицам и протеину; для некоторых продовольственных (гречиха) и технических (хлопчатник, подсолнечник) — по стоимости (валовому продукту), отображающей их потребительскую ценность.

Возможность сравнительной оценки продуктивности культур с помощью цены баллов по $Б_к$ устанавливается разработкой массовых данных об урожайности при сопоставимом уровне интенсивности земледелия.

Для вычислений цены баллов по $Б_к$ необходимо знать средние значения этого климатического индекса и урожайности сельскохозяйственных культур. Такие значения для некоторых культур по зонам и провинциям приведены в табл. 60 и 61. Анализ данных таблиц показал, что при значительных колебаниях урожайности по зонам и провинциям значения цены баллов, особенно при сопоставимых уровнях интенсивности земледелия, остаются стабильными. Из этого следует, что цена балла является не только показателем степени использования биоклиматического потенциала, но и надежным показателем сопоставимой оценки продуктивности культур при сравнимом уровне почвенного плодородия.

Сравнительную оценку продуктивности культур удобно производить по относительным единицам — баллам продуктивности. Для этого используется та же естественная шкала, что и для оценки общей биологической продуктивности (см. ниже табл. 66).

Таблица 59

Коэффициенты перевода продуктов урожая в эквивалентные показатели (зерновые единицы)

Продукт урожая	Кормовые единицы	Протеин, г/кг	Коэффициент перевода	
			по кормовым единицам	по протеину
Зерновые и зернобобовые				
пшеница	1,20	117	1,2	1,2
рожь	1,18	102	1,2	1,0
овес	1,0	85	1,0	0,85
ячмень	1,21	81	1,2	0,81
просо	0,96	84	1,0	0,84
гречиха	0,86	84	0,86	0,84
кукуруза	1,34	78	1,34	0,78
соя	1,38	290	1,38	2,9
горох	1,17	195	1,2	1,95
Солома				
яровых зерновых	0,30	10	0,30	0,10
озимых зерновых	0,22	8	0,22	0,08
бобовых	0,30	22	0,30	0,22
Корнеклубнеплоды				
сахарная свекла				
корни	0,26	12	0,26	0,12
ботва	0,30	16	0,30	0,16
картофель				
клубни	0,30	16	0,30	0,16
Травы				
клевер (сено)	0,52	79	0,52	0,79
люцерна	0,49	116	0,49	1,16
травы однолетние	0,50	52	0,50	0,52

Анализ данных таблиц показывал следующее. Среди зерновых культур наибольшей продуктивностью отличается кукуруза, которая в 1,5—2,0 раза превосходит продуктивность яровых зерновых культур. Зерновые колосовые относятся преимущественно к культурам средней продуктивности и среди них наибольшей продуктивностью отличается озимая пшеница. Высокой продуктивностью отличаются также сахарная свекла и картофель, которые по зерновым единицам в ареале их возделывания превосходят продуктивность зерновых колосовых в 2—3 раза.

По данным автора [97], продуктивность многолетних трав находится примерно на уровне зерновых колосовых, однолетних трав — на более низком уровне. Однако значение трав, особенно бобовых, не только в продуктивности. Их возделывание способствует улучшению агропроизводственных свойств почв и увеличению продуктивности других культур в севообороте.

Бобовые культуры при пониженной и средней биологической продуктивности по кормовым единицам отличаются высокой и

Таблица 60

Продуктивность (т/га и зерновые единицы) сельскохозяйственных культур (по данным госсортоучастков, 1975—1979 гг.)

Агроклиматическая провинция	$Б_к$	Озимая пшеница		Озимая рожь		Ячмень		Яровая пшеница		Овес		Кукуруза на зерно		Сахарная свекла		Картофель	
		т га	з. ед.	т/га	з. ед.	т/га	з. ед.	т/га	з. ед.	т/га	з. ед.	т/га	з. ед.	т/га	з. ед.	т/га	з. ед.
IV. Южнотаежно-лесная зона																	
IV-1	105	3,90	4,68	3,46	4,15	3,15	3,78	3,52	3,87	3,11	3,11	—	—	36,7	9,5	22,8	6,8
IV-2	132	3,77	4,52	3,19	3,83	2,84	3,41	3,67	3,98	2,91	2,91	—	—	39,5	10,3	25,2	7,6
IV-3	105	3,41	4,09	2,82	3,38	3,12	3,74	3,30	3,63	2,88	2,88	—	—	25,1	6,5	19,8	5,9
IV-4	88			2,34	2,81	2,17	2,60	2,45	2,69	2,65	2,65	—	—	—	—	24,3	7,3
IV-5	76	—	—	1,66	1,99	2,14	2,57	2,07	2,28	2,00	2,00	—	—	—	—	20,0	6,0
IV-6		—	—	—	—	1,84	2,21	2,32	2,65	2,10	2,10	—	—	—	—	19,2	5,8
IV-7	127	—	—	—	—	2,32	2,78	2,93	3,22	2,65	2,65	—	—	—	—	23,0	6,9
V. Лесостепная зона																	
V-1	137	4,10	4,92	3,28	3,94	2,68	3,46	3,58	3,94	3,13	3,13	5,62	6,74	43,6	11,3	20,0	6,0
V-2	125	3,27	3,92	2,69	3,23	2,80	3,36	3,11	3,42	2,75	2,75	4,86	5,83	29,4	7,6	19,5	5,8
V-3	110	2,75	3,30	2,77	3,32	2,83	3,40	3,23	3,55	—	—	2,22	2,66	26,2	6,8	18,6	5,6
V-4	100	1,75	2,10	2,29	2,75	2,55	3,06	2,99	3,29	2,87	2,87	—	—	—	—	22,4	6,7
V-5	98	1,77	2,12	2,29	2,75	2,03	2,44	2,29	2,52	2,46	2,46	—	—	23,6	6,1	22,2	6,7
V-6	80	2,82	3,38	2,15	2,58	2,30	2,76	2,22	2,66	2,00	2,00	—	—	—	—	20,0	6,0
VI. Степная зона																	
VI-1	124	4,14	4,97	3,35	4,02	2,55	3,06	—	—	2,80	2,80	4,66	5,59	40,7	10,6	14,0	4,2
VI-2	149	3,42	4,22	2,27	2,72	2,42	3,02	2,95	4,24	2,30	2,30	4,65	5,56	39,6	10,3	—	—
VI-3	117	3,49	4,19	2,74	3,29	2,08	2,50	2,66	2,93	2,60	2,60	4,26	5,11	39,8	8,8	14,4	4,3
VI-4	92	1,83	2,20	1,71	2,05	1,63	1,96	1,79	1,97	1,80	1,80	1,83	—	9,2	2,4	11,9	3,6
VI-5	89	1,67	2,00	1,90	2,28	1,70	2,04	1,83	1,98	1,83	1,83	—	—	—	—	16,6	5,0
VI-6	78	2,25	2,70	2,11	2,53	2,00	2,40	2,05	2,26	2,12	2,12		—	22,0	5,7	19,9	6,0
VI-7	67	2,46	2,95	2,11	2,53	1,86	2,23	1,62	1,78	1,62	1,62	—	—	—	—	14,8	4,4
VII. Сухостепная зона																	
VII-1	110	3,94	4,73	3,19	2,83	3,15	3,78	2,77	3,05	2,73	2,73	4,59	5,51	35,1	9,1	14,4	4,3
VII-2	97	2,94	3,53	1,95	2,34	1,62	1,94	2,31	2,77	1,78	1,78	3,75	4,50	32,0	8,3	13,8	4,2
VII-3	75	1,5	1,91	1,54	1,85	1,27	1,52	1,55	1,70	1,49	1,49	2,76	3,31	31,0	8,0	8,8	2,6
VII-4	65	1,32	1,58	1,12	1,34	1,25	1,50	1,38	1,52	1,24	1,21	—	—	16,9	4,4	11,5	3,4

Таблица 61

Сравнительная оценка продуктивности культур (по данным госсортоучастков, 1975—1979 гг.)

Агроклиматическая провинция	Озимая пшеница		Озимая рожь		Яровая пшеница		Ячмень		Овес		Кукуруза		Сахарная свекла		Картофель	
	$Ц_б$	УБП	$Ц_б$	УБП	$Ц_б$	УБП	$Ц_б$	УБП	$Ц_б$	УБП	$Ц_б$	УБП	$Ц_б$	УБП	$Ц_б$	УБП
IV. Южнотаежно-лесная зона																
IV-1	0,044	II_3	0,039	II_3	0,037	II_2	0,036	II_2	0,030	II_1	—	—	0,090	III_3	0,084	III_3
IV-2	0,034	II_2	0,029	II_1	0,030	II_1	0,026	II_1	0,022	I_3	—	—	0,078	III_3	0,058	III_2
IV-3	0,039	II_3	0,032	II_2	0,034	II_2	0,036	II_2	0,027	II_1	—	—	0,042	III_3	0,056	III_2
IV-4	—	—	0,032	II_2	0,031	II_2	0,029	II_1	0,030	II_1	—	—	—	—	0,082	III_3
IV-5	—	—	0,026	II_1	0,030	II_1	0,034	II_2	0,026	II_1	—	—	—	—	0,079	III_3
IV-7	—	—	—		0,025	II_1	0,022	I_3	0,021	II_1	—	—	—	—	0,054	III_3
Среднее	0,039	II_3	0,032	II_2	0,031	II_2	0,031	II_1	0,026	II_1	—	—	0,077	III_3	0,065	III_3
V. Лесостепная зона																
V-1	0,036	II_2	0,029	II_1	0,029	II_1	0,025	II_1	0,023	I_3	0,049	III_1	0,082	III_3	0,044	II_3
V-2	0,029	II_1	0,026	II_1	0,027	II_1	0,027	II_1	0,022	I_3	0,047	III_1	0,061	III_2	0,046	II_3
V-3	0,030	II_1	0,030	II_1	0,032	II_2	0,031	II_2	—	—	—	—	0,062	III_3	0,051	III_1
V-4	0,021	I_3	0,027	II_1	0,033	II_1	0,031	II_2	0,029	II_1	—	—	—	—	0,067	III_3
V-5	0,022	I_3	0,028	II_1	0,026	II_1	0,025	II_1	0,025	II_1	—	—	0,062	III_3	0,068	III_3
V-6	0,042	II_3	0,032	II_2	0,033	II_2	0,034	II_2	0,025	II_1	—	—	—	—	—	—
Среднее	0,030	II_1	0,029	II_1	0,030	II_1	0,029	II_1	0,025	II_1	0,048	III_1	0,067	III_3	0,055	III_2

VI. Степная зона

VI-1	0,040	II_3	0,032	II_2	—	—	0,025	II_2	0,023	I_3	0,045	II_3	0,085	III_3	0,034	II_2
VI-2	0,028	II_1	0,018	I_3	0,022	I_3	0,020	I_3	0,015	I_2	0,037	II_2	0,069	III_3	—	—
VI-3	0,036	II_2	0,028	II_1	0,025	II_1	0,021	I_3	0,022	I_3	0,044	II_3	0,075	III_3	0,037	II_2
VI-4	0,024	II_1	0,022	I_3	0,021	I_3	0,021	I_3	0,019	I_3	—		—		0,039	II_3
VI-5	0,022	I_3	0,026	II_1	0,022	I_3	0,023	I_3	0,021	I_3	—				0,056	III_2
VI-6	0,035	II_2	0,032	II_2	0,029	II_1	0,031	II_2	0,027	II_1	—		0,079	III_3	0,077	III_3
VI-7	0,044	II_3	0,038	II_2	0,026	II_1	0,033	II_2	0,024	II_1	—		—		0,065	III_3
Среднее	0,030	II_1	0,028	II_1	0,024	II_1	0,025	II_1	0,022	I_3	0,042	II_3	0,075	III_3	0,051	III_1

VII. Сухостепная зона

VII-1	0,043	II_3	0,035	II_2	0,027	II_1	0,034	II_2	0,025	II_1	0,050	III_1	0,083	III_3	0,039	II_3
VII-2	0,036	II_2	0,024	II_1	0,028	II_1	0,020	I_3	0,018	I_2	0,046	II_3	0,080	III_3	0,043	II_3
VII-3	0,025	II_1	0,025	II_1	0,023	I_3	0,020	I_3	0,020	I_3	0,044		—		0,035	II_2
VII-4	0,024	II_1	0,021	I_3	0,023	I_3	0,029	I_3	0,019	I_3	—	II_3	0,067	III_3	0,043	II_1
Среднее	0,032	II_2	0,026	II_1	0,025	II_1	0,024	II_1	0,020	I_3	0,047	III_1	0,077	III_3	0,042	II_3
Среднее по зонам	0,032	II_2	0,029	II_1	0,027	II_1	0,027	II_1	0,023	I_3	0,046	II_3	0,074	III_3	0,053	III_1

Примечание. $Ц_б$ — цена балла по $Б_к$; УБП — уровень биологической продуктивности.

повышенной продуктивностью по белку. Высокая и повышенная общая биологическая продуктивность по белку характерна также для культур высокой продуктивности по зерновым единицам (кукуруза, свекла, картофель).

Ранее отмечалось, что сравнительная оценка продуктивности культур строится на предпосылке об устойчивости соотношений продуктивности разных культур. Однако предпосылка отражает лишь среднюю продуктивность сложившихся экологических типов (сортов) сельскохозяйственных культур. Выведение новых сортов, особенно интенсивных типов, скажется на изменении соотношений продуктивности. Продуктивность и соотношение продуктивности разных культур определяется также реакцией растений на конкретные экологические условия, а также уровнем интенсивности земледелия. Эти факторы существенно различаются по природно-сельскохозяйственным подразделениям территории — зонам, провинциям.

Разработкой материалов устанавливаются следующие характерные особенности распределения продуктивности культур.

Уровень продуктивности по природно-сельскохозяйственным зонам снижается с запада на восток по мере уменьшения теплообеспеченности и значений биоклиматического потенциала.

Вследствие систематического влияния на растения конкретных местных условий культуры могут меняться местами по их продуктивности. Озимая пшеница в восточных провинциях с неблагоприятными условиями перезимовки уступает по продуктивности озимой ржи и другим зерновым культурам; овес в западносибирских провинциях превосходит по продуктивности ячмень; картофель в южных засушливых провинциях, повышенно обеспеченных теплом, значительно уступает по продуктивности сахарной свекле. Таким образом, в размещении культур и повышении этим степени использования биоклиматического потенциала исключительно большое значение приобретает учет конкретных местных условий.

5.2.7. Региональная оценка продуктивности культур по логодным условиям

Выше рассмотрена методика межрегиональной оценки общей биологической продуктивности земель и продуктивности экологических типов сельскохозяйственных культур на основе относительных показателей биоклиматического потенциала. Большое практическое значение имеет также региональная межгодовая оценка продуктивности культур по погодным условиям.

Межрегиональная оценка продуктивности культур строится на положении, по которому на средние показатели биологической продуктивности влияет комплекс факторов как вегетационного, так и вневегетационного периодов, с которыми связано почвенное плодородие.

Региональной оценкой учитываются факторы довегетационного периода, главным образом влагозапасы в почве и состояние культур после перезимовки, а также факторы вегетационного периода (режимы температуры, влаги и др.). Региональная оценка продуктивности культур по погодным условиям вегетационного периода конкретного года строится на тех же научных предпосылках, что и межрегиональная оценка, т. е. на учете влияния на продуктивность главных факторов роста — тепла и влаги.

Одна из форм учета влияния этих факторов на продуктивность культур выражается условием

$$K_{p(c)} = K_{p(v)} K_{p(t)},$$

где $K_{p(c)}$ — совокупный коэффициент роста; $K_{p(v)}$ — коэффициент роста по содержанию продуктивной влаги в среднем за период активного роста в корнеобитаемом слое почвы (0—100 см); $K_{p(t)}$ — коэффициент роста по температуре воздуха за тот же период.

Коэффициент $K_{p(v)}$ определяется по почвенно-гидрологическому индексу v, представляющему отношение запасов почвенной влаги к оптимальному их значению

$$v = \frac{W - ВЗ}{НВ - ВЗ},$$

где W — запасы влаги в почве (мм); ВЗ — влажность устойчивого завядания (мм); НВ — наименьшая влагоемкость (мм).

Аналитически коэффициент роста $K_{p(v)}$ выражается формулами:

$$K_{p(v)} = \lg(0{,}11v) \text{ или } K_{p(v)} = 1 - (v - 1)^2.$$

Изменение коэффициента роста по влагообеспеченности ($K_{p(ку)}$) и по почвенно-гидрологическому индексу ($K_{p(v)}$) характеризуется логарифмической кривой. Это позволяет построить сопряженную шкалу оценки влагообеспеченности по коэффициенту годового атмосферного увлажнения и почвенно-гидрологическому индексу. Такая шкала приведена в табл. 62. Оценка влагообеспеченности по почвенно-гидрологическому индексу более надежна для региональной межгодовой оценки продуктивности культур по погодным условиям. Шкала оценки влагообеспеченности по этому индексу может быть использована и для межрегиональной оценки условий роста в ее применении к зональным типам почв.

Зная, что продуктивность фотосинтеза увеличивается пропорционально температуре, коэффициент роста $K_{p(t)}$, можно определить по соотношению средней температуры за период активного роста к средней многолетней температуре за тот же период.

$$K_{p(t)} = \frac{T}{T_{ср}}.$$

Таблица 62

Сопряженная шкала оценки влагообеспеченности по коэффициенту годового атмосферного увлажнения и относительной влажности почвы в метровом слое

Зона увлажнения	Коэффициент атмосферного увлажнения $КУ$		Относительная влажность почвы v, %	Потенциал почвенной влаги, МПа	$K_р$	Оценка по влагообеспеченности по $K_р$
	$P/\Sigma d$	P/f				
Избыточно влажная лесная	$>0,60$	$>1,33$	>100	0,03	1,0	Избыточно влажно
Влажная лесная	0,60—0,45	1,33—1,00	100—80	0,03—0,2	1,0—0,96	Влажно (оптимальная влагообеспеченность)
Полувлажная лесостепная	0,45—0,35	1,00—0,77	80—65	0,2—0,3	0,96—0,86	Полувлажно
Полузасушливая степная	0,35—0,25	0,77—0,55	65—50	0,3—0,5	0,85—0,70	Полузасушливо (пониженная влагообеспеченность)
Засушливая степная	0,25—0,20	0,55—0,44	50—35	0,5—0,8	0,70—0,57	Засушливо (низкая влагообеспеченность)
Очень засушливая степная	0,20—0,15	0,44—0,33	35—20	0,8—1,2	0,57—0,40	Очень засушливо (очень низкая влагообеспеченность)
Полупустыня и пустыня	$<0,15$	$<0,33$	<20	$>1,2$	$<0,40$	Полусухо и сухо (незначительная влагообеспеченность)

Примечание. P — годовое количество осадков; Σd — сумма средних суточных значений дефицита влажности воздуха; f — испаряемость.

В. Д. Скалабан [77] коэффициент роста $K_{p(t)}$ относительно зерновых колосовых и близких к ним по потребности в тепле других культур определяет по обобщенной формуле

$$K_{p(t)} = 2\left(\frac{T}{T_{опт}}\right)^2\left(1{,}5 - \frac{T}{T_{опт}}\right),$$

где T — средняя температура периода активной вегетации данного года; $T_{опт}$ — оптимальная температура роста.

Подробнее обоснование способа изложено в работах [77, 100].

Рассчитанный указанным способом совокупный коэффициент роста $K_{p(c)}$ используется для качественной оценки условий роста сельскохозяйственных культур в данном году. Коэффициент, выраженный в процентах от среднего многолетнего значения, показывает, во сколько раз погодные условия данного вегетационного периода были лучше или хуже по сравнению со средними многолетними условиями.

Оценка условий роста текущего года по погодным условиям может быть дана и другими способами. В частности такая оценка возможна по коэффициенту расхода влаги α в эмпирической формуле

$$E = \alpha(\sum d).$$

В приведенной формуле за фактическое испарение E принимается расход влаги из корнеобитаемого слоя почвы по методу водного баланса. Коэффициент испарения α представляет собой отношение расхода влаги к сумме средних суточных значений дефицита влажности воздуха (Σd). Применение способа обосновывается тем, что коэффициент расхода влаги α может быть принят за коэффициент роста. Это следует из биологической значимости коэффициента годового атмосферного увлажнения $КУ$ и соответствия его значений значениям коэффициента α. Данное соответствие может быть выражено равенством

$$КУ = \frac{P}{\sum d_{год}} = \frac{E}{\sum d} = \alpha,$$

где P — годовое количество осадков, мм; $\Sigma d_{год}$ — сумма средних суточных значений дефицита влажности воздуха; E — средний многолетний расход влаги (мм) за вегетационный период культуры; Σd — сумма средних суточных значений дефицита влажности воздуха за этот период.

На основании приведенного равенства погодные условия конкретного года можно приблизительно оценивать по соотношению коэффициента расхода влаги α и совокупного коэффициента роста $K_{p(c)}$, выраженных в процентах.

Ю. И. Чирковым [90] был сделан обзор некоторых способов оценки условий роста по погодным условиям, применяемых Госкомгидрометом для составления прогнозов состояния сельскохозяйственных культур. В их основе также лежит учет влияния факторов тепла и влаги конкретного года на развитие и рост растений.

В заключение необходимо подчеркнуть, что при оценке продуктивности культур по погодным условиям следует в большей мере учитывать значение теплового фактора за вегетационный период.

5.3. Сравнительная совокупная оценка земель по биологической продуктивности и эффективности затрат

Ценность земли определяется не только природными факторами биологической продуктивности, но и эффективностью затрат на производство сельскохозяйственной продукции, зависящих от природных условий.

Для сравнительной межрегиональной оценки затрат используются такие показатели, как коэффициент эффективности затрат ($К_з$) и коэффициент доходности ($К_д$)

$$К_з = \frac{Сб}{Сб\,(э)},\quad К_д = \frac{Д}{Д(э)},$$

где $Сб_{(э)}$ — себестоимость единицы продукта в месте, принятом за эталон; Сб — себестоимость в данном месте; Д — доходность на единицу продукта (разность стоимости продукта по кадастровым ценам и себестоимости); $Д_{(э)}$ — доходность в месте, принятом за эталон.

Себестоимость, а следовательно, и доходность на единицу продукта, так же как и продуктивность культур, изменяются по территории в зависимости от природно-хозяйственных условий. Это иллюстрируется графиками связи себестоимости с урожайностью зерновых (рис. 29). Из рисунка видно, что по зонам увлажнения себестоимость закономерно снижается по мере увеличения урожайности. С определенного ее уровня, примерно 1,8 т/га, себестоимость стабилизируется. Соотношения же между зональными значениями себестоимости, относящимися к определенным значениям урожайности, остаются устойчивыми, несмотря на существенные различия себестоимости в разные периоды. От влажной зоны к засушливой себестоимость снижается примерно вдвое и во столько же раз увеличивается коэффициент эффективности затрат $К_з$; коэффициент доходности снижается в 1,5 раза. Учитывая это, для оценки земель по эффективности затрат приняты следующие примерные зональные нормы $К_з$ и $К_д$ (табл. 63).

Промежуточные значения $К_з$ и $К_д$ от влажной к засушливой зоне определены пропорционально зональным значениям коэффициента годового атмосферного увлажнения ($КУ$). При расчетах коэффициентов эффективности затрат за эталон принята себестоимость и доходность на единицу продукта во влажных провинциях южнотаежно-лесной зоны с относительно худшими технологическими условиями.

Практически важна сравнительная оценка земель не только по показателям биологической продуктивности и эффективности

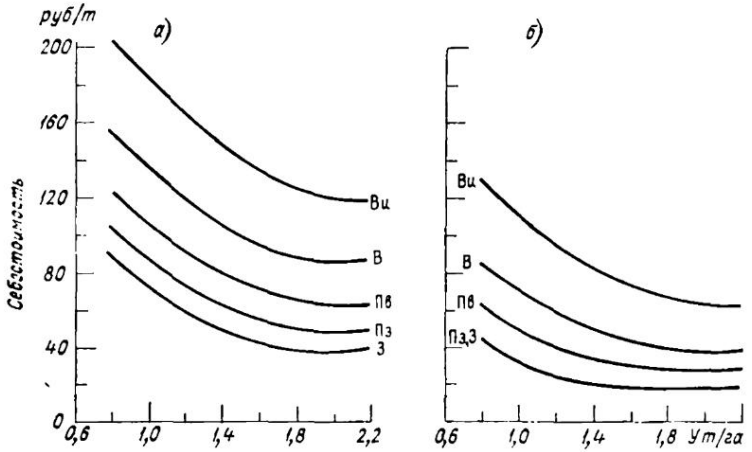


Рис. 29. Связь себестоимости с урожайностью зерновых культур по зонам увлажнения.

Зоны увлажнения: Ви — избыточно влажная, В — влажная, Пв — полувлажная, З — засушливая, Пз — полузасушливая.

затрат, но и совокупная, или экономическая, оценка. При одинаковой продуктивности более ценной будет земля с более высокой эффективностью затрат, т. е. с более низкой себестоимостью и большей доходностью на единицу продукта. При разной продуктивности ценность земли будет определяться сочетанием продуктивности и эффективности затрат. Совокупную оценку земель в баллах выражает произведение коэффициента доходности на климатический индекс биологической продуктивности ($Б_к$)

$$Б_{со} = K_д Б_к,$$

где $Б_{со}$ — балл совокупной оценки земель.

Таблица 63

Зональные нормы коэффициента эффективности затрат $K_з$ и коэффициента доходности $K_д$ для зерновых культур

Зона увлажнения	$КУ = \frac{P}{\Sigma d}$	Сб руб/т	Д руб/т	$K_з$	$K_д$
Избыточно влажная лесная	0,60	120	80	0,83	0,80
Влажная лесная	0,50	100	100	1,00	1,00
	0,45	92	108	1,09	1,08
Полувлажная лесостепная	0,40	83	117	1,20	1,17
	0,35	75	125	1,33	1,25
Полузасушливая степная	0,30	67	133	1,50	1,33
	0,25	58	142	1,70	1,42
Засушливая степная	0,20	50	150	2,00	1,50

Примечание. Доходность (Д) исчислена по кадастровой цене 200 руб/т.

Применение приведенной формулы для совокупной оценки земель в виде произведения частных показателей оценки обосновывается тем, что коэффициент $K_д$ отражает эффективность затрат на единицу продукта, а индекс продуктивности $Б_к$ — количество единиц урожая при сопоставимых уровнях ведения сельского хозяйства. В связи с этим совокупная оценка земель по доходности отвечает по существу понятию экономической оценки земель. Отметим, что аналогичное понятие экономической единицы земли дано М. Л. Бронштейн [10]. По этому автору, наиболее интегрированным, т. е. совокупным показателем эффективности использования разнокачественных земель, в котором отражаются как различия в суммарном выходе продукта с единицы площади (валовая продукция), так и различия и издержках на получение продукта, является чистый доход. По Бронштейн, в качестве критерия экономической оценки земель можно использовать только нормативный чистый доход, элиминированный от влияния колебаний субъективного характера, связанных с разным уровнем хозяйствования.

Для совокупной оценки земель в баллах академиком ВАСХНИЛ Н. П. Александровым [2] предложена формула

$$С = \frac{И_у \cdot 100}{И_с},$$

где С — совокупный балл; $И_у$ — индекс урожайности конкретного хозяйства, района, зоны по отношению к ее среднему значению (эталону); $И_с$ — индекс себестоимости, исчисленный также.

В формуле, предлагаемой автором, индексу $И_у$ соответствует климатический индекс биологической продуктивности $Б_к$, а индексу $И_с$ — коэффициент экономии затрат по доходной $K_д$.

Приведенные формулы успешно применены в разработках зональных систем ведения сельского хозяйства [75]. В формуле автора коэффициент эффективности затрат берется по доходу, а в формуле Александрова по себестоимости единицы продукта. Баллы совокупной оценки земель, вычисленные по формуле автора, можно рассматривать как относительные значения чистого дохода. К ним можно перейти от значений, рассчитанных по формуле Александрова, через соответствующие коэффициенты пропорциональности.

В нашей стране повсеместно проведена оценка земель в связи с введением Государственного земельного кадастра. В разработках кадастра применялась общая оценка земель и оценка земель по эффективности возделывания отдельных культур, или частная оценка.

Основные показатели общей оценки: стоимость валового продукта в единых кадастровых ценах (руб/га); окупаемость затрат (стоимость продукции на рубль затрат); дифференциальный доход — дополнительная часть чистого дохода на землях лучшего качества (руб/га).

Основные показатели частной оценки: урожайность (т/га); окупаемость затрат; дифференциальный доход.

Указанные показатели исчисляются по формулам:

$$Вп = Цк У, \text{ отсюда } У = Вп/Цк;$$

$$Оз = \frac{Вп}{З} = \frac{У\,Цк}{У\,Сб} = \frac{Цк}{Сб}, \text{ отсюда } Сб = Цк/Оз;$$

$$Дд = Вп - З - Дчн = (У\,Цк) - (У\,Сб) - (У\,\alpha_1 Сб) =$$
$$= У(Цк - Сб - \alpha_1 Сб);$$
$$Дч = Вп - З = У(Цк - Сб),$$

где Вп — валовый продукт; Цк — кадастровая цена; Оз — окупаемость затрат; З — затраты прошлого овеществленного и живого труда в денежном выражении; Сб — себестоимость единицы продукта; Дд — дифференциальный доход; Дчн — необходимый прибавочный продукт (нормальный чистый доход); α_1 — коэффициент, выражающий нормальный чистый доход в процентах от себестоимости; Дч — чистый доход.

О значениях коэффициента α_1 можно судить по разработкам земельного кадастра. В них, согласно указаниям о порядке проведения оценки земель [84], необходимый прибавочный продукт принят равным 0,15 стоимости основных ($Ф_{ос}$) и оборотных ($Ф_{об}$) совокупных производственных фондов ($Дчн = 0{,}15(Ф_{ос} + Ф_{об})$. Значения этого продукта, отнесенные к единице урожая, составляют в среднем около 40 % себестоимости.

Учитывая взаимосвязь основных показателей оценки земель, можно по ним определить ряд производных показателей:

$$Б = \frac{Вп \cdot 100}{Вп\,(э)} = \frac{У\,Цк \cdot 100}{У\,(э)\,Цк} = \frac{У \cdot 100}{У\,(э)};$$

$$K_з = \frac{Оз}{Оз\,(э)} = \frac{Цк\,Сб\,(э)}{Сб\,Цк} = \frac{Сб\,(э)}{Сб}, \text{ отсюда } Сб = \frac{Сб\,(э)}{K_з};$$

$$Дч' = Цк - Сб \text{ или } Дч' = (Оз - 1)\,Сб;$$

$$Дд' = Цк - Сб - \alpha_1 Сб;$$

$$Дчбр' = Цк - Дд' = Цк - (Цк - Сб - \alpha_1 Сб) = Сб + \alpha_1 Сб;$$

$$Б_{со} = \frac{У\,Дч' \cdot 100}{У\,(э)\;Дч'\,(э)},$$

где Б — балл биологической продуктивности; Дч' — чистый доход на единицу продукта; Дд' — дифференциальный доход на единицу продукта; Дч бр — доход безрентный на единицу продукта; Вп (э), У (э), Оз (э), Сб (э), Дч' (э) — эталоны.

В последней формуле $(У \cdot 100)/У\,(э) = Б_к$, а $Дч'/Дч'\,(э)$ — коэф-

фициент эффективности затрат по доходности на единицу продукта ($К_д$). Отсюда $Б_{со} = К_д \cdot Б_к$.

Показатели оценки земель по действующей методике исчисляются по фактическим данным производства. По таким данным дана сравнительная оценка плодородия почв в баллах. За исходный уровень отсчета баллов приняты показатели лучшей в области (крае, республике) оценочной группы почв. Массовость использованных данных для определения показателей оценки плодородия почв (не менее 30 хозяйств в земельно-оценочном районе) обеспечивает их сопоставимость в пределах данной административной области, что позволяет эти показатели принять за бонитировочные. Исчисленные показатели оценки можно считать сопоставимыми также в межрегиональном разрезе при сходных уровнях экономического почвенного плодородия и эффективности затрат. Однако административные области различаются условиями ведения сельского хозяйства. В связи с этим необходимо от показателей оценки по фактическим данным перейти к сопоставимым показателям межрегиональной оценки, что может быть произведено по формуле совместного учета факторов роста (см. п. 5.2). Для применения формулы по областной шкале оценки земель устанавливаются баллы зонального типа почв. После этого по формуле определяются баллы для других почв и их групп.

Согласно формулам, балл совокупной оценки земель ($Б_{со}$) сочетает в себе продуктивность растений и эффективность затрат и выражает чистый доход в относительных единицах. Для выражения дохода в абсолютных единицах — деньгах — относительные единицы переводятся в абсолютные: $Б_к$ по цене балла переводится в урожайность, а коэффициент доходности $\left(К_д = \frac{Д}{Д(э)}\right)$ в доходность на единицу продукта ($Д = Д(э) К_д$).

Чистый доход на гектар по баллу совокупной оценки можно выразить при данном уровне интенсивности земледелия через соответствующий коэффициент пропорциональности α_2 — цену балла совокупной оценки

$$Дч = \alpha_2 Б_{со};\ \alpha_2 = \frac{Дч}{Б_{со}}.$$

Поясним это на примере провинции VI-2. Исходные данные:

$$Б_к = 149;\ У(с) = 2{,}38 \text{ т/га}^1;\ У(э) = 1{,}6 \text{ т/га};$$

$$Цб(э) = 0{,}016 \text{ т/га};$$

$$Сб = 75 \text{ руб/т};\ Сб(э) = 100 \text{ руб/т};$$

$$Цк = 200 \text{ руб/т};\ Дч' = 200 - 75 = 125 \text{ руб/т};$$

$$Дч'(э) = 200 - 100 = 100 \text{ руб/т};$$

$$К_э = \frac{100}{75} = 1{,}33;\quad К_д = \frac{125}{100} = 1{,}25.$$

[1] $У(с)$ — урожайность сопоставимая, равная $Цб(э) Б_к$; $У(э)$ — урожайность-эталон (средняя по стране, республике, данному региону).

По приведенным данным расчет балла совокупной оценки покажем в развернутом виде.

$$Б_{со} = K_д Б_к = \frac{Дч'}{Дч'(э)} Б_к = \frac{125}{100} 149 = 186;$$

$$Дч = Дч' У(с) = 125 \cdot 2{,}38 = 297 \text{ руб/га};$$

$$Дч = Дч'(э) K_д Цб(э) Б_к = 100 \cdot 1{,}25 \cdot 0{,}016 \cdot 149 = 297 \text{ руб/га};$$

$$Дч = \alpha_2 Б_{со} = Д(э) Цб(э) K_д Б_к = 100 \cdot 0{,}016 \cdot 1{,}25 \cdot 149 = 297 \text{ руб/га}.$$

В последнем выражении произведение $(K_д \cdot Б_к)$ или $(1{,}25 \cdot 149)$ представляет $Б_{со}$, а произведение $Дч'(э) \cdot Цб(э)$ или $(100 \cdot 0{,}016)$ — коэффициент пропорциональности $\alpha_2 = 1{,}60$; $Дч = 1{,}60 \cdot 186 = 297$ руб/га.

Коэффициент α_2 сочетает в себе цену балла по $Б_к$ при определенном уровне интенсивности земледелия (Цб) и доходность на единицу продукта [Дч'(э)]. При других уровнях интенсивности земледелия коэффициент α_2 можно брать по изменившейся цене балла по $Б_к$, неучитывая поправку на доходность, так как с известного уровня себестоимость, а следовательно, и доходность на единицу продукта стабилизируются (см. рис. 29). В связи с этим чистый доход для разных уровней интенсивности земледелия определяется по формуле $Б_{со}$ с применением коэффициента α_2, рассчитанного только с учетом изменившейся цены балла по $Б_к$.

С баллом совокупной оценки ($Б_{со}$) корреляционно связан также дифференциальный доход (Дд), представляющий собой часть чистого дохода (Дч). Значения безрентного дохода (Дч бр'), слагаемые из нормальной для данного места себестоимости единицы продукта и нормального чистого дохода на единицу продукта, могут быть приняты за основу закупочной цены.

Следует отметить изменчивость коэффициента эффективности затрат ($K_з$ и $K_д$) под влиянием местных природно-экономических условий (склоны, размеры полей, механический состав почв, разная интенсивность земледелия и др.). В связи с этим в формулы для $Б_{со}$ могут вноситься поправки на местные факторы. В условиях, резко отличающихся от зональных, допустимо $Б_{со}$ определять по коэффициенту эффективности затрат, исчисленному по средним фактическим значениям себестоимости в данном месте.

На основании изложенного можно заключить, что к числу основных показателей оценки следует отнести чистый доход, рассчитанный по единым кадастровым ценам, отражающим общественно-необходимые затраты труда на производство единицы продукта, и что значения биоклиматического потенциала проявляются не только в продуктивности растений, но и в экономической эффективности затрат на производство продукции.

Применение приведенных положений о сравнительной оценке земель и оценке использования ее биоклиматического потенциала

иллюстрируется на материалах, относящихся к природно-сельскохозяйственным зонам, провинциям и административным областям (см. ниже табл. 64, 65).

5.4. Сравнительная межрегиональная оценка использования биоклиматического потенциала

В сельскохозяйственном производстве, как отмечалось, большое практическое значение имеет сравнительная оценка земель по природным факторам биологической продуктивности и по хозяйственному ее использованию. Показатели оценки земель по природным факторам применяются для учета производительных сил земли, ее биоклиматического потенциала; показатели оценки по хозяйственному использованию земель необходимы при разработках мероприятий по стимулированию развития сельского хозяйства в отстающих административных подразделениях территории, выравниванию экономических условий хозяйствования, совершенствованию управления сельскохозяйственным производством, при подведении итогов соцсоревнования и др.

Производительная сила земли характеризуется относительными значениями биоклиматического потенциала, выраженными в баллах ($Б_к$). Количественной мерой использования биоклиматического потенциала служит цена балла по $Б_к$ (см. табл. 57). Применение этих положений иллюстрируется на материалах, относящихся к природно-сельскохозяйственным зонам и провинциям и отдельным административным областям. Средние значения показателей оценки определены по соответствующим материалам для административных областей, относящихся к провинциям.

Показатели системы хозяйственного использования земли по укрупненным данным для зон и провинций содержатся в табл. 64. В ней приведены:

— основные агроклиматические показатели биологической продуктивности ($\Sigma t_{ак}$ °С, $КУ$, $Б_к$);

— урожайность по провинциям в хозяйствах и на госсортоучастках в среднем за 1976—1980 гг.;

— цена баллов продуктивности зерновых по $Б_к$ и индексы уровней продуктивности по шкале табл. 57;

— расчетные значения баллов совокупной оценки земель по коэффициенту экономии затрат и балловой оценке биологической продуктивности (по формуле $Б_{со} = К_д Б_к$).

Согласно данным таблицы, производительная сила земли при неполивном земледелии в ареале возделывания зерновых культур (провинции IV — 1, VII — 4) оценивается баллами по $Б_к$ от 65 до 149 — превышение в 2,3 раза. Средняя урожайность колеблется в хозяйствах от 0,75 до 2,67 т/га и на госсортоучастках от 1,25 до 3,87 т/га — превышение более чем в 3 раза. Большее превышение урожайности, чем баллов продуктивности по $Б_к$, связано с различными уровнями эффективного почвенного плодородия.

Сравнительная оценка использования зерновыми культурами земель по биоклиматическому потенциалу

Агроклиматическая провинция	Агроклиматический показатель			Урожайность в среднем за 1976—1980 гг.				Цена балла в зерновых единицах (т) и индекс уровня биологической продуктивности		Совокупная оценка земель	
	$Б_к$	$\Sigma t_{ак}$ °С	$КУ$	в хозяйствах, т/га	на госсортоучастках, т/га	в хозяйствах, з. ед.	на госсортоучастках, з. ед.	в хозяйствах	на госсортоучастках	$К_д$	$Б_{со}$
IV. Южнотаежно-лесная зона											
IV-1. Прибалтийская	105	1900	0,60	1,84	3,52	2,21	4,22	0,021; I_2	0,040; II_2	0,80	84
IV-2. Западная	132	2400	0,52	2,41	3,70	2,89	4,44	0,022; I_3	0,034; II_1	0,97	128
IV-3. Среднерусская	105	1900	0,53	1,35	3,16	1,62	3,79	0,015; I_1	0,036; II_1	0,94	99
IV-4. Западносибирская	88	1900	0,52	1,58	2,48	1,90	2,97	0,021; I_2	0,034; II_1	0,97	85
IV-5. Среднесибирская	76	1500	0,40	1,37	2,19	1,64	2,62	0,021; I_2	0,034; II_1	1,16	89
IV-7. Дальневосточно-Амуро-Уссурийская	127	2300	0,52	2,03	2,48	2,43	2,97	0,019; I_2	0,023; I_3	0,97	123
V. Лесостепная зона											
V-1. Украинская	137	2600	0,43	2,67	3,87	3,13	4,64	0,023; I_3	0,034; II_1	1,10	151
V-2. Среднерусская	125	2400	0,43	1,54	2,96	1,85	3,55	0,015; I_1	0,028; II_1	1,10	138
V-3. Предуральская	110	2200	0,40	1,48	2,92	1,78	3,50	0,010 ;I_2	0,032; II_2	1,17	129
V-4. Западносибирская	100	2000	0,38	1,55	2,59	1,87	3,11	0,019 ;I_2	0,031; II_2	1,20	120

Агроклиматическая провинция	Агроклиматический показатель			Урожайность в среднем за 1976—1980 гг.				Цена балла в зерновых единицах (т) и индекс уровня биологической продуктивности		Совокупная оценка земель	
	$Б_к$	$\Sigma t_{ак}$ °С	$КУ$	в хозяйствах, т/га	на госсортоучастках, т/га	в хозяйствах, з. ед.	на госсортоучастках, з.ед.	в хозяйствах	на госсортоучастках	$К_д$	$Б_{со}$
V-5. Северопредалтайская	98	1850	0,43	1,22	2,15	1,46	2,58	0,015; I_1	0,026;I_3	1,10	108
V-6. Среднесибирская	80	1575	0,42	1,21	2,27	1,46	2,72	0,018; I_2	0,034;II_1	1,12	90
VI. Степная зона											
VI-1. Украинская	124	3100	0,27	2,60	3,72	3,12	4,46	0,025; I_3	0,036; II_2	1,40	174
VI-2. Предкавказская	149	3150	0,35	2,46	3,09	2,95	3,71	0,020; I_2	0,025; I_3	1,25	176
VI-3. Южнорусская	117	2900	0,28	1,75	2,82	2,10	3,38	0,018; I_2	0,029; II_1	1,36	159
VI-4. Заволжская	92	2500	0,24	1,10	1,66	1,33	2,00	0,014; I_1	0,022; I_3	1,44	132
VI-5. Казахстанская	89	2200	0,27	1,24	4,73	1,49	2,08	0,017; I_2	0,023; II_1	1,38	123
VI-6. Западнопредалтайская	78	1950	0,27	1,16	1,94	1,40	2,32	0,018; I_2	0,030; II_2	1,38	108
VI-7. Восточносибирская	67	1700	0,27	0,75	1,69	0,90	2,03	0,013; I_1	0,030; II_2	1,38	92
VII. Сухостепная зона											
VII-1. Южноукраинская	110	3350	0,20	2,64	3,51	3,17	4,21	0,029; II_1	0,042; II_2	1,50	165
VII-2. Манычско-Донская	97	3150	0,20	1,66	2,38	1,99	2,86	0,020; I_2	0,029; II_1	1,50	145
VII-3. Заволжская	75	2850	0,18	0,96	1,41	1,15	1,70	0,015; I_1	0,023; I_3	1,50	112
VII-4. Казахстанская	65	2450	0,18	0,86	1,25	1,03	1,50	0,016; I_1	0,023; I_3	1,50	97

Анализ данных табл. 64 показывал следующие распределения провинций по уровню биологической продуктивности земель (использованию биоклиматического потенциала). Для большинства провинций и входящих в них административных областей характерна первая ступень почвенного плодородия, средний и повышенный уровень биологической продуктивности. Области Украины и Северного Кавказа отличаются преимущественно повышенной продуктивностью. Такая продуктивность характерна и для мест с высоким насыщением в севооборотах технических культур, под которые вносятся большие дозы удобрений. Высокий и повышенный уровень продуктивности имеют области и республики, в сельское хозяйство которых вкладываются большие средства (Эстония, Ленинградская, Московская, Свердловская области и др.). По данным госсортоучастков для провинций и административных областей характерна преимущественно высокая продуктивность зерновых (1-й и 2-й уровни).

Сравнительная оценка степени использования биоклиматического потенциала может быть проведена также по административным районам и хозяйствам. Для этого определяется цена баллов по $Б_к$ и используется шкала эффективного почвенного плодородия (табл. 57).

Материалы оценки использования биоклиматического потенциала по некоторым административным областям приводятся в табл. 65. В результате анализа данных таблицы установлено следующее. Среди областей, относящихся к Среднерусской провинции (*южнотаежно-лесная зона*), по продуктивности зерновых выделяется Московская область, для которой характерна сравнительно высокая интенсивность ведения сельского хозяйства. Области Украинской и других провинций лесостепной зоны отличаются более высокой продуктивностью зерновых и использованием биоклиматического потенциала. Для Казахстанской провинции (степная зона) характерен обычный средний для страны уровень использования биоклиматического потенциала.

По материалам табл. 64 и 65 можно судить о резервах урожайности за счет повышения эффективного почвенного плодородия. Согласно данным таблицы об урожайности в хозяйствах и на госсортоучастках, продуктивность зерновых культур может быть увеличена: в южнотаежнолесной зоне — в 1,5—2,0 раза и более, в степных зонах — несколько меньше. Рост урожайности в хозяйствах может превысить современные его уровни на госсортоучастках. Если ориентироваться на условно-лимитные значения урожайности (табл. 58), то увеличение продуктивности зерновых может составить: в южнотаежно-лесной зоне — в 3—4 раза, в лесостепной — в 2,5—3,0 раза; в степной — в 2,0—2,5 раза; в сухостепной — в 1,5—2,0 раза.

Приведенные сведения указывают на достаточно высокие резервы роста продуктивности зерновых в условиях неполивного земледелия при последовательной интенсификации сельскохозяйственного производства.

Таблица 65

Сравнительная оценка использования сельскохозяйственными культурами (зерновыми) биоклиматического потенциала по природно-сельскохозяйственным зонам, провинциям и административным областям

Агроклиматическая провинция, область	Агроклиматический показатель			Урожайность				Цена балла в зерновых единицах (т) и индекс уровня биологической продуктивности	
	$Б_к$	$\Sigma t_{ак}$ °С	$КУ$	в хозяйствах, т/га	на госсортоучастках, т/га	в хозяйствах, з. ед.	на госсортоучастках, з. ед.	в хозяйствах	на госсортоучастках
IV. Южнотаежно-лесная зона									
IV-3. Среднерусская									
Брянская	124	2250	0,55	1,18	2,07	1,41	2,48	0,011;I_1	0,020;I_2
Владимирская	113	1975	0,54	1,62	3,77	1,94	4,52	0,017;I_2	0,040;II_2
Ивановская	107	1950	0,56	1,36	3,64	1,63	4,36	0,015;I_1	0,040;II_2
Калининская	102	1850	0,60	1,09	3,24	1,30	3,88	0,012;I_1	0,038;II_2
Костромская	100	1750	0,50	1,10	3,03	1,32	3,63	0,013;I_1	0,036;II_2
Калужская	116	2100	0,57	1,16	2,67	1,39	3,20	0,011;I_1	0,027;I_3
Московская	113	2050	0,56	2,23	3,79	3,67	4,54	0,023;I_3	0,033;II_1
Смоленская	111	2025	0,60	1,28	3,57	1,53	4,28	0,013;I_1	0,038;II_2
Горьковская	110	2000	0,48	1,34	3,24	1,60	3,88	0,014;I_1	0,035;II_2
Ярославская	103	1875	0,59	1,29	3,11	1,54	3,73	0,014;I_1	0,036;II_2
Вологодская	92	1675	0,60	1,38	3,47	1,65	4,16	0,017;I_2	0,045;II_2
Кировская	98	1875	0,60	1,16	3,23	1,39	3,87	0,014;I_1	0,039;II_2
Марийская АССР	109	2075	0,44	1,66	2,97	1,99	3,56	0,018;I_2	0,032;II_1
V. Лесостепная зона									
V-1. Украинская									
Кировоградская	125	2800	0,32	2,90	4,35	3,48	5,22	0,028;II_1	0,042;II_2
Полтавская	131	2450	0,36	2,62	3,94	3,14	4,73	0,024;I_3	0,036;II_2
Сумская	130	2450	0,46	2,36	3,81	2,83	4,57	0,022;I_3	0,035;II_1
Харьковская	131	2750	0,36	2,66	3,97	3,19	4,76	0,024;I_3	0,036;II_2
Винницкая	136	2750	0,39	2,81	4,14	3,37	4,93	0,025;I_3	0,036;II_2
Житомирская	133	2500	0,48	1,81	3,19	2,17	3,83	0,016;I_2	0,029;II_1
Волынская	135	2450	0,53	2,29	3,27	2,75	3,92	0,020;I_2	0,029;II_1
Ивано-Франковская	129	2050	0,58	2,42	3,87	2,90	4,64	0,022;I_3	0,036;II_2
Киевская	130	2550	0,45	2,77	3,57	3,32	4,28	0,026;II_1	0,033;II_1
Львовская	129	2050	0,50	2,39	4,26	2,87	5,11	0,022;I_3	0,040;II_2
Ровенская	135	2450	0,50	2,59	3,28	3,11	3,94	0,023;I_3	0,029;II_1
Тернопольская	138	2500	0,51	2,87	4,00	3,44	4,80	0,025;I_3	0,035;II_1
Хмельницкая	139	2600	0,46	2,79	3,83	3,35	4,60	0,024;I_3	0,033;II_1
Черкасская	129	2700	0,36	3,19	4,17	3,83	5,00	0,030;II_1	0,039;II_2
Черниговская	136	2550	0,46	2,23	3,82	2,68	4,58	0,020;I_2	0,034;II_2
Черновицкая	121	2200	0,50	3,54	4,18	4,25	5,02	0,035;II_1	0,041;II_2
Одесская	128	3150	0,26	2,56	3,78	3,07	4,54	0,024;I_3	0,035;II_1
Молдавская	141	3100	0,33	3,31	4,30	3,97	5,16	0,028;II_1	0,037;II_2

Агроклиматическая провинция, область	Агроклиматический показатель			Урожайность				Цена балла в зерновых единицах (т) и индекс уровня биологической продуктивности	
	$Б_к$	$\Sigma t_{ак}$ °С	$КУ$	в хозяйствах, т га	на госсортоучастках, т га	в хозяйствах, з. ед.	на госсортоучастках, з. ед.	в хозяйствах	на госсортоучастках
VI. Степная зона									
VI-5. Казахстанская									
Кокчетавская	81	2200	0,24	1,34	1,70	1,61	2,04	0,020; I_2	0,025; II_3
Кустанайская	76	2300	0,22	1,28	1,60	1,54	1,92	0,020; I_2	0,025; II_3
Северо-Казахстанская	90	2100	0,29	1,67	2,00	2,00	2,40	0,022; I_2	0,027; II_3
Павлодарская	76	2200	0,22	0,84	1,14	1,01	1,37	0,013; I_1	0,018; I_2
Тургайская	72	2200	0,23	0,32	1,58	0,98	1,90	0,014; I_1	0,026; I_3
Целиноградская	80	2175	0,24	1,30	1,76	1,56	2,11	0,020; I_2	0,026; I_3
Новосибирская	86	2100	0,28	1,13	1,89	1,36	2,27	0,016; I_2	0,026; I_3
Омская	89	2100	0,29	1,45	2,06	1,74	2,47	0,020; I_2	0,028; II_1
Оренбургская	79	2200	0,23	1,14	1,42	1,37	1,70	0,017; I_3	0,022; I_3
Челябинская	90	2150	0,29	1,45	2,16	1,74	2,59	0,019; I_2	0,029; II_1
VI-6. Западно-предалтайская									
Восточноказахстанская	92	2050	0,33	1,61	1,98	1,93	2,38	0,021; I_2	0,026; I_3
Семипалатинская	86	1950	0,33	0,83	1,93	1,00	2,32	0,012; I_1	0,027; I_3
Алтайский край	86	1900	0,33	1,05	1,89	1,26	2,27	0,015; I_1	0,026; I_3
Новосибирская	88	2000	0,34	1,16	1,94	1,39	2,33	0,016; I_2	0,026; I_3

В табл. 64 приведены также показатели совокупной оценки земель. Согласно данным таблицы, балл оценки, учитывающий экономию затрат и биологическую продуктивность, колеблется от 84 до 176 — превышение более чем в 2 раза. Характерно, что провинции степной и сухостепной зон с относительно пониженной биологической продуктивностью по баллу совокупной оценки стоят выше, чем провинции достаточно влажной южнотаежно-лесной зоны вследствие большей экономии затрат на производство единицы продукта. Это указывает на целесообразность использования засушливых зон для возделывания зерновых культур.

Глава 6

Биоклиматический потенциал СССР и зарубежных стран

6.1. Ареалы биологической продуктивности территории СССР по относительным значениям биоклиматического потенциала

Агроклиматическое районирование СССР в системе таксономических единиц само по себе представляет сравнительную оценку климатических условий, с которыми связан состав возделываемых сельскохозяйственных культур, их продуктивность, особенности агротехнических мероприятий и др.

Практически важна сравнительная межрегиональная оценка биологической продуктивности, определяемая комплексом климатических факторов. Такая оценка может быть дана на основе относительных значений биоклиматического потенциала по специальной шкале, приведенной в табл. 66.

Шкала построена с учетом изменения теплообеспеченности. По этому признаку выделяются полосы со следующими средними многолетними значениями: малообеспеченные теплом <1200 °С; недостаточно обеспеченные 1200—1600 °С, обеспеченные ниже среднего 1600—2200 °С; среднеобеспеченные 2200—2800 °С; обеспеченные выше среднего 2800—3400 °С; повышенно обеспеченные

Таблица 66

Естественная общесоюзная шкала оценки общей биологической продуктивности

Биологическая продуктивность	Группа	Показатель группы	
		$Б_к$ баллы	урожайность (т/га) зерновых при цене балла 0,023 т/га
Очень низкая (БКП = 0,8; $Б_к < 40$)	I	<40	$<0,9$
Низкая (БКП = 0,8...1,2; $Б_к = 41...60$)	IIа	40—50	0,9—1,1
	IIб	51—60	1,1—1,4
Пониженная (БКП = 1,2...1,6; $Б_к = 61...85$)	IIIа	61—70	1,4—1,6
	IIIб	71—85	1,6—1,9
Средняя (БКП = 1,6...2,2; $Б_к = 86...120$)	IVа	86—95	1,9—2,2
	IVб	96—105	2,2—2,4
	IVв	106—120	2,4—2,8
Повышенная (БКП = 2,2...2,8; $Б_к = 121...155$)	Va	121—130	2,8—3,0
	Vб	131—140	3,0—3,2
	Vв	141—155	3,2—3,6
Высокая (БКП = 2,8...3,4; $Б_к = 156...190$)	VIа	156—165	3,6—3,8
	VIб	166—175	3,8—4,0
	VIв	176—190	4,0—4,4
Очень высокая (БКП > 3,4; $Б_к > 190$)	VIIа	191—200	4,4—4,6
	VIIб	201—210	4,6—4,8
	VIIв	>210	$>4,8$

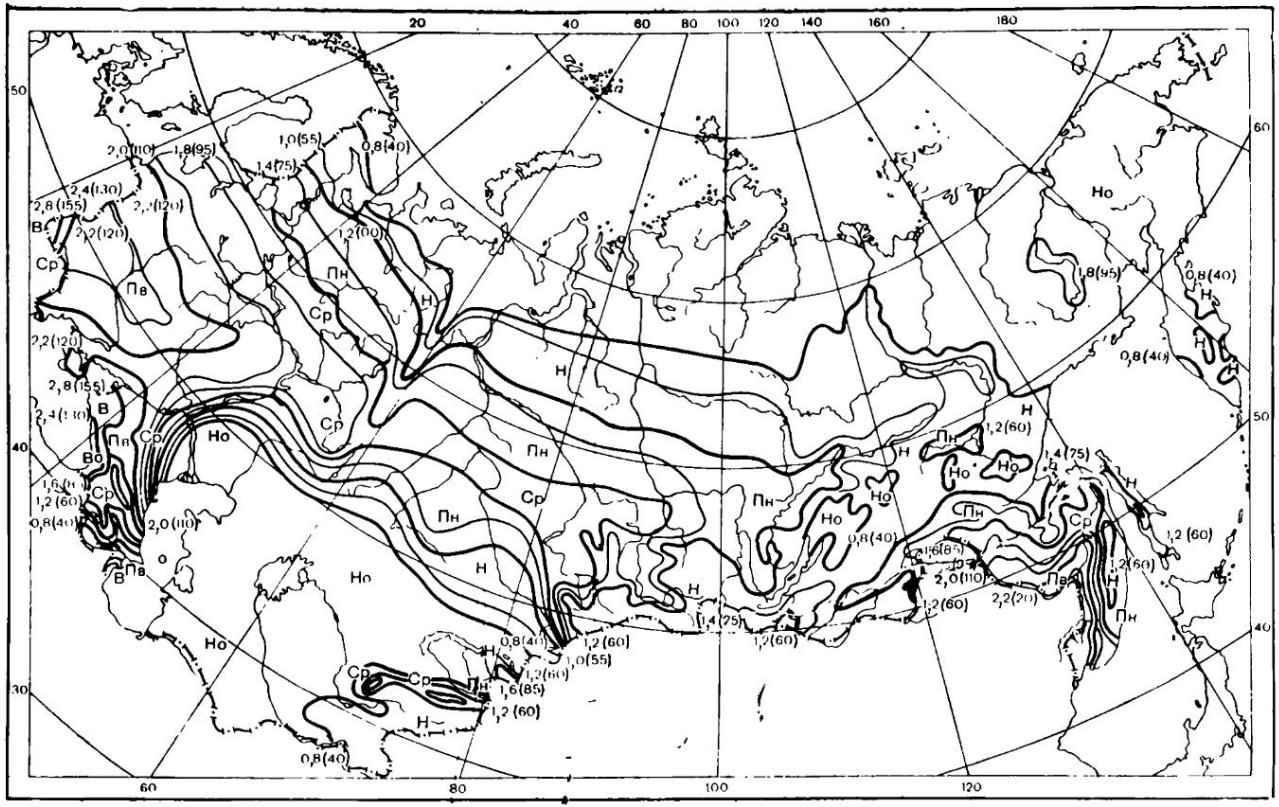


Рис. 30. Ареалы общей биологической продуктивности по климатическим индексам БКП и $Б_к$.

Биологическая продуктивность: Но — очень низкая, Н — низкая, Пн — пониженная, Ср — средняя, Пв — повышенная, В — высокая, Во — очень высокая. Цифры у изолиний — значения БКП и баллов $Б_к$ (в скобках) при естественном увлажнении.

теплом >3400 °С. Приведенным показателям соответствуют значения БКП (<1,2; 1,2; 1,6; 2,2; 2,8; 3,4), которые по шкале характеризуют разную биологическую продуктивность. В связи с указанным шкала может быть названа естественной.

Согласно шкале, на территории СССР выделены ареалы очень низкой, низкой, пониженной, средней, повышенной, высокой и очень высокой биологической продуктивности (рис. 30).

Картосхемой устанавливаются следующие характерные особенности в распределении биологической продуктивности. Центральная часть земледельческой территории страны приходится на ось с относительно повышенной биологической продуктивностью. К северу от этой оси биологическая продуктивность снижается из-за недостатка тепла, к югу — из-за недостатка влаги. Биологический потенциал при данном технико-экономическом уровне развития хозяйства проявляется в определенных типах сельского хозяйства — специализации, системах земледелия и животноводства. В связи с этим рассмотрим особенности сельского хозяйства по ареалам биологической продуктивности.

Ареал очень низкой биологической продуктивности (БКП=0,8; $Б_к$<40). Приходится на арктическую и типичную тундру, пустыни и полупустыни Казахстана, Средней Азии и Закавказья.

Специализация хозяйства основывается на использовании естественных растительных ресурсов. В тундре основной отраслью хозяйства 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 животноводстве, полутонкорунном и мясо-сальном овцеводстве с очагами земледелия при искусственном и лиманном орошении. Пустынные районы теплого пояса специализируются на пустынно-пастбищном овцеводстве и каракулеводстве. В этих районах широко развито хлопководство (на поливе) в сочетании с плодоводством, виноградарством и шелководством. Искусственное орошение повышает продуктивное значение климата пустынь от очень низкой до очень высокой оценки.

Ареал низкой биологической продуктивности (БКП=0,8...1,2; $Б_к$=40...60). К ареалу относится северная тайга, очень засушливая зона степи Северного Казахстана, засушливые провинции холодного умеренного подпояса (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, лисица и др.). Некоторое развитие получает также и земледелие (ранние овощи, ранние зерновые) в наиболее благоприятных по микроклимату местах.

В очень засушливой зоне степи развивается зерновое хозяйство (с преобладанием посевов яровой пшеницы) в сочетании с молочно-мясным животноводством и тонкорунным овцеводством.

В засушливых провинциях (Забайкалье, Тува) развивается мясо-шерстное тонкорунное и полутонкорунное овцеводство и мясо-молочное животноводство. Земледелие — как подсобная отрасль, возделываются преимущественно зерновые культуры. В Центральной Якутии складывается тип хозяйств с мясо-молочным животноводством и табунным коневодством со значительными посевами зерновых и развитым пушным промыслом.

Ареал пониженной биологической продуктивности (БКП = 1,2... 1,6; $Б_к$ = 60...85). К ареалу относится достаточно влажная среднетаежная зона, слабозасушливые места холодно-умеренного подпояса (Предбайкалье), засушливые места степи юго-востока и Северного Казахстана (провинции VII-2, VII-3, VI-4, VI-5).

В среднетаежной зоне температурные условия и условия достаточного увлажнения обеспечивают произрастание леса (преимущественно хвойного) высокого бонитета, а также интенсивное развитие луговой растительности. Здесь выращивают наиболее ранние полевые культуры (зерновые, зернобобовые). В зоне развиты промыслы на пушного зверя, дичь и очагами — земледелие и животноводство. В Прибайкалье сельское хозяйство развивается в зерно-мясо-шерстном направлении. В засушливой степи выращивают главным образом яровую, а также озимую пшеницу (засушливые районы Северного Кавказа). Значительные площади отводятся масличным культурам. Развито молочно-мясное, мясо-молочное животноводство, а также тонкорунное овцеводство.

Ареал средней биологической продуктивности (БКП = 1,6...2,2; $Б_к$ = 85...120). К ареалу относится достаточно влажная южнотаежно-лесная зона, полувлажная лесостепная (кроме западной части Украинской провинции), а также степные районы Европейской части СССР.

В южнотаежно-лесной зоне условия увлажнения и теплообеспеченности способствуют быстрому воспроизводству органического вещества (надземной зеленой массы, корнеклубнеплодов). Это обусловливает интенсивное развитие в зоне животноводства как основной отрасли, которая представлена молочным, молочно-мясным скотоводством, а в западных провинциях — также свиноводством (беконным, мясным, сальным).

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

В степной зоне Европейской части СССР имеются предпосылки для зерново-масличного направления хозяйства с крупным производством сахарной свеклы, конопли, табака, овощебахчевых культур, плодоводства и виноградарства, а также молочно-мясного животноводства и тонкорунного овцеводства.

Ареал повышенной биологической продуктивности (БКП = 2,2... 2,8; $Б_к$ = 120...155). К ареалу относится среднеобеспеченная теплом западная часть южнотаежно-лесной зоны (провинция IV-2), лесо-

степь Украины, предгорные слабозасушливые районы Северного Кавказа (провинция VI-2), муссонные районы Дальнего Востока (провинция IV-7).

Повышенная биологическая продуктивность указанных мест определяется как благоприятными условиями увлажнения, так и условиями теплообеспеченности.

В достаточно влажной южнотаежно-лесной зоне природный потенциал выявляется в 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 с широким возделыванием озимой пшеницы и значительными посевами кукурузы, подсолнечника. Животноводство специализируется на разведении молочно-мясного скота, тонкорунных овец.

На Дальнем Востоке своеобразие муссонного климата определяет зерново-соевое, молочно-животноводческое направление хозяйства. Здесь, 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 (БКП=2,8...3,4; $Б_к$=155...190). К ареалу относятся слабозасушливые наиболее обеспеченные теплом районы Северного Кавказа. Тип хозяйства зерново-свекловично-подсолнечный с возделыванием озимой пшеницы и значительными посевами кукурузы, риса, южной конопли. Развиты также южные плодоводство и виноградарство, а из животноводческих отраслей — мясо-молочное скотоводство, свиноводство, птицеводство, тонкорунное овцеводство.

Ареал очень высокой биологической продуктивности (БКП>>3,4; $Б_к$>190). К ареалу относятся районы влажных субтропиков — Черноморское побережье Краснодарского края, Западная Грузия (провинция XIV-1), Ленкоранская низменность Азербайджанской ССР. Районы характеризуются развитием субтропического и южного плодоводства, круглогодовой выгонкой овощей.

Ареалы потенциальной биологической продуктивности при оптимальном (искусственном) увлажнении определяются теплообеспеченностью.

Продуктивность сельскохозяйственных культур в ареале их возделывания прямолинейно связана с относительными значениями биоклиматического потенциала, которые выражены в баллах. У зерновых и ряда других культур чем выше значения биоклиматического потенциала, тем выше при сопоставимом уровне интенсивности земледелия их урожайность.

6.2. Сравнительная оценка биологической продуктивности территории зарубежных стран

Опыт сравнительной оценки биологической продуктивности на основе относительных значений биоклиматического потенциала распространен на континенты и зарубежные страны. Такая оценка важна для улучшения планирования сельскохозяйственного производства в масштабе социалистического сектора мирового хозяйства и лучшего использования внутри нашей страны зарубежного опыта. Вопрос сравнительной оценки материков и стран подробно освещается в работах автора [97, 99]. Кроме того, в ГИЗРе проведена по методике автора оценка биологической продуктивности и землеобеспеченности стран мира.

На основе учета прихода тепла и соотношения тепла и влаги были определены по странам средние значения биоклиматического потенциала и биологической продуктивности в баллах ($Б_к$). Сравнительная оценка продуктивности произведена по специально разработанной общепланетарной шкале (табл. 67) и построенной по ней карте ареалов общей биологической продуктивности (рис. 31). Для учета тепло- и влагообеспеченности по ареалам продуктивности использована агроклиматическая карта мира, построенная автором по данным сети климатических станций (рис. 32).

Таблица 67

Естественная общепланетарная шкала оценки биологической продуктивности

Биологическая продуктивность	Группа	Показатель продуктивности		Продуктивность в переводе на зерно (Цб=0,025 т), т га
		БКП	$Б_к$ баллы	
Очень низкая	I	0,4	<20	<0,5
Низкая	IIа	0,4—0,8	20—40	0,5—1,0
	IIб	1,8—1,2	40—60	1,0—1,5
Пониженная	IIIа	1,2—1,6	60—85	1,5—2,1
	IIIб	1,6—2,2	85—120	2,1—3,0
Средняя	IVа	2,2—2,8	120—155	3,0—3,9
	IVб	2,8—3,4	155—190	3,9—4,7
	IVв	3,4—4,0	190—220	4,7—5,5
Повышенная	Va	4,0—5,2	220—285	5,5—7,1
	Vб	5,2—6,6	285—340	7,1—9,0
	Vв	6,6—8,0	340—440	9,0—11,0
Высокая	VI	>8,0	>440	>11,0

Для построения шкалы за эталон (100 баллов) взято среднее значение биологической продуктивности территории СССР, соответственно условиям южнотаежно-лесной зоне ($\Sigma t_{ак}=1900$ °С; $КУ=1,0$ (0,45).

По общепланетарной шкале выделяются следующие ареалы.

Ареал высокой биологической продуктивности ($Б_к>440$). Характеризуется наибольшей теплообеспеченностью ($\Sigma t_{ак}>8000$ °С)

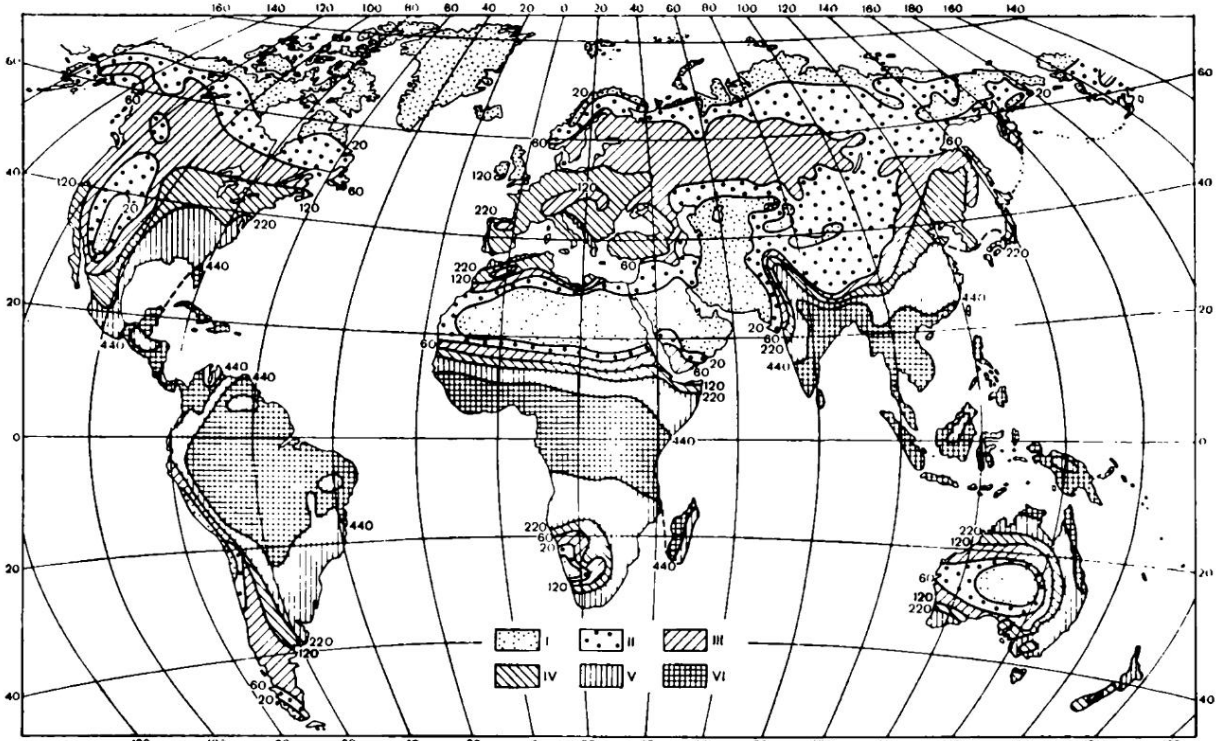


Рис. 31. Ареалы общей биологической продуктивности суши.

I — очень низкая, II — низкая, III — пониженная, IV — средняя, V — повышенная, VI — высокая. Цифры у изолиний — баллы биологической продуктивности.

при достаточном годовом увлажнении ($КУ = 1{,}0$ ($> 0{,}45$). К ареалу относятся страны, прилегающие к экватору: центральные районы Африки, Юго-Восточная Азия, зоны тропических и экваториальных лесов Центральной и Южной Америки.

Ареал повышенной биологической продуктивности ($Б_к = 220...440$). Включает территорию с $\Sigma t_{ак} = 6000...8000$ °С; $КУ = 0{,}55...1{,}0$ ($0{,}25...0{,}45$). К ареалу относятся территории стран Азии, Африки, Северной, Центральной и Южной Америки, умеренно обеспеченных теплом и влагой.

Ареал средней биологической продуктивности ($Б_к = 120...220$). Включает территорию умеренного пояса и территорию южных широт менее обеспеченных влагой с $\Sigma t_{ак} = 2200...6000$ °С. К ареалу относятся большинство стран Западной Европы, северо-восточная часть Китая и другие регионы мира.

Ареал пониженной биологической продуктивности ($Б_к = 60...120$). Включает территорию умеренного пояса с $\Sigma t_{ак} = 1600...2200$ °С; полосы ранних и среднеранних культур, обеспеченные влагой, а также полосы культур обеспеченные теплом, но недостаточно обеспеченные влагой. К ареалу относится большая часть земледельческой зоны СССР, территория Канады и другие регионы мира, преимущественно мало обеспеченные влагой.

Ареал пониженной биологической продуктивности ($Б_к = 60...$ Включают преимущественно холодный пояс, полупустыни и пустыни умеренного и теплого пояса.

В табл. 68 приведены средние показатели сравнительной оценки биологической продуктивности и землеобеспеченности по некоторым странам [99].

Согласно данным табл. 68, СССР по основным районам развитого земледелия по общепланетарной шкале относится к группе стран со сравнительно пониженной биологической продуктивностью. Это связано с географическим положением страны и засушливостью большей части (73 %) ее земледельческой территории. Почти все страны Западной Европы превосходят СССР по биологической продуктивности и относятся к группе средней продуктивности; США, Китай, Португалия превосходят СССР по биологической продуктивности среднего гектара более чем в два раза, Австралия — в три, Индия, Бразилия, Заир — более чем в четыре раза. Биологическая продуктивность среднего гектара Норвегии, Голландии, Канады ниже, чем в СССР.

6.3. Сравнительная оценка агроклиматических ресурсов территории СССР и США

СССР и США являются крупными производителями сельскохозяйственной продукции. В связи с этим обычно большой интерес представляет сравнительная оценка биологической продуктивности по особенностям природных (агроклиматических) условий этих стран. Остановимся подробнее на анализе агроклимати-

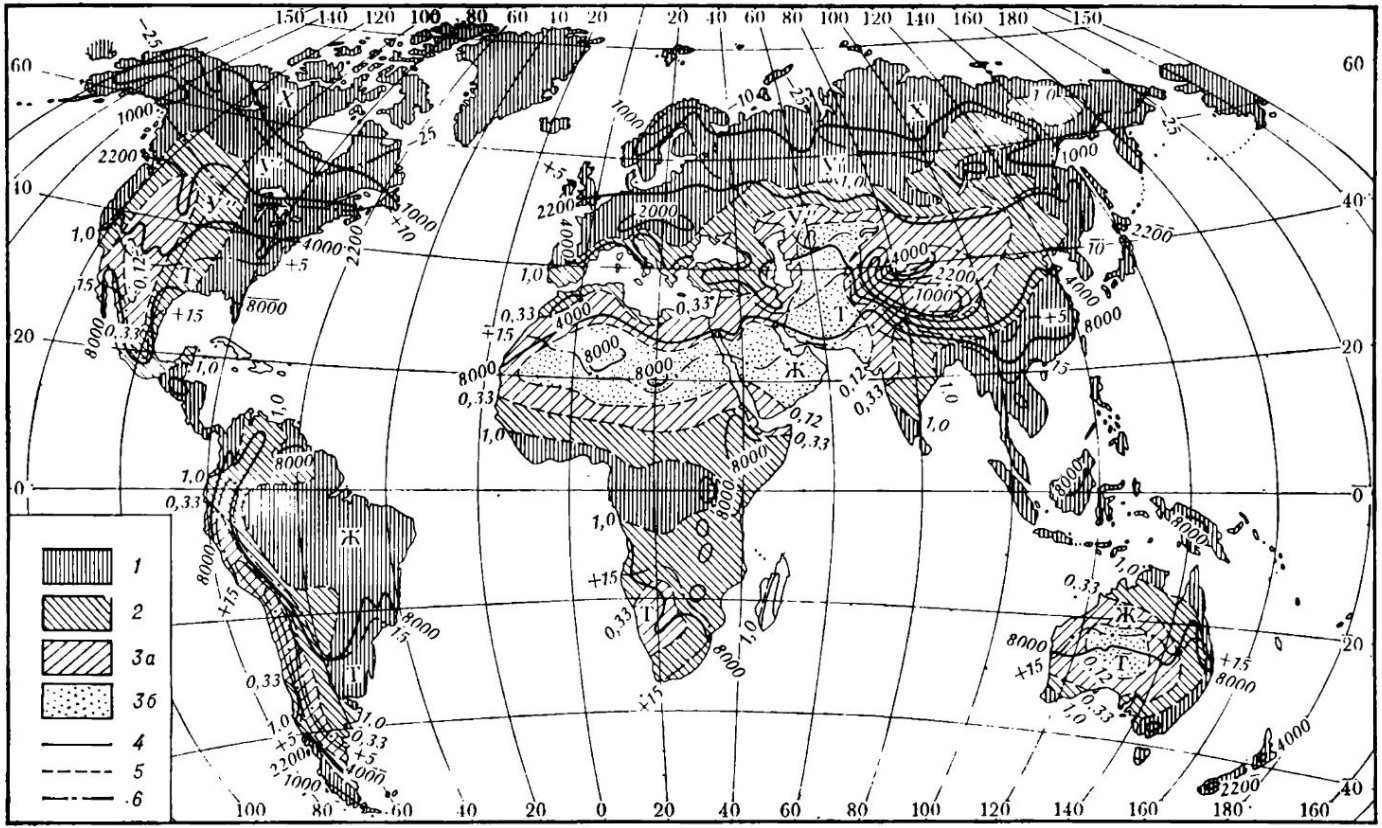


Рис. 32. Агроклиматическая карта мира.

О б е с п е ч е н н о с т ь р а с т е н и й т е п л о м (тепловые пояса и подпояса)

Холодный пояс — короткий период вегетации с летними заморозками; $\Sigma t_{>10\,^\circ C} < 1000$ °С; овощеводство закрытого грунта; очаговое земледелие, малотребовательные к теплу овощные культуры — редис, шпинат, лук на перо, репа, ранний картофель.

Умеренный пояс — земледелие в теплый период года. *Холодноумеренный подпояс* — культуры с коротким вегетационным периодом — $\Sigma t_{>10\,^\circ C} = 1000...2200$ °С; серые хлеба, пшеница, зернобобовые, лен, картофель, плодовые, ягодники. *Умеренный подпояс* — $\Sigma t_{>10\,^\circ C} = 2200...4000$ °С; культуры со среднепродолжительным и длинным вегетационным периодом — поздние сорта зерновых, кукуруза на зерно, подсолнечник, сахарная свекла, в южной части подпояса хлопчатник, соя, арахис, виноград.

Теплый (субтропический) пояс — $\Sigma t_{>10\,^\circ C} = 4000...8000$ °С; теплолюбивые культуры с очень длинным вегетационным периодом — хлопчатник, кукуруза поздняя, маслины, цитрусовые, чай, табак, мессами финиковая пальма и др.

Жаркий (тропический) пояс — $\Sigma t_{>10\,^\circ C} > 8000$ °С; непрерывная вегетация растений в течение всего года (может прерываться сухим периодом); сбор нескольких урожаев за год: теплолюбивые многолетние и однолетние культуры с наиболее длинным периодом вегетации — сахарный тростник, кофе, какао, хинное дерево, каучуконосы и др.

О б е с п е ч е н н о с т ь р а с т е н и й в л а г о й (зоны увлажнения)

Влажная зона (*1*) — осадки за год превышают испаряемость или возможное испарение: $KУ > 1{,}0$. **Засушливая зона** (*2*) — осадки меньше испаряемости, $KУ = 1{,}0...0{,}33$. **Сухая зона** — испаряемость значительно превышает количество осадков; $KУ < 0{,}33$ *полусухая* (*3б*) — $KУ < 0{,}12$]; *4* — суммы температур выше 10 °С; *5* — коэффициент годового атмосферного увлажнения ($KУ = P/\Sigma d$); *6* — температура самого холодного месяца.

Т и п ы з и м ы (по температуре самого холодного месяца в году)

Зима отсутствует — $t < 15$ °С, теплая зима — $t = 15...5$ °С, мягкая зима — $t = 5...-10$ °С, холодная зима — $t = -10...-25$ °С, суровая зима — $t = -25...-40$ °С, очень суровая зима — $t > 40$ °С.

ческих условий стран с тем, чтобы показать также применение методики сравнительной оценки стран на основе биоклиматического потенциала.

Прямое сопоставление агроклиматических подразделений территорий стран (табл. 69) [97] 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 %) [1] относится к малопроизводительному в сельскохозяйственном отношении холодному поясу, или поясу культур закрытого, полузакрытого грунта и ранних овощных культур. В США к этому поясу относится только 2,7 % (Аляска).

В СССР громадная территория умеренного пояса (39,3 % площади) приходится на холодноумеренный подпояс, или подпояс относительно малопродуктивных культур (зерновые колосовые и др.). Более же обеспеченная теплом его часть (умеренный подпояс), занимающая 22,5 % территории, 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 продуктивности. Увлажнение подпояса преимущественно достаточное. Он начинается от северной границы США.

[1] Для вычисления процентов взята общая площадь территории СССР за вычетом площади водоемов.

Таблица 68

Показатели биологической продуктивности и землеобеспеченности [1]

Страна	Биологическая продуктивность		Землеобеспеченность			
			по общей площади		по пашне	
	группа	Бк баллы	физические гектары[2]	сопоставимые (кадастровые) гектары[3]	физические гектары	сопоставимые (кадастровые) гектары
Высокая						
Заир	VI	483	14,50	70,00	0,44	2,12
Бразилия	VI	445	9,67	43,00	0,33	1,46
Повышенная						
Индия	Vв	402	0,52	2,09	0,31	1,24
Австралия	Vб	303	27,8	84,3	1,63	4,93
Португалия	Va	260	0,97	2,52	0,46	1,20
Китай	Va	226	0,80	1,80	0,15	0,43
США	Va	220	2,50	5,50	0,88	1,94
Средняя						
Греция	IVв	202	1,51	3,04	0,44	0,89
Италия	IVв	197	0,56	1,10	0,28	0,56
Испания	IVб	187	1,53	2,85	0,62	1,16
Болгария	IVб	173	1,32	2,29	0,51	0,94
Югославия	IVб	169	1,26	2,12	0,41	0,69
Франция	IVб	167	1,09	1,83	0,39	0,66
Венгрия	IVб	157	0,90	1,42	0,55	0,85
Бельгия	IVa	146	0,42	0,46	0,09	0,14
Австрия	IVa	144	1,14	1,64	0,23	0,33
ФРГ	IVa	136	0,43	0,58	0,14	0,19
Нидерланды	IVa	135	0,26	0,34	0,07	0,10
Румыния	IVa	133	1,19	1,59	0,53	0,71
Польша	IVa	130	0,96	1,25	0,48	0,62
ГДР	IVa	124	0,63	0,79	0,29	0,36
Чехословакия	IVa	122	0,89	1,08	0,37	0,45
Великобритания	IVa	121	0,40	0,48	0,13	0,16
Пониженная						
Ирландия	IIIб	118	2,42	2,88	0,41	0,49
Дания	IIIб	110	0,88	0,97	0,55	0,61
Швеция	IIIб	101	2,20	2,24	0,38	0,39
СССР	IIIб	100	2,89	2,89	0,91	0,91
Норвегия	IIIб	91	1,17	1,07	0,22	0,20
Финляндия	IIIб	91	1,12	1,02	0,59	0,53
Канада	IIIб	86	2,25	19,30	2,12	1,82

[1] Составлена по материалам ежегодников БСЭ и ФАО за 1969—1971 гг.

[2] Определены для территории развитого земледелия (без холодного пояса и пустыни).

[3] Показатель в физических гектарах умножен на балловую оценку, уменьшенную в 100 раз.

Балловая оценка биологической продуктивности по относительным значениям биоклиматического потенциала территории СССР и США

Пояса и подпояса	Страна	Увлажнение	Площадь		Баллы оценки	Сумма баллов	Сумма баллов по поясам
			тыс. км²	%			
Х. Холодный ($\Sigma t_{ак} < 1200$ °С)	СССР	Д	5796	26,8	33	884	
		Н	1384	6,4	25	141	1025
	США	Д	1182	12,7	33	419	419
Ух[1]. Умеренно-холодный подпояс ($\Sigma t_{ак} = 1200...2200$ °С)	СССР	Д	4537	21,1	93	1962	
		Н	3913	18,2	73	1329	3291
	США	Д	271	2,9	93	270	
		Н	252	2,7	73	187	467
		Нз	261	2,8	10	28	495
Ух[2]. Умеренный подпояс ($\Sigma t_{ак} = 2200...4000$ °С)	СССР	Д	533	2,5	170	425	
		Н	2216	10,4	133	1383	1808
		Нз	2046	9,6	10	96	1904
	США	Д	1448	15,6	170	2652	
		Н	1197	12,9	133	1716	4368
		Нз	1365	14,7	10	147	4515
Т. Теплый ($\Sigma t_{ак} = 4000...8000$ °С)	СССР	Д	21	0,1	330	33	
		Нз	1054	4,9	10	49	82
	США	Д	1563	16,8	330	5544	
		Н	874	9,4	258	2425	4968
		Нз	716	7,7	10	77	8046
То. очень теплый ($\Sigma t_{ак} > 8000$ °С)	СССР	—	—	—	—	—	—
	США	Д	57	0,6	467	280	
		Н	47	0,5	365	182	462
		Нз	67	0,7	10	7	469
Всего Х + У + Т	СССР	Д+Н+Нз	21 500	100	63	6 302	
	США	»	9 300	100	139	13 941	
(У + Т) — Нз	СССР	Д+Н	11 244	52,3	98	5 132	
	США	»	5 710	61,4	216	13 270	

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, хлопчатника, 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 табл. 69. Согласно данным таблицы, биологическая продуктивность среднего гектара США за весь период вегетации превосходит продуктивность сред-

него гектара СССР в 2,2 раза (по соотношению баллов — 216 : 98). Во столько же раз выше продуктивность одного гектара США без холодного пояса и пустынь.

О суммарных климатических ресурсах можно судить по показателю биологической емкости территорий — произведению средневзвешенного балла по стране на общую площадь. Это произведение при естественном увлажнении составляет для СССР 1354 единицы (63×21,5 млн. км²), для США — 1293 единицы (139× ×9,3 млн. км²); без учета холодного пояса и пустынь произведение составляет для СССР 1100 единиц (98×11,24 млн. км²), для США 1233 единицы (216×5,7 млн. км²).

По этим расчетам суммарные климатические ресурсы сельского хозяйства СССР вследствие значительно большей площади несколько выше ресурсов США; без холодного пояса и пустынь — несколько ниже.

Менее благоприятные природные условия сельского хозяйства СССР по сравнению с другими зарубежными странами, проявляемые в пониженной общей биологической продуктивности и продолжительном холодном периоде, когда в природных условиях исключается вегетация растений, осложняют производство продуктов сельского хозяйства. Это, однако, вполне преодолевается интенсификацией сельскохозяйственного производства — широким проведением мелиораций, химизации, селекцией и другими мероприятиями, направленными на повышение эффективности почвенного плодородия, т. е. на более полное использование биоклиматического потенциала. Как показано в п. 5.4, только осуществлением комплекса агротехнических мероприятий обеспечивается увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур в 1,5—3,0 раза и более.

При сравнительной оценке возможностей сельскохозяйственного производства следует учитывать следующее. Различия агроклиматических условий устанавливаются по относительным значениям биоклиматического потенциала, рассчитанным по данным продуктивности при сопоставимом уровне почвенного плодородия. Эти различия могут быть значительно меньше, чем различия продуктивности при разных уровнях эффективного почвенного плодородия, что указывает на решающее значение интенсификации производства необходимой сельскохозяйственной продукции для удовлетворения растущих потребностей страны.

Приложение

Схема агроклиматического районирования СССР

Условные обозначения приведенных агроклиматических показателей для характеристики подразделений территории

$K_к$ — коэффициент континентальности климата (по Н. Н. Иванову)

$\Sigma t_{ак}$ — сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации

n — продолжительность (дни) периода активной вегетации

$t_т$ — температура воздуха (°С) наиболее теплого месяца

$t_х$ — температура воздуха (°С) наиболее холодного месяца

P — количество атмосферных осадков за год (мм)

$КУ$ — коэффициент атмосферного увлажнения, равный отношению годовой суммы осадков к испаряемости ($КУ = P/f$)

h — высота (см) снежного покрова (средняя из максимальных высот)

$Б_к$ — климатический индекс биологической продуктивности в относительных единицах (% от средней продуктивности для страны)

Обоснование агроклиматических показателей и шкалы сравнительной оценки по ним климатических условий даны в п. 2.1.

В системе агроклиматического районирования СССР (рис. 33) приняты следующие таксоклиматические единицы:

1) равнинная территория — агроклиматические пояса, зоны, провинции, округа;

2) горная территория — широтные агроклиматические пояса, горные агроклиматические области, провинции и округа.

Равнинная территория

А. Холодный агроклиматический пояс — преимущественного использования естественных биологических ресурсов (оленеводство, рыболовство, звероводство, охотничий промысел). Пояс ограниченного земледелия [$\Sigma t < 1600\,(1400)$] [1].

I. Полярно-тундровая зона, не обеспеченная теплом для земледелия, избыточно влажная, с господством арктических и тундровых почв [$\Sigma t_{ак} < 600\,(400)$; $КУ > 1{,}33$].

I-1. Европейская полярно-тундровая провинция — океаническая и слабоконтинентальная, не обеспеченная теплом, с господством актических и тундровых почв, очень низкой биологической продуктивности ($K_к = 71...120$; $\Sigma t_{ак} < 600$; $n = 0...50$; $t_т = 0...12$; $t_х = -6...-22$; $P = 300...400$; $КУ > 1{,}33$; $h = 30...60$; $Б_к < 33$).

[1] В скобках указана сумма температур в восточных районах страны; в тепловом поясе — в горных и приморских районах.

I-2. Северосибирская полярно-тундровая провинция — слабо и умеренно континентальная, не обеспеченная теплом, избыточно влажная, с господством арктических и тундровых почв, очень низкой биологической продуктивности ($К_к$=112...160; Σt<600; n==0...50; $t_т$=0...12; $t_х$=—23...27; P=200...400; $КУ$>1,33; h=35...80; $Б_к$<33).

I-3. Восточносибирская полярно-тундровая провинция — умеренно и среднеконтинентальная, не обеспеченная теплом, избыточно влажная, с господством тундровых глеевых почв, очень низкой биологической продуктивности ($К_к$=131...178; $\Sigma t_{ак}$<400...600; n=0...40; $t_т$=0...12; $t_х$=—29...—40; P=150...250; $КУ$=0,88...1,33; h<25; $Б_к$<33).

I-4. Чукотско-Анадырская полярно-тундровая провинция слабо и умеренно континентальная, не обеспеченная теплом, избыточно влажная, с господством арктических и тундровых глеевых почв, очень низкой биологической продуктивности ($К_к$=126...150; $\Sigma t_{ак}$<600; n=0...40; $t_т$=0...12; $t_х$=—20...34; P=150...250; $КУ$==0,93; h=40...70; $Б_к$<33).

II. Лесотундрово-северотаежная зона, малообеспеченная теплом, избыточно влажная, влажная и недостаточно влажная, с господством глеево-подзолистых и мерзлотно-таежных почв ($\Sigma t_{ак}$==400...1400; $КУ$=0,55...1,33).

II-1. Европейская лесотундрово-северотаежная провинция — слабо и умеренно континентальная, мало обеспеченная теплом, избыточно влажная, с господством глеево-подзолистых и иллювиально-гумусовых почв, преимущественно низкой биологической продуктивности ($К_к$ = 108...155; $\Sigma t_{ак}$ = 400...1400; n = 40...102; $t_т$ = 10...16; $t_х$=—10...—12; P=400...600; $КУ$>1,33; h=65...90; $Б_к$==22...77).

II-2. Сибирская лесотундрово-северотаежная провинция — среднеконтинентальная, малообеспеченная теплом, избыточно влажная и влажная, с господством глубинно-охлажденных почв, низкой биологической продуктивности ($К_к$=167...198; $\Sigma t_{ак}$==400...1300; n=36...92; $t_т$=10...16; $t_х$=—20...—35; P=300...500; $КУ$>1,33; h=45...95; $Б_к$=22...72).

II-3. Северовосточная провинция — резко континентальная, малообеспеченная теплом, полувлажная и полузасушливая, с господством мерзлотно-таежных почв, очень низкой и низкой биологической продуктивности ($К_к$=232...251; $\Sigma t_{ак}$=400...1200; n=32...84; $t_т$=10...16; $t_х$=—36...—48; P=150...400; $КУ$=0,25...1,33; h=30...60; $Б_к$=22...55).

II-4. Камчатская предгорно-равнинная провинция — среднеконтинентальная, малообеспеченная теплом, влажная, с господством дерновых, грубогумусных вулканических («охристых») почв очень низкой и низкой биологической продуктивности ($К_к$==108...196; $\Sigma t_{ак}$=400...1200; n=30...80; $t_т$=10...15; $t_х$=—10...—25; P=600...1000; $КУ$=0,99...1,32; h=60...100; $Б_к$=22...63).

III. Среднетаежная зона, недостаточно обеспеченная теплом, избыточно влажная, влажная и недостаточно влажная, с господ-

ством подзолистых и мерзлотнотаежных почв ($\Sigma t_{ак}$ = 1000...1700; $КУ$ = 0,48...1,33).

III-1. Европейская среднетаежная провинция — умеренно континентальная, недостаточно обеспеченная теплом, с господством подзолистых почв, пониженной биологической продуктивности ($К_к$ = 126...163; $\Sigma t_{ак}$ = 1250...1650; n = 92...112; $t_т$ = 15,5...17,5; $t_х$ = —9...—16; P = 500...700; $КУ$ > 1,33; h = 55...95; $Б_к$ = 69...91).

III-2. Западносибирская среднетаежная провинция — среднеконтинентальная, недостаточно обеспеченная теплом, избыточно влажная и влажная, с широким распространением болотно-подзолистых и болотных глубинно-охлажденных почв, пониженной биологической продуктивности ($К_к$ = 181...194; $\Sigma t_{ак}$ = 1100...1700; n = 74...113; $t_т$ = 15...18; $t_х$ = —18...—26; P = 400...500; $КУ$ = 1,08...1,33; h = 60...85; $Б_к$ = 61...93).

III-3. Среднесибирская среднетаежная провинция — средне и очень континентальная, недостаточно обеспеченная теплом, влажная, с преобладанием мерзлотно-таежных почв, пониженной биологической продуктивности ($К_к$ = 199...226; $\Sigma t_{ак}$ = 1000...1400; n = 75...97; $t_т$ = 15...17; $t_х$ = —23...—33; P = 350...500; $КУ$ = 0,99...1,33; h = 55...95; $Б_к$ = 55...77).

III-4. Центральноякутская среднетаежная провинция — очень и резко-континентальная, недостаточно обеспеченная теплом, полузасушливая, с господством мерзлотно-таежных палевых почв, низкой и пониженной биологической продуктивности ($К_к$ = 238...283; $\Sigma t_{ак}$ = 1000...1500; n = 71...100; $t_т$ = 14,5...17,0; $t_х$ = —25...—45; P = 200...330; $КУ$ = 0,48...0,99; h = 40...50; $Б_к$ = 45...64).

б. Умеренный агроклиматический пояс — интенсивного земледелия и животноводства (лесная, лесостепная, степная зоны), выборочного земледелия и пастбищного животноводства (полупустыня, пустыня); пояс культур умеренных требований к теплу [$\Sigma t_{ак}$ = 1400...4000 (3400)].

IV. *Южнотаежно-лесная зона, ниже среднего и среднеобеспеченная теплом, преимущественно избыточно влажная и влажная, с господством дерново-подзолистых почв* ($\Sigma t_{ак}$ = 1400...2600; $КУ$ = 0,77...1,33).

IV-1. Прибалтийская южнотаежно-лесная провинция — умеренно континентальная, ниже среднего обеспеченная теплом, избыточно влажная, с господством дерново-подзолистых и дерново-карбонатных почв, преимущественно средней биологической продуктивности ($К_к$ = 111...140; $\Sigma t_{ак}$ = 1600...2300; n = 103...152; $t_т$ = 15,4...17,8; $t_х$ = —2,0...—11,0; P = 500...800; $КУ$ = 1,33; h = 20...45; $Б_к$ = 88...126).

IV-2. Западная южнотаежно-лесная провинция — умеренно континентальная, среднеобеспеченная теплом, влажная, с широким распространением дерново-подзолистых песчаных и болотно-подзолистых почв, повышенной биологической продуктивности ($К_к$ = 132...150; $\Sigma t_{ак}$ = 2050...2550; n = 137...163; $t_т$ = 17,3...19,3; $t_х$ =

$=-4{,}0...-8{,}3$; $P=600...700$; $КУ=0{,}99...1{,}33$; $h=20...45$; $Б_к=113...135$).

IV-3. Среднерусская южнотаежно-лесная провинция — среднеконтинентальная, ниже среднего обеспеченная теплом, избыточно влажная и влажная, с господством дерново-подзолистых почв, средней биологической продуктивности ($К_к=142...180$; $\Sigma t_{ак}=1600...2400$; $n=100...150$; $t_т=17{,}0...19{,}0$; $t_х=-8{,}0...-17{,}0$; $P=500...800$; $КУ=0{,}99...1{,}33$; $h=50...80$; $Б_к=88...128$).

IV-4. Западносибирская южнотаежно-лесная провинция — средне континентальная, недостаточно и ниже среднего обеспеченные теплом, влажная, с господством дерново-подзолистых почв и широким распространением болотных, средней биологической продуктивности ($К_к=184...199$; $\Sigma t_{ак}=1500...1850$; $n=100...122$; $t_т=16{,}0...18{,}3$; $t_х=16{,}7...22{,}0$; $P=400...500$; $КУ=0{,}92...1{,}21$; $h=60...90$; $Б_к=82...96$).

IV-5. Среднесибирская южнотаежно-лесная провинция — очень континентальная, ниже среднего обеспеченная теплом, полувлажная, с широким распространением мерзлотно-таежных почв, пониженной биологической продуктивности ($К_к=217...228$; $\Sigma t_{ак}=1400...1600$; $n=90...104$; $t_т=16{,}0...18{,}4$; $t_х=-21{,}0...-27{,}0$; $P=300...400$; $КУ=0{,}77...1{,}00$; $h=30...50$; $Б_к=64...85$).

IV-6. Дальневосточно-Сахалинская южнотаежно-лесная провинция — муссонная, недостаточно и ниже среднего обеспеченная теплом, избыточно влажная и влажная, с господством дерново-подзолистых и подзолисто-буроземных почв, средней и пониженной биологической продуктивности ($К_к=191...274$; $\Sigma t_{ак}=1000...2100$; $n=76...130$; $t_т=14{,}4...19{,}6$; $t_х=-8{,}0...-32{,}0$; $P=500...1000$; $КУ=0{,}39...1{,}33$; $h=30...90$; $Б_к=55...112$).

IV-7. Дальневосточно-Амуро-Уссурийская южнотаежно-лесная провинция — муссонная, среднеобеспеченная теплом, влажная, с широким распространением подзолисто-буроземных почв, повышенной и средней биологической продуктивности (Климат муссонный; $\Sigma t_{ак}=2000....2600$; $n=122...146$; $t_т=19{,}8...22{,}3$; $t_х=-10{,}0...-29{,}0$; $P=500...1000$; $КУ=0{,}99...1{,}33$; $h=30...60$; $Б_к=110...139$).

V. Лесостепная зона, преимущественно полувлажная, средне и ниже среднего обеспеченная теплом, с господством серых лесных оподзоленных почв и выщелоченных черноземов ($КУ=0{,}65...1{,}10$; $\Sigma t_{ак}=1400...3200$).

V-1. Украинская лесостепная провинция — умеренно континентальная, полувлажная, частично влажная (западная часть), среднеобеспеченная теплом, с преобладанием малогумусных мощных черноземов, повышенной биологической продуктивности ($К_к=137...167$; $\Sigma t_{ак}=2400...3200$; $n=146...188$; $t_т=17{,}5...21{,}4$; $t_х=-3{,}6...-8{,}0$; $P=500...600$; $КУ=0{,}67...1{,}1$; $h=25...40$; $Б_к=121...149$.

V-2. Среднерусская лесостепная провинция — среднеконтинентальная, полувлажная и влажная (северо-западная часть), среднеобеспеченная теплом, с широким распространением среднегумусной и тучных мощных черноземов, серых лесных почв сред-

ней и повышенной биологической продуктивности ($К_к$=166...184; $\Sigma t_{ак}$=2000...2800; n=132....163; $t_т$=17,8...20,8; $t_х$=—7,8...—13,8; P=400...600; $КУ$=0,77...1,1; h=35...50; $Б_к$=91...131).

V-3. Предуральская лесостепная провинция — среднеконтинентальная, полувлажная, ниже среднего и средне обеспеченная теплом, с широким распространением тучных среднемощных черноземов и серых лесных почв, средней биологической продуктивности ($К_к$=181...191; $\Sigma t_{ак}$=1600...2500; n=106...149; $t_т$=17,1...20,6; $t_х$=—13,5...16,4; P=400...600; $КУ$=0,66...1,1; h=40...80; $Б_к$=85...110).

V-4. Западносибирская лесостепная провинция — среднеконтинентальная, полувлажная и полузасушливая, ниже среднего обеспеченная теплом, с широким распространением лугово-черноземных солонцеватых почв лугово-степных солонцов и солодей, средней биологической продуктивности ($К_к$=189...208; $\Sigma t_{ак}$=1800...2250; n=107...137; $t_т$=17,3...20,0; $t_х$=—16,7...—20,3; P=300...400; $КУ$=0,66...0,99; h=40...60; $Б_к$=96...99).

V-5. Северопредалтайская лесостепная провинция — континентальная, полувлажная и влажная, ниже среднего обеспеченная теплом, с преобладанием среднемощных, среднегумусных черноземов, средней биологической продуктивности ($К_к$=197...208; $\Sigma t_{ак}$=1600...2050; n=102...129; $t_т$=16,7...19,3; $t_х$=—17,0...—19,0; P=400...700; $КУ$=0,77...1,1; h=45...100; $Б_к$=88...99).

V-6. Среднесибирская лесостепная провинция — среднеконтинентальная, полувлажная и полузасушливая, ниже среднего обеспеченная теплом, с широким распространением серых лесных почв, пониженной биологической продуктивности ($К_к$=198...233; $\Sigma t_{ак}$=1400...1700; n=93...108; $t_т$=17,2...18,9; $t_х$=—18,0...—25,0; P=300...500; $КУ$=0,66...1,1; h=30...60; $Б_к$=66...91).

VI. Степная зона, полузасушливая, засушливая, выше среднего, средне и ниже среднего обеспеченная теплом, с господством обыкновенных и южных черноземов ($КУ$=0,44...0,88; $\Sigma t_{ак}$=3400...3600).

VI-1. Украинская степная провинция — умеренно континентальная, полузасушливая и засушливая, выше среднего обеспеченная теплом, с господством мощных черноземов, повышенной биологической продуктивности ($К_к$=159...175; $\Sigma t_{ак}$=2800...3450; n=160...199; $t_т$=20,1...22,9; $t_х$=0,0...—8,2; P=350...500; $КУ$=0,44...0,81; h=10...20; $Б_к$=108...132).

VI-2. Предкавказская степная и лесостепная провинция — умеренно и среднеконтинентальная, полузасушливая и полувлажная, выше среднего и повышенно обеспеченная теплом, с господством мощных мицелярно-карбонатных черноземов, повышенной биологической продуктивности ($К_к$=167...187; $\Sigma t_{ак}$=2800...3600; n=166...190; $t_т$=20,4...24,6; $t_х$=—1,0...6,0; P=400...800; $КУ$=0,44...0,99; h=10...60; $Б_к$=106...167).

VI-3. Южнорусская степная провинция — умеренно и среднеконтинентальная, полузасушливая и засушливая, средне и выше среднего обеспеченная теплом, с преобладанием средне мощных, местами солонцеватых черноземов, средней биологической продук-

тивности ($К_к$=177...195; $\Sigma t_{ак}$=2400...3300; n=145...179; $t_т$=20,0... 23,0; $t_х$=5,6...13,0; $Р$=350...500; $КУ$=0,44...0,81; h=15...40; $Б_к$= =92...126).

VI-4. Заволжская степная провинция — среднеконтинентальная, полузасушливая и засушливая, среднеобеспеченная теплом с преобладанием среднемощных, местами солонцеватых черноземов, средней биологической продуктивности ($К_к$=197...216; $\Sigma t_{ак}$=2200... 2800; n = 138...156; $t_т$=19,4...22,0; $t_х$=—12,8...—16,5; $Р$=300...400; $КУ$=0,33...0,73; h=30...45; $Б_к$=61...103).

VI-5. Казахстанская степная провинция — средне и очень континентальная, полузасушливая и засушливая, средне и ниже среднего обеспеченная теплом, с преобладанием среднемощных черноземов, широким распространением карбонатных и солонцеватых черноземов, средней биологической продуктивности ($К_к$=212...223; $\Sigma t_{ак}$=2000...2400; n=126...143; $t_т$=18,6...20,7; $t_х$=—16,5...—20,0; $Р$=250...350; $КУ$=0,37...0,77; h=30...45; $Б_к$=63...95).

VI-6. Западнопредалтайская степная провинция — очень континентальная, полузасушливая и засушливая, ниже среднего обеспеченная теплом, с господством среднемощных черноземов, пониженной биологической продуктивности, ($К_к$=206...216; $\Sigma t_{ак}$=1600... 2300; n=108...140; $t_т$=17,2...20,2; $t_х$=—17,0...—19,6; $Р$=300...500; $КУ$=0,44...0,84; h=25...45; $Б_к$=72...96).

VI-7. Восточносибирская степная провинция — очень и резко континентальная, засушливая и полузасушливая, ниже среднего обеспеченная теплом, с распространением маломощных черноземов и каштановых почв, пониженной биологической продуктивности ($К_к$=215...263; $\Sigma t_{ак}$=1400...2000; n=94...122; $t_т$=17,1...20,7; $t_х$=—19,0..—30,0; $Р$=200...400; $КУ$=0,44...0,77; h=15...40; $Б_к$= =57...85).

VII. Сухостепная зона, очень засушливая, выше среднего обеспеченная теплом, темно-каштановых и каштановых почв ($КУ$= =0,33...0,55. $\Sigma t_{ак}$=2200...3600).

VII-1. Южноукраинская сухостепная провинция — умеренно и среднеконтинентальная, очень засушливая, выше среднего и повышенно обеспеченная теплом, с господством темно-каштановых почв, средней биологической продуктивности ($К_к$=162...172; $\Sigma t_{ак}$= =3200...3450; n=180...199; $t_т$=21,9...23,0; $t_х$=—2,0...—4,7; $Р$=250... 350; $КУ$=0,42...0,53; h=10; $Б_к$=103...127).

VII-2. Манычско-Донская сухостепная провинция — среднеконтинентальная, очень засушливая, выше среднего и повышенно обеспеченная теплом, с широким распространением темно-каштановых и каштановых почв, местами мицелярно-карбонатных почв, пониженной и средней биологической продуктивности $К_к$ = 180... 205; $\Sigma t_{ак}$=2750...3600; n=160...195; $t_т$=22,2...25,0; $t_х$=—2,0...—12,0; $Р$=250...350; $КУ$=0,33...0,55; h=10...15; $Б_к$=59...98).

VII-3. Заволжская сухостепная провинция — средне и очень континентальная, очень засушливая, выше среднего обеспеченная теплом, с распространением темно-каштановых солонцевых почв и солонцеватых комплексов, пониженной и средней биологической

продуктивности ($К_к$=209...224; $\Sigma t_{ак}$=2500...3100; n=142...164; $t_т$=19,8...23,3; $t_х$=—10,3...—17,6; $Р$=250...350; $КУ$=0,26...0,48; h=15...25; $Б_к$=57...70).

VII-4. Казахстанская сухостепная провинция — очень континентальная, очень засушливая, среднеобеспеченная теплом, с широким распространением темно-каштановых, каштановых солонцеватых почв и солонцеватых комплексов, низкой и пониженной биологической продуктивности ($К_к$=221...229; $\Sigma t_{ак}$=2200...2800; n=133...155; $t_т$=19,7...22,6; $t_х$=—14,6...—19,3; $Р$=250...350; $КУ$=0,29...0,48; h=20...30; $Б_к$=46...70).

VIII. Полупустынная зона — полусухая необеспеченная влагой, выше среднего и хорошо обеспеченная теплом, с господством светло-каштановых почв и широким распространением лугово-солонцевых комплексов ($КУ$=0,22...0,33; $\Sigma t_{ак}$=2200...3650).

VIII-1. Прикаспийская полупустынная провинция — средне и очень континентальная, полусухая, выше среднего и повышенно обеспеченная теплом, с господством светло-каштановых почв и широким распространением лугово-солонцеватых комплексов, очень низкой биологической продуктивности и высокой в условиях оптимального увлажнения ($К_к$=205...232; $\Sigma t_{ак}$=2800...3650; n=155...188; $t_т$=22,0...25,8; $t_х$=—3,5...—14,8; $Р$=100...300; $КУ$=0,22...0,37; h=10...25; $Б_к$=10...75).

VIII-2. Центральноказахстанская полупустынная провинция — очень континентальная, полусухая, средне и повышенно обеспеченная теплом, с преобладанием светло-каштановых почв, широким распространением щебнистых почв и солонцевых комплексов, очень низкой биологической продуктивности и высокой в условиях оптимального увлажнения ($К_к$=213...250; $\Sigma t_{ак}$=2200...3000; n=136...170; $t_т$=19,5...250; $t_х$=—15,0...—18,0; $Р$=100...300; $КУ$=0,22...0,33; h=10...30; $Б_к$=10...49).

IX. Пустынная зона — сухая и очень сухая, выше среднего и повышенно обеспеченная теплом, с господством бурых и серо-бурых почв, песков и солончаков ($КУ$=0,12...0,23; $\Sigma t_{ак}$=2700...4000).

IX-1. Арало-Каспийская пустынная провинция — очень континентальная, сухая и очень сухая, повышенно обеспеченная теплом, с преобладанием бурых и серо-бурых почв, очень низкой биологической продуктивности и высокой в условиях оптимального увлажнения ($К_к$=206...240; $\Sigma t_{ак}$=3200...4000; n=165...200; $t_т$=24,0...26,8; $t_х$=—1,5...—13,0; $Р$=75...175; $КУ$=0,11...0,22; h=10; $Б_к$=10...33).

IX-2 Арало-Балхашская пустынная провинция — очень и резко континентальная, очень сухая и сухая, выше среднего и повышенно обеспеченная теплом, с широким распространением серо-бурых, бурых почв и песков, очень низкой биологической продуктивности и очень высокой при искусственном оптимальном увлажнении ($К_к$=230...260; $\Sigma t_{ак}$=2700...4000; n=153...205; $t_т$=22,0...27,9; $t_х$=—6...—17,3; $Р$=75...175; $КУ$=0,11...0,24; h=10...20; $Б_к$=11...33).

X. Предгорная пустынно-степная зона — полусухая, выше среднего и повышенно обеспеченная теплом, с господством северных

черноземов и каштановых предгорно-степных почв ($КУ$=0,22...0,33; $\Sigma t_{ак}$=2800...4000).

X-1. Южноказахстанская предгорная пустынно-степная провинция — очень континентальная, выше среднего и повышенно обеспеченная теплом, с преобладанием малокарбонатных черноземов, очень низкой и низкой биологической продуктивности и высокой при искусственном оптимальном увлажнении ($К_к$=206...247; $\Sigma t_{ак}$=2800...4000; n=160...204; $t_т$=20,8...25,8; $t_х$=—5...—16; P=200...400; $КУ$=0,22...0,33; h=20...25; $Б_к$=30...68).

В. Теплый субтропический агроклиматический пояс — орошаемого, богарного и неорошаемого субтропического земледелия и приферменного животноводства; теплолюбивых культур с длинным вегетационным периодом [$\Sigma t_{ак}$>4000(3400)].

XI. Субтропическая пустынная зона — очень сухая, хорошо обеспеченная теплом с широким распространением серо-бурых почв и песков, очень низкой биологической продуктивности и очень высокой при искусственном оптимальном увлажнении ($К_к$=215...240; $\Sigma t_{ак}$=4000...5600; n=195...240; $t_т$=25,0...31,0; $t_х$=2...—8; P=75...175; $КУ$=0,12; h=10; $Б_к$=8...16).

XII. Субтропическая предгорная, полупустынно-пустынная зона — полусухая и сухая, хорошо обеспеченная теплом, с господством южных сероземов и серо-бурых почв ($КУ$=0,12...0,33; $\Sigma t_{ак}$=4000...5200).

XII-1. Среднеазиатская субтропическая предгорная, полупустынно-пустынная провинция — средне и очень континентальная, сухая и очень сухая, хорошо обеспеченная теплом, с преобладанием сероземов, низкой биологической продуктивности и очень высокой при искусственном оптимальном орошении ($К_к$=214...236; $\Sigma t_{ак}$=4000...5400; n=190...260; $t_т$=26,5...32,0; $t_х$=2...—5; P=100...400; $КУ$=0,11...0,22; h=10; $Б_к$=12...46).

XII-2. Кура-Араксинская субтропическая предгорно-полупустынная провинция — среднеконтинентальная, сухая и очень сухая, хорошо обеспеченная теплом, низкой биологической продуктивности и очень высокой при искусственном оптимальном увлажнении ($К_к$=180...193; $\Sigma t_{ак}$=3800...4500; n=210...220; $t_т$=23,8...26,6; $t_х$=—1...+3; P=300...400; $КУ$=0,18...0,37; h=10; $Б_к$=32...100).

XIII. Субтропическая кустарниково-степная и сухолесная зона — засушливая и полусухая, повышенно и хорошо обеспеченная теплом, с преобладанием серо-коричневых и коричневых почв ($КУ$=0,24...0,55; $\Sigma t_{ак}$=3400...4400).

XIII-1. Восточнозакавказская кустарниково-степная и сухолесная провинция — среднеконтинентальная, засушливая и полусухая, повышенно и хорошо обеспеченная теплом, с широким распространением коричневых и серо-коричневых (каштановых восточно-закавказских) почв, пониженной и средней биологической продуктивности и очень высокой при искусственном оптимальном увлажнении ($К_к$=171...184; $\Sigma t_{ак}$=3400...4000; n=195...220; $t_т$=21,8...26,2; $t_х$=+1...—2,5; P=300...600; $КУ$=0,24...0,55; h=10...20; $Б_к$=60..129).

XIV. Субтропическая влажно-лесная зона, хорошо обеспеченная

теплом, с преобладанием желтоземов и красноземов ($КУ = 1{,}0...1{,}33$; $\Sigma t_{ак} = 4000...4400$).

XIV-1. Западногрузинская субтропическая влажно-лесная провинция — слабо континентальная, избыточно влажная, хорошо обеспеченная теплом, с распространением желтоземов и подзолисто-желтоземных почв, очень высокой биологической продуктивности ($К_к = 120...148$; $\Sigma t_{ак} = 4000...4400$; $n = 225...240$; $t_т = 22{,}3...23{,}5$; $t_х = 0...7$; $P = 800...3200$; $КУ > 1{,}33$; $h = 10..15$; $Б_к = 220...242$).

XIV-2. Южноазербайджанская субтропическая влажно-лесная провинция — среднеконтинентальная, хорошо обеспеченная теплом, с распространением желтоземов, высокой биологической продуктивности ($К_к = 179$; $\Sigma t_{ак} = 4000...4400$; $n = 200...230$; $t_т = 22{,}2...26{,}0$; $t_х = -1...+4$; $P = 500...800$; $КУ = 1{,}00...1{,}32$; $h = 10...20$; $Б_к = 220...240$.

Горная территория

А. *Холодный пояс*

Г1. Уральская горная область ($\Sigma t_{ак} < 400...1200$; $КУ > 1{,}33$).

$а_1$Гнс. Североуральская горно-тундровая провинция ($К_к = 129$; $\Sigma t_{ак} < 400...1200$; $КУ > 1{,}33$; $t_т = 0...14{,}8$; $t_х = -17...-23$; $Б_к = 0...66$).

Г2. Северосибирская горная область ($\Sigma t_{ак} < 400...1200$; $КУ = 0{,}55-1{,}33$)

$а_2$Гнс. Таймыро-Тунгусская горно-мерзлотно-таежно-тундровая провинция ($К_к = 178$; $\Sigma t_{ак} < 400...1200$; $КУ > 1{,}33$; $t_т = 0...15$; $t_х = -25...-40$; $Б_к = 0...66$).

$а_3$Гнс. Верхнекаломская горно-мерзлотно-таежно-тундровая провинция ($К_к = 194$; $\Sigma t_{ак} < 400...1000$; $КУ = 0{,}55-1{,}33$; $t_т = 0...13{,}5$; $t_х = -30...-40$; $Б_к = 0...38$).

$а_4$Гнс. Чукотская горно-тундровая провинция ($К_к = 147$; $\Sigma t_{ак} < 400...800$; $КУ = 1{,}00...1{,}33$; $t_т = 0...13$; $t_х = -15...-35$; $Б_к = 0...44$).

Г3. Камчатско-Курильская горная область ($\Sigma t_{ак} < 400...800$; $КУ > 1{,}33$).

$а_5$Гсв. Камчатско-Курильская горно-лесная и горно-тундровая провинция ($К_к = 98$; $\Sigma t_{ак} < 400...800$; $t_т = 0...6$; $t_х = -10...-20$; $Б_к = 0...47$).

Б. Умеренный пояс

Г4. Карпатская горная область $\Sigma t_{ак} = 1600...2800$; $КУ = 1{,}00-1{,}33$).

$б_1$ГнРпг. Карпатская предгорно-горно-лесная провинция ($К_к = 129$; $\Sigma t_{ак} = 1600...2800$; $КУ = 1{,}0-1{,}33$; $t_т = 16{,}5...20{,}0$; $t_х = -5$; $Б_к = 88...151$).

Г1. Уральская горная область ($\Sigma t_{ак} = 800...2200$; $КУ = 0{,}66...1{,}33$).

$б_2$Гн. Среднеуральская горно-таежная и горно-луговая провинция ($К_к = 167$; $\Sigma t_{ак} = 800...1800$; $КУ = 0{,}77...1{,}33$; $t_т = 12{,}8...18{,}0$; $t_х = -16$; $Б_к = 44...84$).

$б_3$Гнс. Южноуральская горно-степная и горно-таежная про-

винция ($К_к=201$; $\Sigma t_{ак}=1800...2200$; $КУ=0{,}66...1{,}00$; $t_т=18{,}0...20{,}4$; $t_х=-16$; $Б_к=96...97$).

Г5. Южносибирская горная область ($\Sigma t_{ак}=400...2200$; $КУ=0{,}33...1{,}33$).

$б_4$Гсв. Саяно-Алтайская горно-таежная и горно-тундровая провинция ($К_к=216$; $\Sigma t_{ак}=400...1400$; $КУ=1{,}00...1{,}33$; $t_х=-11...-17$; $-20...-27$; $Б_к=22...75$).

$б_5$Гнс. Витимо-Алтайская горно-мерзлотно-таежная и горно-тундровая провинция ($К_к=177$; $\Sigma t_{ак}=400...1600$; $КУ=0{,}77...1{,}33$; $t_т=10...16$; $t_х=-25...-35$; $Б_к=22...75$).

$б_6$Гнс. Саяно-Алиньско-Сахалинская горно-таежная провинция (Климат муссонный; $\Sigma t_{ак}=1000...1600$; $КУ=1{,}33$; $t_т=14{,}5...18$; $t_х=-15...-25$; $Б_к=55...88$).

$б_7$Гнсв. Южноалтайская горно-степная и горно-таежная провинция ($К=200$; $\Sigma t_{ак}=400...2200$; $КУ=0{,}33...1{,}33$; $t_т=11...22$; $t_х=-13...-20$; $Б_к=22...48$).

$б_8$Гн. Южнозабайкальская горно-лесостепная и горно-мерзлотно-таежная провинция ($К_к=261$; $\Sigma t_{ак}=1000...1800$; $КУ=0{,}55...1{,}00$; $t_т=14...19$; $t_х=-25...-30$; $Б_к=54...69$).

$б_9$Гн. Южносихотэ-Алиньская горно-широколиственно лесная провинция (Климат мусонный; $\Sigma t_{ак}=1000...2000$; $КУ=1{,}33$; $t_т=14{,}5...19{,}0$; $t_т=-15...-22$; $Б_к=55...110$).

В. *Теплый пояс*

Г6. Кавказско-Крымская горная область ($\Sigma t_{ак}<400...4000$; $КУ=0{,}33...1{,}33$).

$в_1$Гн. Крымская горно-лесостепная и горно-лесная провинция ($К_к=148$; $\Sigma t_{ак}=2800...3400$; $КУ=0{,}49...0{,}55$; $t_т=21...23$; $t_х>0$; $Б_к=108...118$).

$в_2$Гнсв. Большекавказская горно-лугово-лесная и горно-степная провинция ($К_к=155$; $\Sigma t_{ак}=400...4000$; $КУ=0{,}35...1{,}33$; $t_т=10...24$; $t_х=0...-10$; $Б_к=22...154$).

$в_3$Гнсв. Малокавказская горно-лугово-степная и горно-лесная провинция ($К_к=181$; $\Sigma t_{ак}=400...4000$; $КУ=0{,}33...1{,}33$; $t_т=8...26$; $t_х=-2...-12$; $Б_к=22...88$).

Г7. Горная область Талыш ($\Sigma t_{ак}=2200...3400$; $КУ=0{,}55...1{,}33$).

$в_4$Гнс. Талышская горно-влажно и сухо-лесная провинция ($К_к=142$; $\Sigma t_{ак}=2200...3400$; $КУ=0{,}55...1{,}33$; $t_т=16...20$; $t_х>0$; $Б_к=121...131$).

Г8. Памиро-Тянь-Шаньская горная область ($\Sigma t_{ак}=400...4000$; $КУ=0{,}11...1{,}00$).

$в_5$Гнсв. Тянь-Шаньская горно-лугово-степная и горно-полупустынная провинция ($К_к=209$; $\Sigma t_{ак}=400...3600$; $КУ=0{,}22...1{,}00$; $t_т=10...24$; $t_х=-5...-20$; $Б_к=22...49$).

$в_6$Гнсв. Памиро-Алайская горно-полупустынно-пустынная и горно-луговая провинция ($К=254$; $\Sigma t_{ак}=400...4000$; $КУ=0{,}22...1{,}00$; $t_т=10{,}5...25{,}0$; $t_х=-10...-20$; $Б_к=21...44$).

$в_7$Гн. Копет-Дагская горно-полупустынная провинция ($К_к=199$; $\Sigma t_{ак}<4000$; $КУ=0{,}11$; $t_т=25$; $t_х>0$; $Б_к=11$).

Список литературы

1. Агроклиматические ресурсы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1971—1978. (Справочники по областям и республикам.)
2. Александров А. Д., Рассулов Б. К., Чичасов В. П., Горшков В. В. Мелкодисперсное дождевание сельскохозяйственных культур. — В кн.: Прогрессивные способы орошения. IX Международный конгресс по ирригации и дренажу. М., 1975, с. 58—78.
3. Алисов Б. П. Климат СССР. — М.: изд. МГУ, 1956. — 126 с.
4. Атлас сельского хозяйства СССР. — М., 1960.
5. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. — М.; Л.: Сельхозгиз, 1939. — 343 с.
6. Бабушкин Л. Н. Агроклиматическое районирование хлопковой зоны Средней Азии. — Л.: Гидрометеоиздат, 1960. — 135 с.
7. Берг Л. С. Основы климатологии. — Л.: изд. Наркомпроса РСФСР, 1938. — 455 с.
8. Бова Н. В. Агроклиматическое районирование Юго-Востока. — Сельское хозяйство Поволжья, 1956, № 9, с. 14—20.
9. Бондарчук Н. П. Эффективность минеральных удобрений по природно-сельскохозяйственным подразделениям территории. — Труды ГИЗРа, 1980, с. 86—92.
10. Бронштейн М. Л. Задачи и этапы земельно-оценочных работ. — В кн.: Экономическая оценка земли и ее использование в планировании сельскохозяйственного производства. — Киев: Урожай, 1973, с. 30—37.
11. Броунов П. И. Климатические и сельскохозяйственные районы России. — Избр. соч., т. 2. — Л.: Гидрометеоиздат, 1957, с. 272—291.
12. Будыко М. И. Тепловой баланс земной поверхности. — Л.: Гидрометеоиздат, 1956. — 254 с.
13. Вадковская Н. Н. Зависимость между свойствами почв и урожайностью зерновых культур (на примере Русской равнины). — Почвоведение, 1976, вып. 4, с. 63—69.
14. Вериго С. А., Разумова А. А. Почвенная влага. — Л.: Гидрометеоиздат, 1973. — 328 с.
15. Вильямс В. Р. Основы земледелия. — М.: Сельхозгиз, 1948. — 223 с.
16. Воейков А. И. Климаты земного шара, в особенности России. — СПб., 1884. — 640 с.
17. Воейков А. И. Сельскохозяйственная метеорология. — Избр. соч. Л.: Гидрометеоиздат, 1967. — 256 с.
18. Высоцкий Г. Н. Степи европейской России. — В кн.: Полная энциклопедия русского сельского хозяйства. Т. 9. СПб, 1905, с. 397—443.
19. География лесных ресурсов земного шара/Пер. с англ. под ред. П. В. Васильева, В. П. Виппера. — М., 1960. — 637 с.
20. Гольцберг И. А. Климатическая характеристика заморозков и методы борьбы с ними в СССР. — Л.: Гидрометеоиздат, 1949. — 111 с. (Труды ГГО, вып. 17(79)).
21. Григорьев А. А. Географическая зональность и некоторые ее закономерности. — Изв. АН СССР, сер. геогр., 1954, № 5, с. 17—38.
22. Григорьев А. А., Будыко М. И. Классификация климатов СССР. — Изв. АН СССР, сер. геогр., 1959, № 3, с. 3—18.
23. Давид Р. Э. Сельскохозяйственная метеорология. — М.: Сельхозгиз, 1936. — 406 с.
24. Давид Р. Э. Климатические провинции Юго-Востока и их хозяйственные проблемы. Избр. работы по сельскохозяйственной метеорологии. — Л.: Гидрометеоиздат, 1965. — 226 с.
25. Давитая Ф. Ф. Климатические зоны винограда в СССР. — М.: Пищепромиздат, 1948. — 192 с.
26. Докучаев В. В. К учению о зонах природы. — М.: Географгиз, 1948 (1953). — 28 с.
27. Докучаев В. В. О нормальной оценке почв Европейской России. Собр. соч., т. 4. — М.: изд. АН СССР, 1950, с. 289—360.

28. Докучаев В. В. К вопросу о переоценке земель Европейской и Азиатской России. Избр. соч. — М.: Сельхозгиз, 1954, с. 561—644.
29. Зольников В. Г. Почвы и природные зоны земли. — М.: Знание, 1970. — 338 с.
30. Иванов Н. Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара. — Зап. геогр. об-ва, 1949, т. 1 (нов. сер.). — 228 с.
31. Кайгародов А. И. Естественная зональная классификация климатов земного шара. — М.: изд. АН СССР, 1955. — 117 с.
32. Карманов И. И. Плодородие почв СССР. — М.: Колос, 1980. — 223 с.
33. Каштанов А. Н., Лыков А. М., Кауричев И. С. Плодородие почвы в интенсивном земледелии: теоретические и методологические аспекты. — Вестник сельскохозяйственной науки, 1983, № 12, с. 60—68.
34. Кельчевская Л. С. Влажность почвы Европейской части СССР. — Л., Гидрометеоиздат, 1983. — 182 с.
35. Кеппен В. П. Основы климатологии. — М.: Учпедгиз, 1938. — 375 с.
36. Колосков П. И. Климатические основы сельского хозяйства Амурской области. — Благовещенск, 1925. — 152 с.
37. Колосков П. И. Агроклиматическое районирование Казахстана. — М.; Л.: Изд. АН СССР, 1947. — 267 с.
38. Колосков П. И. Вопросы агроклиматического районирования СССР. — Труды НИИАК, 1958, вып. 6, с. 5—51.
39. Колосков П. И. О биоклиматическом потенциале и его распределении на территории СССР. — Труды НИИАК, 1953, вып. 23, с. 90—111.
40. Коровин А. И. Роль температуры в минеральном питании растений. — Л.: Гидрометеоиздат, 1972. — 282 с.
41. Коровин А. И. О неравнозначимости реакции растений на температуру в различных зонах их жизненного термического диапазона. — В кн.: Сельскохозяйственная биология. Т. 16. — М., 1981, с. 212—222.
42. Костяков А. Н. Основы мелиорации. — М.: Сельхозгиз, 1960. — 622 с.
43. Куликова Т. А. Оценка продуктивности лесов. — М.: Лесная промышленность, 1981. — 148 с.
44. Либерт Э. Физиология растений. — М.: Мир, 1976. — 576 с.
45. Методика экономической оценки земли. — М.: изд. ВНИЭСХ, 1970. — 72 с.
46. Методические указания по проведению бонитировки почв в автономных республиках, краях и областях РСФСР. — М., 1971. — 80 с.
47. Миронова Е. В. Аграрная география Англии и Уэльса. — Саратов. Изд. Саратов. ун-та, 1976. — 222 с.
48. Мищенко З. А. Биоклимат дня и ночи. — Л.: Гидрометеоиздат, 1984. — 279 с.
49. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и плодородие почв. — М.: изд. АН СССР, 1956. — 247 с.
50. Моисейчик В. А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. — Л.: Гидрометеоиздат, 1975. — 295 с.
51. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. — М.: изд. АН СССР, 1956. — 94 с.
52. Ничипорович А. А. Крупные достижения биологической науки в повышении продуктивности растений. — Экология, 1971, № 1, с. 5—11.
53. Общесоюзная инструкция по бонитировке (качественной оценке) почв (проект). — М.: изд. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева, 1967. — 41 с.
54. Оценка сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. — М., 1983. — 87 с.
55. Попов В. П. Агроклиматическое районирование УССР. — В кн.: Вопросы агроклиматического районирования СССР. — М.: изд. МСХ СССР, 1958, с. 93—120.
56. Почвенно-географическое районирование СССР. — М.: изд. АН СССР, 1962. — 422 с.
57. Прасолов Л. И. Генетические типы почв и почвенные области Европейской части СССР. — В кн.: Почвы СССР. Т. 1. — М.; Л.: изд. АН СССР, 1939, с. 9—27.

58. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР. — М.: Колос, 1975. — 256 с.

59. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР/Под ред. акад. ВАСХНИЛ А. Н. Каштанова. — М.: Колос, 1983. — 335 с.

60. Розов Н. Н., Шувалов С. А., Карманов Н. И. Бонитировка почв и география почвенного плодородия. — В кн.: Труды 10-го Международного конгресса почвоведов. Т. 5. М., 1974, с. 13—18.

61. Розов Н. Н. Прасолов и становление почвоведения. — Почвоведение, 1976, № 9, с. 3—7.

62. Розов Н. Н., Булгаков Д. С., Вадковская Н. Н. Прогноз повышения почвенного плодородия на основе разработки агроэкологических моделей. — Докл. ВАСХНИЛ, 1984, № 1, с. 3—5.

63. Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге. — Л.: Гидрометеоиздат, 1965. — 664 с.

64. Романова Е. Н., Мосалова Г. И., Вереснева И. А. Микроклиматология и ее значение для сельского хозяйства. — Л.: Гидрометеоиздат, 1983. — 245 с.

65. Сапожникова С. А. Микроклимат и местный климат. — Л.: Гидрометеоиздат, 1950. — 239 с.

66. Сапожникова С. А. Опыт агроклиматического районирования СССР. — В кн.: Вопросы агроклиматического районирования СССР. М., изд. МСХ СССР, 1958, с. 14—37.

67. Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. — Труды по сельскохозяйственной метеорологии, 1928, вып. 20, с. 165—177.

68. Селянинов Г. Т. К вопросу о классификации сельскохозяйственных культур по климатическому признаку. — Труды по сельскохозяйственной метеорологии, 1930, вып. 21, с. 130—171.

69. Селянинов Г. Т. Специализация сельскохозяйственных районов по климатическому признаку. — В кн.: Растениеводство СССР. Т. 1. М.: Сельхозгиз, 1933, с. 1—15.

70. Селянинов Г. Т. Климатическое районирование СССР для сельскохозяйственных целей. — В кн: Памяти академика Л. С. Берга. М.: Л., 1955, с. 187—225.

71. Селянинов Г. Т. Принципы агроклиматического районирования СССР. — В кн.: Вопросы агроклиматического районирования СССР. М.: изд. МСХ СССР, 1958, с. 7—14.

72. Селянинов Г. Т. Перспективы субтропического хозяйства СССР, в связи с природными условиями. — Л.: Гидрометеоиздат, 1961. — 195 с.

73. Сибирцев Н. М. Избр. соч., т. 1. — М.: Сельхозгиз, 1951. — 472 с.

74. Сивков С. И. Использование солнечной энергии растениями в процессе фотосинтеза. — Труды ГГО, 1966, вып. 184, с. 109—122.

75. Система ведения сельского хозяйства Ставропольского края. — Ставрополь, кн. изд., 1980. — 496 с.

76. Скалабан В. Д. Потенциал почвенной влаги как критерий оптимального увлажнения почв и засухоустойчивости растений. — Науч. докл. Высшей школы. Биолог. науки, 1971, № 8, с. 121—127.

77. Скалабан В. Д. О возможностях расчета урожая сельскохозяйственных культур по производственным факторам. — Вестник с.-х. науки, 1983, № 5, с. 138—143.

78. Смирнова В. А. Агроклиматическое районирование по продуктивности комплекса масличных и маслично-волокнистых культур. — В кн.: Труды научно-метеорологического совещания. Т. 8. Л.: Гидрометеоиздат, 1963, с. 27—30.

79. Соболев С. С. Бонитировка почв на территории СССР. М., 1974. — 118 с.

80. Соколовский А. Н. Задачи экономического почвоведения в свете решений XXI съезда КПСС. Проблемы плодородия почв Украинской ССР. — Труды УкрНИИ почвоведения, 1959, т. 4, с. 3—6.

81. Степанов В. Н. Биологическая классификация сельскохозяйственных растений полевой культуры. — Изв. ТСХА, 1957, вып. 2, с. 5—29.

82. Струмилин С. Г., Лупиновнч Н. С. Естественно-историческое районирование СССР. — М.; Л.: Изд. АН СССР, 1947. — 372 с.
83. Тимирязев К. А. Земледелие и физиология растений. — Избр. соч. Т. 1. М.: Сельхозгиз, 1957. — 726 с.
84. Указания о порядке проведения оценки земель (временные). — М.: Изд. МСХ СССР, 1978. — 34 с. (ротапринт).
85. Уланова Е. С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1975. — 302 с.
86. Федорин Ю. В. Классификация земель и ее применение в системе земельного кадастра СССР. — Земледелие, 1978, № 2, с. 39—43.
87. Федосеев А. П. Климат и пастбищные травы Казахстана. — Л.: Гидрометеоиздат, 1964. — 317 с.
88. Цубербиллер Е. А. Агроклиматическая характеристика суховеев. — Л.: Гидрометеоиздат, 1959. — 119 с.
89. Черемушкин С. Д. Теория и практика экономической оценки земли. — М.: Соцэкгиз, 1963. — 279 с.
90. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1969. — 251 с.
91. Чирков Ю. И. Агрометеорология. — Л.: Гидрометеоиздат, 1979. — 320 с.
92. Чубуков Л. А. Комплексная климатология. — М.; Л.: изд. АН СССР, 1949. — 94 с.
93. Шатилов И. С. Принципы программирования урожайности. — Вестник сельскохозяйственной науки, 1973, № 3, с. 8—14.
94. Шашко Д. И. Изучение расхода влаги на транспирацию и суммарное испарение. — В кн.: Биологические основы орошаемого земледелия. М.: изд. АН СССР, 1957, с. 398—411.
95. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР по обеспеченности растений теплом и влагой. — В кн.: Вопросы агроклиматического районирования СССР. М.: Изд. МСХ СССР, 1958, с. 38—92.
96. Шашко Д. И. Климатические условия земледелия Центральной Якутии. — М.: Изд. АН СССР, 1961. — 257 с.
97. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР. — М.: Колос, 1967. — 334 с.
98. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование орошаемого земледелия. — Труды САРНИГМИ, 1971, вып. 66 (81), с. 9—26.
99. Шашко Д. И. Ареалы биологической продуктивности суши и мелиорация земель. — В кн.: Орошение и мелиорация почв. М.: изд. АН СССР, 1977, с. 5—19.
100. Шашко Д. И., Скалабан В. Д. Оценка условий роста культур по совокупному коэффициенту продуктивности. — Вестник сельскохозяйственной науки, 1982, № 1, с. 31—38.
101. Шашко Д. И. Межрегиональная оценка земель по относительным величинам биоклиматического потенциала. — Почвоведение, 1982, с. 38—47.
102. Шашко Д. И., Сапожникова С. А. Агроклиматические ресурсы СССР (карта). — В кн.: Атлас сельского хозяйства СССР. М., 1960.
103. Шашко Д. И. Климатические ресурсы сельского хозяйства (карта). — В кн.: Почвенно-географическое районирование СССР. М., 1962.
104. Шашко Д. И. Карта агроклиматического районирования СССР. — В кн.: Физическая география. Учебник для педвузов. М., 1966.
105. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР (карта). — В кн.: Агроклиматическое районирование СССР. М., 1967.
106. Шашко Д. И. Агроклиматическое районирование СССР (настенная карта). — М., 1969.
107. Шашко Д. И., Сапожникова С. А. Агроклиматические ресурсы СССР (настенная карта). — М., 1973.
108. Шашко Д. И. Районирование агроклиматическое (карта). — В кн.: Сельскохозяйственная энциклопедия. Т. 5. — М., Сельхозгиз, 1974.
109. Шашко Д. И. Агроклиматические ресурсы СССР (карта). — В кн.: Географический атлас для учителей средней школы. — М., 1980.

110. Шашко Д. И. Агроклиматическая карта мира. — В кн.: Географический атлас для учителей средней школы. — М., 1980.
111. Шиголев А. А. Методика составления фенологических прогнозов. — Сборник методических указаний. — Л.: Гидрометеоиздат, 1957, с. 5—18.
112. Шульгин А. М. Агрометеорологические условия перезимовки озимых культур в СССР. — Вестник сельскохозяйственной науки, 1960, № 3, с. 109—115.
113. Шульгин А. М. Климат почвы и его регулирование. Изд. 2. — Л.: Гидрометеоиздат, 1972. — 320 с.
114. Шульгин А. М. Агрометеорология и агроклиматология. — Л.: Гидрометеоиздат, 1978. — 196 с.
115. Эйюбов А. Д. Бонитировка климата Азербайджанской ССР. — Баку, 1975. — 148 с.
116. Яковлев Н. Н. Климат и зимостойкость озимой пшеницы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1966. — 419 с.

Предметный указатель

А

Агроклиматическая зона 74
— провинция 75
Агроклиматические карты комплексные 69
— пояса и подпояса 73
— ресурсы 3
Агроклиматический округ 76
— подрайон 84
— показатель 18
— район 83
Агроклиматология 17
Ареалы биологической продуктивности территории СССР 216
— общей биологической продуктивности континентов 221

Б

Балл совокупной оценки земли 205
Биоклиматический потенциал 3, 154, 167
Биологическая продуктивность 164
— —, основные факторы 164
Биологические особенности растений 194
Бонитировка почв 177

В

Валовый продукт 206
Виды земель 81
Влагообеспеченность растений 42, 166

Г

Горная область 80
— провинция 80
Горный округ 80

Д

Дифференциальный доход 206

З

Затраты, окупаемость 206
Зоны специализации 85
— термические 18, 36
— увлажнения 18, 50
— фитоклиматические 20

И

Индекс почвенно-гидрологический 201
Интенсивность земледелия 185

К

Кадастровый гектар 171
Категории пригодности земель 81
Классификация климата генетическая 6

— — по влагообеспеченности 10, 18, 22, 50
— — по континентальности 9, 64, 65
— — по суровости зимы 14, 18, 25, 60
— — по теплообеспеченности 18, 22, 26, 36
Классы земель 81
Климатические границы экологических типов сельскохозяйственных культур 30
Климатические пояса 5, 13, 15, 19, 22, 36
Комплексный показатель продуктивности растений 167
Континентальность климата 63
Коэффициент гидротермический 18
— доходности 204
— затрат 204
— роста 167, 170

М

Межрегиональная оценка использования земли 210

О

Основной период вегетации 41
Оценка агроклиматических ресурсов СССР и США 223
Оценка биологической продуктивности земель 163
— — — культур 195
Оценка земель общая 206
— — частная 206
Оценка почвенного плодородия общая 178
— — — частная 180, 182

П

Потребность сельскохозяйственных культур в тепле 33
Почвенное плодородие 177, 180
Почвенный покров, подтип 77
— —, тип 77

Р

Районирование естественно-историческое 14
— общеклиматическое 5
— почвенно-географическое 14
— природно-сельскохозяйственное 16
Районирование агроклиматическое внутриобластное 82
— — общее 3, 69
— — региональное 29
— —, система (таксономические единицы) 73, 224
— —, ступени 72
— — частное 3, 21
Регионы агроклиматические 21

С

Сельскохозяйственные зоны, микрозоны, микрорайоны 85
Снежность зимы 63
Степень заболоченности 77
Сумма активных температур 30
— биоклиматических температур 31
— биологических температур 30
— климатических температур 30
— степенных значений температуры 30
— температурных индексов скорости развития 30
— эффективных температур 30

Т

Температурные полосы 38
Тепловые пояса 30
Теплообеспеченность растений 30
Типы рельефа 76

Ф

Физический климат 5

Ц

Центры размещения сельскохозяйственных культур 24

Ч

Чистый доход 206, 207

Э

Экономическая оценка земель 206
Элементы агроклиматического районирования 30
Эффективность удобрений 175

Оглавление

Предисловие . . . 3

Часть I

Агроклиматическое районирование СССР

Глава 1. Предшествующий опыт природного районирования 5

1.1. Опыт общеклиматического и комплексного природного районирования . . . . . —

1.2. Опыт агроклиматического районирования 17

Глава 2. Элементы агроклиматического районирования . . 30

2.1. Теплообеспеченность растений . . . . . —

2.2. Влагообеспеченность растений 42

2.3. Условия перезимовки растений 59

2.4. Континентальность климата 63

Глава 3. Общее агроклиматическое районирование 69

3.1. Предпосылки районирования . . . . . —

3.2. Общесоюзное агроклиматическое районирование (таксономические единицы) 73

3.3. Внутриобластное агроклиматическое районирование . . . 82

Глава 4. Агроклиматические особенности подразделений территории общесоюзного районирования 89

4.1. Зона IV. Южнотаежно-лесная, ниже среднего и среднеобеспеченная теплом, преимущественно влажная и избыточно влажная, с господством дерново-подзолистых почв . 90

4.2. Зона V. Лесостепная, преимущественно полувлажная, средне и ниже среднего обеспеченная теплом, с господством серых лесных оподзоленных почв и выщелоченных черноземов 109

4.3. Зона VI. Степная, полузасушливая и засушливая, выше среднего, средне и ниже среднего обеспеченная теплом, с господством обыкновенных и южных черноземов 123

4.4. Зона VII. Сухостепная, очень засушливая, выше среднего обеспеченная теплом, с господством темно-каштановых и каштановых почв 142

4.5. Распределение земельного фонда СССР по поясам и зонам 152

Часть II

Биоклиматический потенциал и его использование.

Глава 5. Методика сравнительной межрегиональной оценки земель на основе относительных значений биоклиматического потенциала . 154

5.1. Научные предпосылки и опыт сравнительной оценки земель —

5.2. Межрегиональная оценка биологической продуктивности земель 163

5.3. Сравнительная совокупная оценка земель по биологической продуктивности и эффективности затрат 204

5.4. Сравнительная межрегиональная оценка использования биоклиматического потенциала 210

Глава 6. Биоклиматический потенциал СССР и зарубежных стран . . 216

6.1. Ареалы биологической продуктивности территории СССР по относительным значениям биоклиматического потенциала . —

6.2. Сравнительная оценка биологической продуктивности территории зарубежных стран 221

6.3. Сравнительная оценка агроклиматических ресурсов территории СССР и США 223

Приложение. Схема агроклиматического районирования СССР 229

Список литературы 239

Предметный указатель 244

Даниил Иванович Шашко

Агроклиматические ресурсы СССР

Редакторы: Л. В. Ковель, З. Н. Пильникова, Н. С. Смирнова. Художник Н. Г. Архипов. Художественный редактор В. В. Быков. Технический редактор М. И. Брайнина. Корректор Л. И. Хромова.
ИБ № 1547.
Сдано в набор 07.02.85. Подписано в печать 15.08.85. М-28007. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага тип. № 1. Литературная гарнитура. Печать высокая. Печ. л. 15,73 (в т. ч. вкл.). Кр.-отт. 15,73. Уч.-изд. л. 19,60. Тираж 2500 экз. Индекс ПРЛ-88. **Заказ № 119. Цена** 3 р. 40 к.
Гидрометеоиздат. 199053. Ленинград, 2-я линия, 23.

Типография им. Котлякова издательства «Финансы и статистика» **Государственного** комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 191023, Ленинград. Садовая, 21.

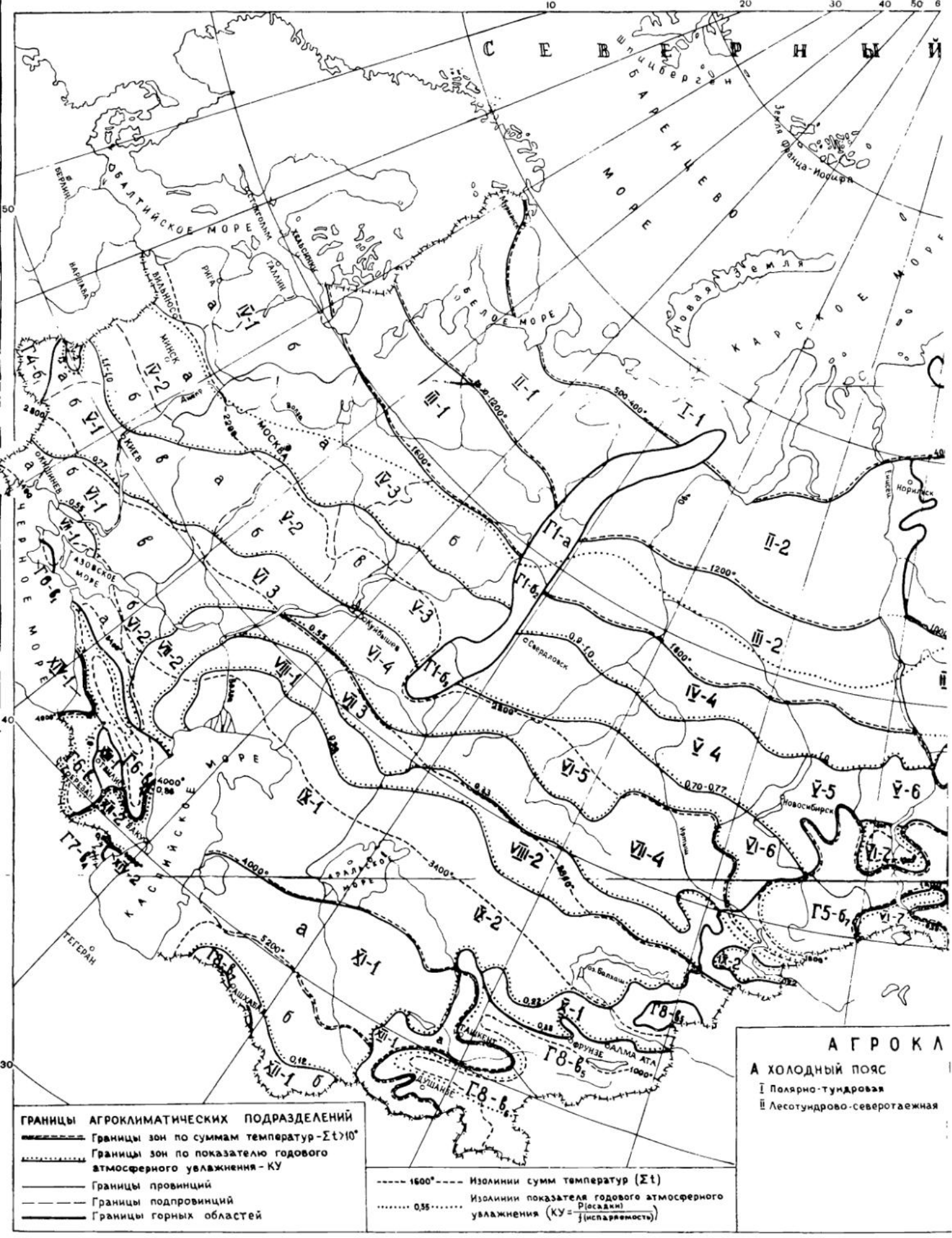
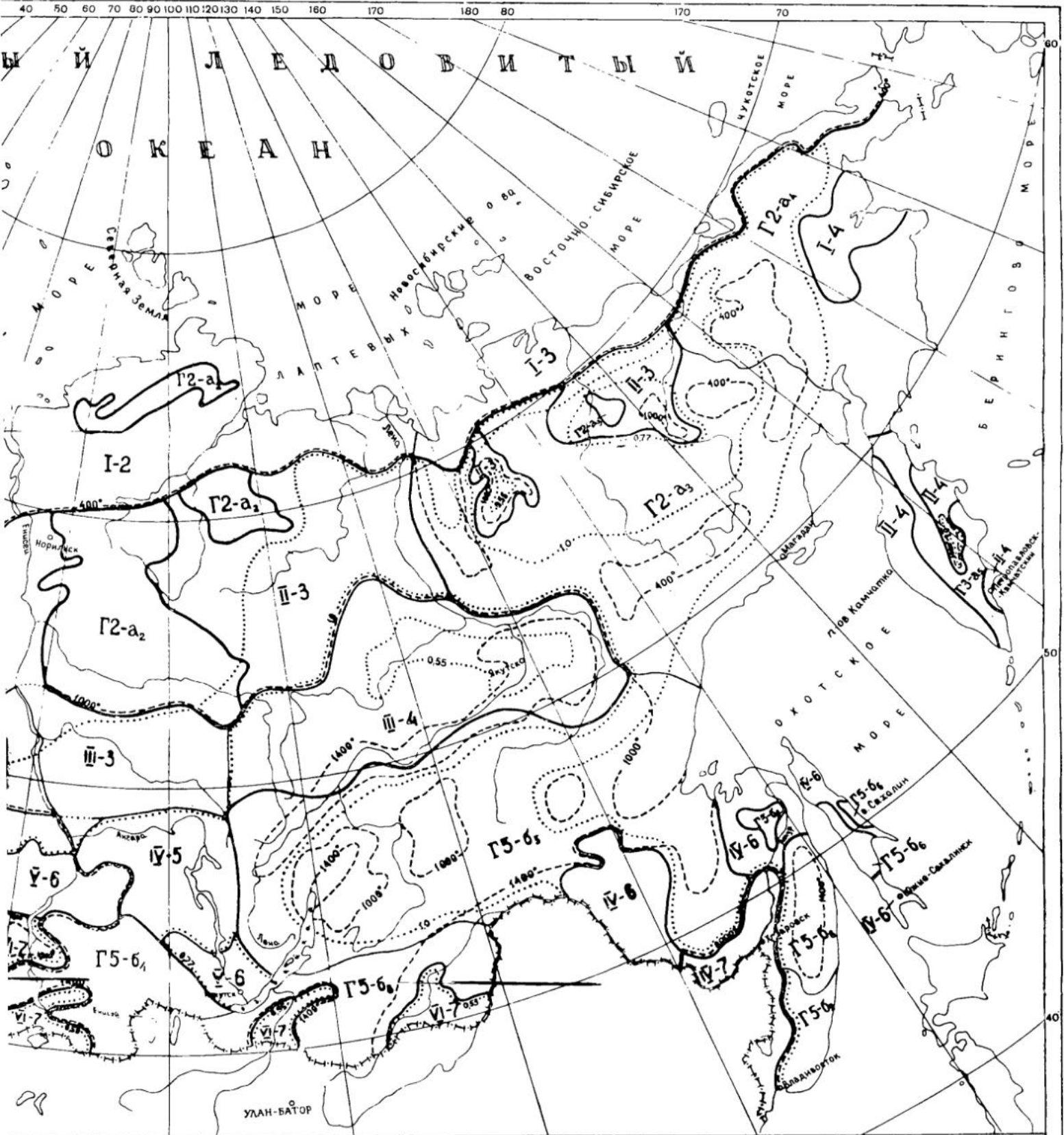


Рис. 33. Агроклиматическое ра

Заказ № 119



ОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ

ІС
…ротаежная

Б УМЕРЕННЫЙ ПОЯС

- III Среднетаежная
- IV Южнотаежно-лесная
- V Лесостепная
- VI Степная
- VII Сухостепная
- VIII Полупустынная
- IX Пустынная
- X Предгорная пустынно-степная

В ТЕПЛЫЙ ПОЯС

- XI Субтропическая пустынная
- XII Субтропическая предгорная полупустынно-пустынная
- XIII Субтропическая кустарниково-степная и сухостепная
- XIV Субтропическая влажно-лесная

ГОРНЫЕ ОБЛАСТИ

- Г1 Уральская
- Г2 Северосибирская
- Г3 Камчатско-Курильская
- Г4 Карпатская
- Г5 Южносибирская
- Г6 Кавказско-Крымская
- Г7 Горная область Талыш
- Г8 Среднеазиатская

ИНДЕКСЫ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

- VIII-2 — индексы зон / индексы провинций
- а, б, в — индексы подпровинций
- Г5-б5 — индексы горных областей / индексы горных провинций

Развернутая легенда – в тексте (Приложение 1)

гическое районирование СССР.