

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ»

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ  
ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
научно-прикладной справочник

АСТАНА  
2017

УДК: 551.5  
ГРНТИ: 68.29.05  
ББК 26.23  
А 25

Редактор  
кандидат географических наук, доцент Байшоланов С.С.

Рецензенты:

к.т.н., доц. Кожаметов П.Ж. – Директор НИЦ РГП «Казгидромет» МЭ РК;  
д.г.н., проф. Акиянова Ф.Ж. – Директор Филиала ТОО «Институт географии» МОН РК

Исполнители

к.г.н., доц. Байшоланов С.С. (разделы 1, 3, 4, 5, 6)  
к.т.н. Павлова В.Н. (подразделы 1.10, 3.5)  
к.г.н. Мусатаева Г.Б. (раздел 7)  
Габбасова М.С. (разделы 3, 4)  
Жакиева А.Р. (разделы 2, 4)  
Муқанов Е.Н. (разделы 3, 5)  
к.с-х.н. Лиманская В.Б. (раздел 8)  
Чернов Д.А. (картографические материалы)

Агроклиматические ресурсы Западно-Казахстанской области: научно-прикладной справочник / Под ред. С.С. Байшоланова – Астана, 2017. – 128 с.

ISBN 978-601-7150-85-3

Приведены текстовые, табличные и картографические материалы о климатических условиях, агроклиматических ресурсах, биоклиматическом потенциале территории, агроклиматических зонах, неблагоприятных для сельского хозяйства погодных явлениях (засуха, суховей, заморозки, метель, пыльная буря, гроза и град), климатических сроках проведения агротехнических мероприятий, агроклиматическом районировании основных сельскохозяйственных культур, состоянии почвенного покрова и об основных возделываемых сельскохозяйственных культурах.

Подготовлен в рамках грантового проекта ГУ «Комитет науки» МОН РК по теме №5041/ГФ4 «Агроклиматические ресурсы Республики Казахстан в условиях изменения климата».

УДК: 551.5  
ББК 26.23

Утвержден Ученым Советом ТОО «Институт географии» МОН РК

ISBN 978-601-7150-85-3

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1 МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА ОЦЕНКИ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ.....	6
1.1 Методы оценки ресурсов солнечной радиации.....	6
1.2 Методы оценки ресурсов тепла.....	8
1.3 Методы оценки ресурсов влаги.....	9
1.4 Методы оценки неблагоприятных погодных явлений.....	14
1.5 Методика оценки условий перезимовки озимых зерновых культур.....	21
1.6 Методика агроклиматического зонирования.....	24
1.7 Методика агроклиматического районирования сельскохозяйственных культур.....	26
1.8 Методика определения сроков начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур.....	31
1.9 Методика определения сроков созревания ранних яровых зерновых культур.....	32
1.10 Методика оценки биоклиматического потенциала территории.....	33
2 ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.....	36
3 АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ.....	41
3.1 Агроклиматические зоны.....	41
3.2 Ресурсы солнечной радиации.....	45
3.3 Ресурсы тепла.....	48
3.3.1 Режим температуры воздуха.....	48
3.3.2 Климатические сезоны года.....	53
3.3.3 Континентальность климата.....	53
3.3.4 Продолжительность вегетационного периода.....	54
3.3.5 Теплообеспеченность вегетационного периода.....	55
3.4 Ресурсы влаги.....	60
3.4.1 Режим атмосферных осадков.....	60
3.4.2 Режим снежного покрова.....	62
3.4.3 Режим увлажнения почвы.....	64
3.4.4 Влагообеспеченность вегетационного периода.....	66
3.4.5 Засушливость вегетационного периода.....	71
3.5 Биоклиматический потенциал.....	73
3.6 Режим влажности воздуха.....	75
3.7 Режим ветра.....	75
3.8 Температурный режим почвы.....	80
4 НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ПОГОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.....	82
4.1 Засуха.....	82
4.2 Суховей.....	86
4.3 Заморозки.....	88
4.4 Гроза.....	90
4.5 Градобитие.....	91
4.6 Пыльные бури.....	92
4.7 Метели.....	92
5 КЛИМАТИЧЕСКИЕ СРОКИ ФАЗ РАЗВИТИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	93
5.1 Климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур.....	93
5.2 Климатические сроки созревания и начала уборки урожая ранних яровых зерновых культур.....	94
6 АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	99

7 ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ.....	107
7.1 Типы почв.....	107
7.2 Механический состав почв.....	115
8 ОСНОВНЫЕ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ.....	118
8.1 Зерновые культуры.....	118
8.2 Зернобобовые культуры.....	122
8.3 Масличные культуры.....	123
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	125



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Климатические ресурсы являются одним из основных природных факторов, определяющих условия развития сельского хозяйства. Развитие сельского хозяйства требует рационального размещения его отраслей по территории, на основе тщательного учета агроклиматических ресурсов. Учет агроклиматических условий позволяет определить соответствие климата конкретной территории требованиям сельскохозяйственных культур.

Рассматривая климат и погоду как условия внешней среды, необходимо оценивать сочетание агрометеорологических условий с ростом, развитием и формированием урожая сельскохозяйственных культур. При этом недостаточно знание только условий погоды, также необходимо учитывать потребности культуры к факторам среды.

В Казахстане первый научный труд по агроклиматическим ресурсам и районированию сельскохозяйственных культур «Агроклиматическое районирование Казахстана» был опубликован П.И. Колосковым в 1947 году [1]. В 1955 году под редакцией Ф.Ф. Давитая была опубликована монография «Агроклиматические и водные ресурсы районов освоения целинных и залежных земель» [2]. Также надо отметить, что в 1959 году А.С. Утешовым была выпущена монография «Климат Казахстана» [3].

В 50–60-х годах XX века были выпущены агроклиматические справочники по всем областям Казахстана, том числе и по Западно-Казахстанской области [4]. В 70 годах XX века агроклиматические справочники по некоторым областям Казахстана были переизданы.

В связи с изменением климата и качественного состояния земель необходима переоценка агроклиматических ресурсов, на основе современных физико-математических моделей и геоинформационных технологий. Необходимость обновления агроклиматических справочников Казахстана было обосновано еще в 2001 году [5].

Настоящий научно-прикладной агроклиматический справочник был подготовлен в Филиале ТОО «Институт географии» МОН РК, в рамках грантового проекта ГУ «Комитет науки» МОН РК по теме №5041/ГФ4 «Агроклиматические ресурсы Республики Казахстан в условиях изменения климата», реализованный в 2015–2017 годы. Основной целью проекта являлась оценка современных агроклиматических ресурсов, агроклиматическое зонирование, агроклиматическое районирование основных сельскохозяйственных культур по территории северных и западных областей Казахстана.

В научно-прикладном агроклиматическом справочнике содержатся сведения об условиях климата, о состоянии почвенного покрова, агроклиматических ресурсах, биоклиматическом потенциале, неблагоприятных для сельского хозяйства погодных явлениях (засуха, суховеи, заморозки, метель, пыльная буря, гроза и град), о климатических сроках начала весенне-полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур, о климатических сроках созревания и начала уборки урожая ранних яровых зерновых культур, а также о районировании основных сельскохозяйственных культур по тепло- и влагообеспеченности. Приведены агроклиматические карты в масштабе 1:2500000.

В основу Справочника положены материалы многолетних наблюдений метеорологических станций и агрометеорологических постов РГП «Казгидромет» МЭ РК.

Также были использованы данные, приведенные в справочниках по климату Казахстана, подготовленные в РГП «Казгидромет» в период с 2003 по 2010 годы, в том числе в разделах «Температура воздуха», «Атмосферные осадки», «Атмосферные явления», «Снежный покров», «Солнечное сияние» и «Температурный режим почвы».

Настоящий научно-прикладной агроклиматический справочник предназначен для работников сельского хозяйства и преследует цель обеспечить их справочным материалом об агроклиматических ресурсах для использования в сельскохозяйственном производстве.

Справочник будет полезен при решении практических и научных задач: определение системы ведения земледелия, планирование агротехнических мероприятий, рациональное размещение сельскохозяйственных культур, принятие управленческих решений и научных рекомендации на вегетационный период и т.д.

## **1. МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА ОЦЕНКИ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

Важной характеристикой природной среды является погода и климат. Погода – совокупность значений метеорологических элементов и атмосферных явлений, наблюдаемых в определённый момент времени в той или иной точке приземной атмосферы. Климат – средний режим погоды за длительный промежуток времени (порядка нескольких десятилетий) отдельных районов, сформированный в зависимости от их географического положения и физико–географических особенностей.

Республика Казахстан расположен в южной части умеренного климатического пояса. Климат равнинной территории республики формируется под воздействием Атлантического океана и Евразийского материка. Удаленность Казахстана от внешних морей и океанов обуславливает резко континентальный климат, которому свойственны резкие температурные контрасты, короткий весенний переход от зимы к лету, недостаток осадков. Континентальности климата возрастает с запада на восток и с севера на юг. Климат Казахстана формируется под воздействием общей циркуляции атмосферы, распределения солнечной радиации и особенностей рельефа территории. Совместное влияние этих трех важнейших факторов, которые называют климатообразующими, обуславливает характерный для конкретного региона климат, или многолетний режим погоды [3].

Климатические условия являются определяющим фактором развития сельского хозяйства и его отраслей. Изучение погоды и климата в их взаимодействии с объектами и процессами сельского хозяйства входит в предмет исследования науки «сельскохозяйственная метеорология».

Сельскохозяйственная метеорология как прикладная наука входит в состав метеорологической науки. В сельскохозяйственную метеорологию, как ее крупные разделы научных знаний, входят следующие основные самостоятельные направления: агрометеорология, агроклиматология, агрогидрология, зоометеорология, агрометеорологические измерения, агрометеорологические прогнозы, зоометеорологические прогнозы.

Оценка агроклиматических ресурсов, изучение их сезонного и пространственного распределения, агроклиматическое зонирование территории, а также агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур относится к задачам агроклиматологии.

Агроклиматическими данными являются значения различных метеорологических и агрономических показателей, осредненные за многолетний период. По рекомендации Всемирной метеорологической организации (ВМО) климатические нормы рассчитываются за 30–летний период, а обновлять климатические нормы рекомендуется через каждые 10 лет.

Совокупность климатических факторов, создающих возможность получения сельскохозяйственной продукции, называется агроклиматическими ресурсами. Количественные характеристики элементов климата и погоды, их сочетания и соотношения, влияющие на урожай и качество сельскохозяйственной продукции, называют агроклиматическими показателями [6].

Агроклиматические ресурсы территории характеризуются показателями ресурсов солнечной радиации, показателями термического режима, режима увлажнения вегетационного периода и т.д.

Агроклиматическое районирование предусматривает деление территории по определенной системе на различные регионы, достаточно однородные внутри своих границ и достаточно различные между собой в отношении положенных в основу районирования показателей, имеющих существенное значение для географического распределения и специализации сельского хозяйства [7, 8].

### **1.1 Методы оценки ресурсов солнечной радиации**

Солнечная радиация обеспечивает растения энергией, которую они используют в процессе фотосинтеза для создания органического вещества, влияет на процессы роста и

развития, на расположение и строение листьев, на химический состав продукции. На растение влияет продолжительность, интенсивность и спектральный состав солнечной радиации.

Часть лучистой энергии солнца, которую растения усваивают в процессе фотосинтеза, называют фотосинтетически активной радиацией (ФАР). ФАР находится в области спектра от 0,38 по 0,71 мкм. ФАР существенно влияет на рост и развитие растений, а также оказывает тепловой эффект. Оценка световых ресурсов вегетационного периода обычно проводится по распределению суммы ФАР по территории области.

Агроклиматическими показателями радиационного режима являются:

- фотосинтетически активная радиация –  $Q_{\text{ф}}$ , Дж/м<sup>2</sup>;
- продолжительность солнечного сияния – SS, час.

Для расчета суммы ФАР используется уравнение, предложенное Б.И. Гуляевым, Х.Г. Тоомингом и Н.А. Ефимовой [9, 10, 11]:

$$\sum Q_{\text{ф}} = 0,43 \sum S' + 0,57 \sum D, \quad (1.1)$$

где  $\sum Q_{\text{ф}}$  – суммарная фотосинтетически активная радиация (Дж/м<sup>2</sup>);

$\sum S'$  – сумма прямой радиации на горизонтальную поверхность за какой-либо промежуток времени (Дж/м<sup>2</sup>);

$\sum D$  – сумма рассеянной радиации за тот же промежуток времени (Дж/м<sup>2</sup>).

По данным [2] величина ФАР за вегетационный период с температурой выше 10°C составляет по территории Казахстана от 24,5 МВт/м<sup>2</sup> (МДж/м<sup>2</sup>) (35 ккал/см<sup>2</sup>) на севере до 31,5 МВт/м<sup>2</sup> (45 ккал/см<sup>2</sup>) на юге.

При оценке действия солнечной энергии на растения также учитывается «продолжительность солнечного сияния», представляющее собой суммарное число часов, когда светило Солнце, т.е. время, в течение которого поступает прямая солнечная радиация. Продолжительность солнечного сияния зависит от «длины светового дня» и от режима облачности. Длина светового дня, т.е. продолжительность дневной части суток зависит от географической широты и времени года. Например, продолжительность дневной части суток летом на северной границе полярного земледелия (65°) равна 22 ч, а в экваториальных широтах составляет 12 ч.

Реакция растений на продолжительность дня называется фотопериодизмом. В зависимости от фотопериодической реакции растений выделяют [6, 8, 10, 11]:

– растения короткого светового дня, у которых переход к цветению происходит при продолжительности светового периода менее 12 часов за сутки (просо, соя, фасоль, кукуруза, рис, хлопчатник, капуста и др.);

– растения длинного светового дня, для цветения и дальнейшего развития которых необходима продолжительность непрерывного светового периода более 12 часов за сутки (пшеница, рожь, ячмень, овес, лен, морковь, лук и др.);

– фотопериодически нейтральные растения, у которых развитие генеративных органов наступает при различной продолжительности светового периода (гречиха, виноград, многие бобовые и др.).

В целом можно считать, что растения «длинного дня» приспособлены к условиям северных широт, а «короткого дня» – южных широт. Для растений длинного дня нормальная продолжительность освещения в сутки составляет 15–18 часов, а для растений короткого дня – 12–14 часов [6].

Таким образом, агроклиматическими показателями радиационного режима являются:

- фотосинтетически активная радиация;
- длина светового дня;
- продолжительность солнечного сияния.

В сельском хозяйстве также важным является использование энергии солнечной радиации для получения электрической и тепловой энергии. Для получения электрической энергии солнечная радиация считается «технически приемлемой» с того момента, когда ее интенсивность достигает  $0,60 \text{ кВт/м}^2$  [9].

## 1.2 Методы оценки ресурсов тепла

Под термическими ресурсами понимают то количество тепла, которым располагает территория, где произрастают сельскохозяйственные культуры.

В качестве показателя термических ресурсов в агроклиматологии используются:

- средние и экстремальные значения месячных температур воздуха;
- средняя месячная, средняя максимальная и средняя минимальная температура воздуха января и июля;
- месячные и годовой размах температуры воздуха;
- даты устойчивого перехода температуры воздуха через  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ\text{C}$ ;
- продолжительность вегетационного периода с температурой выше  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ\text{C}$ ;
- суммы активных или эффективных температур воздуха за период с температурой выше  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ\text{C}$ .

Суммой активных температур воздуха называется сумма среднесуточных температур воздуха за период с температурой выше указанного предела ( $5^\circ\text{C}$ ,  $10^\circ\text{C}$ ,  $15^\circ\text{C}$ ). Суммой эффективных температур воздуха называется сумма уменьшенных на указанный предел ( $5^\circ\text{C}$ ,  $10^\circ\text{C}$ ,  $15^\circ\text{C}$ ) среднесуточных температур воздуха за период с температурой выше такого же предела.

Рост и развитие растений начинается в дату устойчивого перехода суточной температуры воздуха выше уровня ее биологической минимальной температуры. Для большинства растений и сельскохозяйственных культур этот предел равен  $5^\circ\text{C}$  (ранние яровые), для поздних яровых культур –  $10^\circ\text{C}$ , а для теплолюбивых культур –  $15^\circ\text{C}$ . Например, для твердых сортов пшеницы биологическая минимальная температура воздуха, необходимая для формирования вегетативных органов равна  $5^\circ\text{C}$ , а для формирования генеративных органов –  $12^\circ\text{C}$ . Биологический минимум просо равен  $12^\circ\text{C}$ , хлопчатника и риса в начальные фазы развития равен  $15^\circ\text{C}$ , а в период созревания –  $20^\circ\text{C}$  [6, 8].

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше  $10^\circ\text{C}$  соответствует вегетационному периоду большинства сельскохозяйственных культур в умеренных широтах. Здесь ограничивающим фактором является заморозки. Поэтому термические ресурсы вегетационного периода чаще всего оцениваются суммой активных температур воздуха выше  $10^\circ\text{C}$ .

Для оценки соответствия ресурсов климата требованиям культур определяются значения климатических показателей при различной обеспеченности. Например, 80–90% обеспеченность растений ресурсами климата является достаточной [6].

Также растения реагируют на изменение температуры воздуха дня и ночи, что называется «термопериодизм растений». Большинство растений лучше развиваются и дают более высокую продукцию при повышенных дневных и пониженных ночных температурах в определенных оптимальных пределах. При повышенных дневных температурах они интенсивно ассимилируют и накапливают органические вещества, а ночью при пониженных температурах расход ассимилянтов на дыхание значительно сокращается. У растений длинного дня процессы развития протекают в основном в дневные часы, а у растений короткого дня – в темноте. Поэтому у растений длинного дня темпы развития ускоряются при повышенных дневных температурах, а у растений короткого дня – при повышенных ночных температурах.

Следствием термопериодизма является изменение химического состава растений. Между химическим составом растений и континентальностью климата существует прямая связь. В условиях континентального климата повышается сахаристость фруктов и корнеплодов, содержание белка в зернах. Например, при суточном размахе температуры

воздуха 12–14°C содержание белка в зернах яровой пшеницы может достигать 18–20% и более. В условиях более мягкого морского климата у зерновых культур повышается содержание крахмала и уменьшается содержание белковых веществ.

Высокое содержания белка в различных регионах СНГ в пределах 17–19% объясняется, прежде всего, особенностями климата со значительной степенью континентальности. К примеру, содержание белка и азота в зерне составляет в Англии 12,1% и 2,0%, в Германии – 13,9% и 2,3%, в европейской части СНГ – 17,9% и 2,9%, в Западной Сибири – 18,9% и 3,0%, в Восточном Казахстане – 19,2% и 3,6% [10].

З.А. Мищенко была установлена количественная зависимость содержания белка ( $B_{II}$ ) в зернах яровой пшеницы от размаха суточных колебаний температуры воздуха ( $A_T$ ) в среднем за май–август, в ареале распространения данной культуры на территории стран СНГ, в том числе Казахстана. Зависимость на богарных землях имеет вид [10]:

$$B_{II} = 1,29 \bar{A}_T + 2,1 \quad (1.2)$$

В.П. Тотылева также получила уравнение связи содержания белка в зерне яровой пшеницы с суммой суточных амплитуд температуры воздуха ( $\Sigma A_T$ ) и гидротермическим коэффициентом (ГТК) в период активной вегетации, применительно к европейской части СНГ:

$$B_{II} = 0,006 \Sigma \bar{A}_T - 3,3 \text{ ГТК} + 14,0 \quad (1.3)$$

### 1.3 Методы оценки ресурсов влаги

В качестве показателя ресурсов увлажнения в агроклиматологии используются: суммы осадков, запасы продуктивной влаги в почве (ЗПВ), испаряемость, а также различные расчетные показатели и коэффициенты увлажнения.

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

При анализе материалов о фактическом потреблении воды растениями в условиях оптимального увлажнения почвы, когда оно равно влагопотребности, в целом за вегетационный период отмечается близость к испаряемости.

Для большинства сельскохозяйственных культур в начале вегетационного периода влагопотребность мала и возрастает по мере увеличения зеленой массы, достигая максимума у однолетних культур в период наступления бутонизации и цветения, а у многолетних – в период максимального прироста урожая. У всех растений имеется период, критический по отношению к влаге. Недостаток влаги в этот период вызывает максимальное снижение урожая. Дефицит влаги и в другие периоды приводит к снижению урожая, но в меньшей степени, чем в критический [6, 8, 11].

Для зерновых культур особенно важны осадки первой половины лета. Корнеплоды и картофель, наоборот, очень чувствительны к недостатку влаги в период репродуктивного развития, т. е. в момент формирования урожая. У различных сортов одного и того же вида

растений критическими могут быть иные периоды развития. К прямому показателю влагообеспеченности относится сумма осадков за вегетационный период и запасы продуктивной влаги в почве. Для сельскохозяйственных культур очень важны осадки, выпавшие в период их активной вегетации (от посева до созревания), т.е. за май–август. В период созревания и уборки урожая благоприятными являются ясная и без осадков погода. Также важны осадки холодного периода года, которые определяют величину весенних запасов влаги в почве, т.е. в период сева сельскохозяйственных культур.

Запасы продуктивной влаги в почве является прямым показателем влагообеспеченности посевов. Нижняя граница оптимальной влажности почвы для различных полевых культур составляет 70–75% от наименьшей полевой влагоемкости почвы (НПВ), а для овощных культур – 75–80% от НПВ. Потребность посевов в воде полностью удовлетворяется, если влажность тяжелосуглинистых и глинистых почв не ниже 70–80% от НПВ, легкосуглинистых и среднесуглинистых почв – не ниже 65–75%, а супесчаных почв – не ниже 50–60% [11].

НПВ в слое 0–100 см для черноземных почв равна 180–200 мм, для суглинистых почв – 170–180 мм, для супесчаных почв – 150–160 мм, а для песчаных – 80–120 мм [6].

В среднем оптимальная увлажненность почвы для развития растений, наблюдается при влажности почвы 80–100% от НПВ. Переувлажнение почвы для развития растений, наступает при влажности почвы более 100% от НПВ.

Для общей оценки условий увлажнения почвы применительно к растительности, ЗПВ (W) сопоставляются со значением наименьшей полевой влагоемкости (W<sub>нпв</sub>) почвы:

$$W(\%) = \frac{W}{W_{\text{нпв}}} * 100 \quad (1.4)$$

Для оценки используются следующие критерии:

- более 100% – избыточное увлажнение;
- 80–100% – оптимальное увлажнение;
- 50–80% – удовлетворительное увлажнение;
- менее 50% – недостаточное увлажнение.

В степных районах Казахстана с суглинистыми почвами, хорошие весенние запасы влаги в метровом слое почвы складываются при запасах продуктивной влаги 180–160 мм, а в пахотном слое почвы – 20–30 мм.

Для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур широко используются расчетные показатели и коэффициенты увлажнения, которые представляют собой отношение одной или нескольких компонент водного баланса корнеобитаемого слоя (чаще всего осадков, запасов влаги в почве или суммарного испарения) к испаряемости.

Влагообеспеченность растений достаточно хорошо определяется косвенными показателями, в виде коэффициента увлажнения Н.В. Бова и Н.Г. Грибковой (K), гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова (ГТК) [1, 6, 8, 10, 11]:

$$K = \frac{R}{\sum E_0} \quad (1.5)$$

или

$$K = \frac{W_{\text{н}} + R}{\sum E_0} \quad (1.6)$$

где R – сумма осадков за вегетационный или межфазный периоды;  
 $\sum E_0$  – сумма испаряемости за вегетационный или межфазный периоды;  
W<sub>н</sub> – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы весной перед посевом.

$$ГТК = \frac{\sum R}{0,1 \sum t_{>10}}, \quad (1.7)$$

где  $\sum R$  – сумма осадков за период с суммой температур выше 10°C;  
 $\sum t_{>10}$  – сумма температур воздуха за период с температурой выше 10°C.

По ГТК оценка ведется по шкале: менее 0,3 – очень сухо; 0,3–0,5 – сухо; 0,6–0,7 – засушливо; 0,8–1,0 – недостаточное увлажнение; 1,0 – равенство прихода и расхода влаги; 1,0–1,5 – достаточное увлажнение; более 1,5 – избыток влаги; более 2,0 – избыток влаги для тропиков [1, 6].

Н.В. Бова усовершенствовал ГТК Селянинова, включив в формулу первоначальный запас продуктивной влаги:

$$K = \frac{W + \sum X}{0,1 \sum t}, \quad (1.8)$$

где  $W$  – запас продуктивной влаги в корнеобитаемом слое (0—100 см) весной;  
 $\sum X$  – количество осадков, выпавших с момента весеннего определения влажности почвы до наступления, засух;  
 $\sum t$  – сумма положительных среднесуточных температур от даты перехода температуры через 0°C.

Согласно выводам автора, засуха наступает, когда  $K = 1,5$ . Поскольку в начальный период жизни корневая система растений развита слабо и расположена в верхнем слое толщиной 0,20 м, то включение в расчетную формулу запаса продуктивной влаги в метровом слое создает видимость избыточного увлажнения. Чтобы этого не было, Н. В. Бова рекомендует при расчете использовать запас продуктивной влаги в метровом слое не полностью, а брать от него 66%.

Другие исследователи (П.И. Колосков, Н.Н. Иванов, Д.И. Шашко, М.И. Будыко, А.П. Федосеев) предложили свои показатели влагообеспеченности.

Показатель атмосферной увлажненности ( $Md$ ) Д.И. Шашко:

$$Md = \frac{\sum R}{\sum d}, \quad (1.9)$$

где  $\sum R$  – сумма осадков;  
 $\sum d$  – сумма среднесуточных дефицитов упругости водяного пара.

Будыко (1958) ввел коэффициент сухости ( $Dв$ ) для классификации сухих климатов [12]:

$$Dв = R_n / LP, \quad (1.10)$$

где  $R_n$  – средняя величина суммарной радиации над насыщенной влагой поверхностью;  
 $P$  – среднегодовое количество осадков;  
 $L$  – скрытая теплота парообразования.

Летто в 1969 г. немного уточнил соотношение ( $Dв$ ), введя вместо  $R_n$  суммарную радиацию над действительной поверхностью  $R$  (ненасыщенной). Харе (1983 г.) определил, что большинство районов, подверженных значительному опустыниванию, расположены в таком сухом климате, где диапазон коэффициента лежит в пределах  $2 < D < 7$ . Эти значения

близки к крайним значениям сухости в субвлажной зоне и к предельным по влажности, отмечаемых на краях пустыни. Настоящая пустыня располагается в зоне, где  $D \geq 10$  [12].

Маттер (1974 г.) использовал индекс влажности Торнтвейта ( $I_m$ ) с некоторыми незначительными изменениями для того, чтобы описать количественно сухие климаты. В этом уравнении [12]:

$$I_m = 100 \frac{P}{E_p} - 1, \quad (1.11)$$

где  $P$  – среднегодовое количество осадков;

$E_p$  – среднегодовое потенциальное суммарное испарение.

Индекс имеет положительные значения для влажных климатов и отрицательные для сухих климатов. Используя этот индекс, ЮНЕСКО издала известную карту засушливой зоны Первила Мейгса III (Stamp, 1961).

Фактически эти два индекса засушливости просто алгебраически трансформируются из одного в другой (Hage, 1977, 1983). В теплых районах (среднегодовая температура  $20^\circ\text{C}$  и выше), где отсутствует суммарный годовой региональный сток поверхностных вод, соотношение индексов следующее [12]:

$$I_m * 10^{-2} = 1/(D-1), \quad (1.12)$$

При низких температурах это приближение становится неверно, но обобщение, что  $I_m$  и  $D$  трансформируются из одного в другой, остается верным.

Поскольку индексы действительно изменяемы для теплых регионов, можно обобщить, что для зоны, наиболее подверженной процессу опустынивания, значения  $D$  колеблются от 2 до 7, а это примерно эквивалентно значениям  $I_m$  от минус 50 до минус 85. Картер и Матер (1966 г.) определили граничное значение  $I_m$  – минус 68 для засушливых и полузасушливых районов. Эти значения очень приблизительные. Неразумная экономическая деятельность человека может привести к опустыниванию территорий с коэффициентом сухости меньше двух [12].

Известны и другие комплексные показатели тепло- и влагообеспеченности. Одним из таких показателей является индекс Д.А. Педя –  $S$ , рассчитываемый по формуле [13]:

$$S = \frac{\Delta T}{\sigma \Delta T} - \frac{\Delta Q}{\sigma \Delta Q} - \frac{\Delta w}{\sigma \Delta w}, \quad (1.13)$$

где  $\Delta T$ ,  $\Delta Q$ ,  $\Delta w$  – аномалии температуры воздуха, осадков и запасов влаги в почве;  
 $\sigma \Delta T$ ,  $\sigma \Delta Q$ ,  $\sigma \Delta w$  – соответствующие им средние квадратические отклонения.

С помощью индекса Педя можно характеризовать условия, как влагообеспеченности, так и тепло обеспеченности, поскольку в отличие от ГТК это знакопеременная величина: положительным значениям  $S$  соответствуют засушливые периоды, отрицательным – влажные. Этому может быть дана другая интерпретация, а именно: положительным значениям  $S$  соответствует повышенный термический режим какого-либо периода, отрицательным – возврат холодов.

В США для равнинной территории используются индекс Палмера (Palmer Drought Severity Index, PDSI), «Стандартизированный индекс осадков» (SPI) и «Индекс критического содержания воды в посевах» (CWSI), для горной местности – индекс «Запаса поверхностной влаги» (SWSI).

SPI – основан на вероятности осадков в любом временном масштабе. Вероятность наблюдаемых осадков преобразуется затем в индекс. Он используется в исследовательском



или оперативном режиме в более чем 70 странах. Разработчиками являются Т.Б. Макки, М.Дж. Доускен и Дж. Кляйст (Университет штата Колорадо, 1993 г.) [14].

Для определения интенсивности засухи на основании значений SPI можно использовать критерии, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Критерии оценки увлажнения и засухи по SPI

Значение	Характеристика	Значение	Характеристика
2,0 и выше	экстремально влажно	0... -0,99	слабовыраженная засуха
1,5 – 1,99	очень влажно	-1,0 ... -1,49	умеренная засуха
1,0 – 1,49	умеренно влажно	-1,5 ... -1,99	сильная засуха
0,99 – 0	слабое увлажнение	-2 и менее	экстремальная засуха

Программа расчета SPI имеется в версии Windows/ПК и может быть загружена бесплатно. Последняя версия программы SPI (SPI\_SL\_6.exe), доступны по адресу: <http://drought.unl.edu/MonitoringTools/DownloadableSPIProgram.aspx>. Она была скомпилирована в C++ для ПК, и в нее включены все библиотеки [14].

Оценку влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в период их активной вегетации (май–август) можно проводить по коэффициенту увлажнения К, предложенный С.С. Байшолановым [15], по аналогии коэффициентов увлажнения Л.С. Кельчевской, Д.А. Бринкена, С.А. Сапожниковой и Ю.И. Чиркова [1, 6, 8, 10]. Для условий Казахстана коэффициент аккумуляции осадков за холодный период равняется 0,5, а коэффициент переводящий температуру воздуха в испаряемость равняется 0,12:

$$K = \frac{0,5 \sum R_{11-4} + \sum R_{5-8}}{0,12 \sum T_{5-8}} \quad (1.14)$$

где  $\sum R_{11-4}$  – сумма осадков за ноябрь–апрель;  
 $\sum R_{5-8}$  – сумма осадков за май–август;  
 $\sum T_{5-8}$  – сумма температур воздуха за май–август.

В уравнении осадки холодного периода косвенно характеризуют запасы влаги в почве на период посева (начало вегетации) сельскохозяйственных культур. Также К, в определенной степени может характеризовать и общую засуху (атмосферно–почвенная). В таблице 1.2 приведены критерии оценки влагообеспеченности вегетационного периода с помощью коэффициента увлажнения К, для территории Казахстана.

Таблица 1.2 – Критерии оценки влагообеспеченности вегетационного периода с помощью коэффициента увлажнения К

К	Оценка влагообеспеченности	Степень увлажнённости
< 0,20	Сухо	Сухая
0,20 – 0,39	Дефицит влаги	Сильно засушливая
0,40 – 0,59	Умеренный дефицит влаги	Умеренно засушливая
0,60 – 0,79	Недостаточная влагообеспеченность	Слабо засушливая
0,80 – 0,99	Достаточная, но не устойчивая влагообеспеченность	Слабо увлажненная
1,00 – 1,19	Оптимальная и устойчивая влагообеспеченность	Умеренно увлажненная
1,20 – 1,39	Избыток влаги	Обильно увлажненная
≥ 1,40		Избыточно увлажненная

#### **1.4 Методы оценки неблагоприятных погодных явлений**

Для сельского хозяйства большую опасность представляют следующие погодные условия и явления: засухи, суховеи, переувлажнение почвы, заморозки, сильные ливни, град, сильные ветры, пыльные бури, сильные морозы и т.д.

Самыми распространенными и опасными в Казахстане являются засухи и суховеи. Анализ неблагоприятных агрометеорологических явлений, вызвавшие значительное или полное уничтожение сельскохозяйственных посевов на территории Казахстана показал, что доля атмосферной и почвенной засухи составляет около 80%, ливневого дождя и града – 14%, заморозки – 2%, переувлажнения почвы – 2%, сильных морозов и сильных ветров – по 1% [16].

##### **Засуха**

Засуха – природное явление характеризующиеся длительным отсутствием осадков, повышенными температурами воздуха и почвы. В комплексе это приводит к истощению влаги в почве, нарушению водного баланса растений и недобору урожая или к гибели всего посева. Различают три типа засухи: атмосферная, почвенная и общая (атмосферно–почвенная).

Атмосферная засуха характеризуется устойчивой антициклональной погодой с длительным бездождным периодом, высокой температурой и большой сухостью воздуха.

Почвенная засуха возникает в результате усиленного испарения, когда запасы влаги в почве становится недостаточным для нормального развития растений.

В зависимости от времени года различают весенние, летние и осенние засухи. Весенние засухи особенно опасны для ранних зерновых культур. Летние засухи причиняют сильный вред как ранним, так и поздним зерновым и другим однолетним культурам, а также плодовым растениям. Осенние засухи опасны для всходов озимых культур. Наиболее губительны весенне–летние и летне–осенние засухи.

Надо отметить, что понятие «засуха» неприменимо к районам с бездождным летом и крайне малым количеством осадков, где климат очень засушливый и земледелие возможно только при орошении (например, пустыни Сахара, Гоби, Кызылжум и др.).

Засуха относится к числу стихийных бедствий. Ученые считают, что примерно 15% от общего урона, наносимого стихийными бедствиями, приносит засуха. Засуха приводит не только к гибели растительности, также и к падежу скота, к голоду, зачастую и к гибели людей.

Возникновение засухи в Казахстане связаны с особенностями общей циркуляции атмосферы. В соответствии с работами М.Х. Байдала засуха может установиться почти на всей территории Казахстана, когда антициклоны Азорского происхождения перемещаются с запада на восток, создавая полосу высокого давления, охватывая всю территорию республики. Географическая разобщенность атмосферных засух проявляется при вторжении арктического воздуха с севера или с северо–запада (с акваторий Баренцева и Карского морей) и формирования мощного антициклона. Если арктический воздух с Карского моря поступает на территорию Западной Сибири, стационарный антициклон формируется над центральным и восточным Казахстаном. Следовательно, атмосферная засуха наблюдается на востоке Казахстана. Запад республики в это время подвержены действию циклонов. Если арктический воздух вторгается с акватории Баренцева моря на западную часть России, центр стационарного антициклона располагается над Уралом. Соответственно засуха наблюдается на западе республики [17].

Как не существует универсального определения понятия засухи, так не существует и единого индекса или показателя, который мог бы характеризовать все типы засух, климатических режимов и секторов, подвергающихся воздействию засухи, и применяться к ним [18]. В справочнике ВМО [18] описаны основные индексы и показатели засушливости, используемые сегодня в мире.

Прямым и более надежным показателем засухи является запасы продуктивной влаги в

почве. Нижняя граница оптимальной влажности почвы для различных полевых культур составляет 70–75% от наименьшей полевой влагоемкости почвы (НПВ), а для овощных культур – 75–80% от НПВ. Снижение влажности пахотного слоя почвы (20 см) до 9 мм и менее, а метрового слоя – менее 60 мм считается началом засухи [11, 19].

В Национальной гидрометеорологической службе Казахстана (РГП «Казгидромет» МЭ РК) для определения атмосферных и почвенных засух используются запасы влаги в почве, различное сочетание максимальной температуры воздуха, относительной влажности воздуха и количества осадков.

Например, атмосферная засуха, отмечающаяся в позднеосенний и раннеосенний (май, сентябрь) периоды характеризуется отсутствием существенных осадков (менее 5 мм) за срок не менее 30 суток подряд при максимальной температуре воздуха выше 20°C и минимальной относительной влажности воздуха менее 40%. В южных регионах Казахстана минимальная относительная влажность воздуха должна составлять менее 35%.

Атмосферная засуха, отмечающаяся в летний (июнь, июль, август) период характеризуются следующими критериями:

- в течение 30 суток подряд при максимальной температуре воздуха от 25 до 30°C (не более 25% продолжительности периода возможно наличие температуры ниже 25°C) и минимальной относительной влажности воздуха 35% и менее;
- в течение 15 суток подряд при максимальной температуре воздуха от 30 до 35°C и минимальной относительной влажности воздуха 30% и менее;
- в течение 10 суток подряд при максимальной температуре воздуха более 35°C и минимальной относительной влажности воздуха 30% и менее.

В летний период почвенная засуха считается наступившим, если не менее 30 суток подряд запасы продуктивной влаги (ЗПВ) в пахотном слое почвы (0–20 см) составляют не более 10 мм или не менее 20 суток, если в начале засушливого периода запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см были менее 50 мм.

Весной и в начале лета (июнь), когда запасы продуктивной влаги в почве особенно важны для развития сельскохозяйственных культур, почвенную засуху можно определить по следующим критериям:

- в течение 3–х декад запасы продуктивной влаги составляли в слое почвы 0–20 см менее 25 мм, в слое почвы 0–100 см – менее 100 мм (северная часть Казахстана);
- в течение 3–х декад запасы продуктивной влаги составляли в слое почвы 0–20 см менее 20 мм, в слое почвы 0–100 см – менее 80 мм (центральная часть Казахстана).
- в течение 3–х декад запасы продуктивной влаги составляли в слое почвы 0–20 см менее 15 мм, в слое почвы 0–100 см – менее 60 мм (земледельческие территории южной половины республики, при условии богарного земледелия).

Однако все эти предложенные методы не всегда выявляют засуху, и не в полной мере отражают влияние засухи на продуктивность сельскохозяйственных культур. Можно сказать, что не существует одного универсального метода или индекса, пригодного для всех природных зон. Кроме того, возникает необходимость оценки степени засухи и ее влияния на продуктивность сельскохозяйственных культур относительно климатических норм конкретного региона (с учетом биоклиматического потенциала). Средние условия увлажнения региона с умеренным биоклиматическим потенциалом может быть недостаточным для региона с высоким биоклиматическим потенциалом. Например, условие увлажнения аналогичное среднемноголетним значениям Западно-Казахстанской области, может вызвать значимое снижение урожая в Северо-Казахстанской области, соответственно там оно будет восприниматься как засуха.

На практике также используются расчетные методы оценки засухи. Для разных природных условий имеются разнообразные индексы оценки увлажнения территории или засухи. Например, в качестве оценки атмосферной засухи можно использовать гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК), коэффициенты увлажнения Д.И. Шашко (Md), П.И. Колоскова, А.В. Процорова, Н.Н. Иванова, Л.С. Кельчевской,

Д.А. Бринкена, С.А. Сапожниковой и Ю.И. Чиркова, показатель засушливости Д.А. Педя, стандартизированный индекс осадков (SPI) и т.д.

Общую засуху можно оценить с помощью коэффициентов увлажнения Е.С. Улановой, Н.В. Бова, а также коэффициентом увлажнения предложенного Байшолоновым С.С. [6, 8, 11, 15, 19].

Также для мониторинга атмосферно–почвенных засух можно использовать агрометеорологический коэффициент увлажнения (АКУ), включающий в себе ГТК и ЗПВ [20]. В России для ежелектродекадного мониторинга засухи успешно применяется система комплексной оценки засух и засушливых явлений, разработанная в ФГБУ «ВНИИСХМ» Росгидромета. В системе для оценки засухи используются 8 показателей, включая ГТК, Md и ЗПВ [20, 21].

Также обобщенным критерием засухи считается уровень снижения урожайности основной сельскохозяйственной культуры. Урожайность в каждом конкретном году формируется под воздействием комплекса факторов, которые можно разделить на две составляющие: уровень культуры земледелия и погодные условия [16, 22].

В работе [16] Байшолоновым С.С. была проведена оценка засухи по средней областной урожайности яровой пшеницы за 1966–2010 гг., на основе расчета показателя доли погоды в формировании урожая, по 8 основным зерносеющим областям Казахстана.

Показатель доли погоды в формировании урожая определяется как отношение отклонения урожайности от тренды на среднее трендовое значение, и рассчитывается по формуле:

$$dP = \left( \frac{y - y_T}{\bar{y}_T} \right) * 100 \quad (1.15)$$

где  $dP$  – показатель доли погоды в формировании урожая, в %;

$y$  – средняя областная урожайность, ц/га;

$y_T$  – трендовое значение урожайности, ц/га;

$\bar{y}_T$  – средняя трендовая урожайность, за многолетний период, ц/га;

100 – коэффициент для перевода на проценты.

Если  $dP$  составляет до минус 20%, то засуха считается слабой интенсивности, от минус 20% до минус 50% – средней интенсивности, более минус 50% – сильной интенсивности.

Таким образом, на основе многолетних данных средней областной урожайности яровой пшеницы можно определить проявление засухи и ее интенсивность, на конкретный год.

Однако надо отметить, что территории областей Казахстана имеют значительную протяженность по широте, и могут находиться на нескольких природных зонах. Соответственно, на такой территории засуха пространственно имеет разную интенсивность. Поэтому для более подробного анализа пространственного распределения засухи необходимы данные более мелкого масштаба, например по метеорологическим станциям.

В работе [14] говорится, что засуха должна рассматриваться в качестве относительного, а не абсолютного состояния. Засухи являются региональными по своей протяженности, и каждый регион обладает особыми климатическими характеристиками. Засухи, которые происходят на североамериканских Великих равнинах, будут отличаться от тех, которые наблюдаются в северо–восточной Бразилии, южной части Африки, западной Европе, восточной Австралии или на Северокитайской равнине. В каждом из этих мест объем, сезонный характер и форма осадков значительно отличаются друг от друга.

Многолетняя практика показала, что для оценки засухи в условиях Казахстана наиболее подходящим является гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова, рассчитанный за период май–август (ГТК<sub>5-8</sub>) [16, 23]. В условиях Казахстана для оценки засушливости климата или интенсивности засухи можно использовать критерии ГТК, приведенные в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Критерии оценки засушливости вегетационного периода по ГТК<sub>5-8</sub>

ГТК <sub>5-8</sub>	Степень засушливости
< 0,40	Сильно засушливо
0,40 – 0,59	Умеренно засушливо
0,60 – 0,79	Слабо засушливо
≥ 0,8	Не засушливо

В работе [23] на основе среднегодовых значений ГТК за май–август было проведено обобщенное зонирование всей территории Казахстана по засушливости климата. По климатической засушливости вегетационного периода вся территория республики была подразделена на 4 зоны.

### Суховей

Суховей – сложное погодное явление, возникающее при скорости ветра более 5 м/с, высокой температуре воздуха более 25°C и низкой влажности воздуха менее 30% [11, 19, 24]. В отличие от засухи суховеи, как правило, непродолжительны (от нескольких часов до нескольких суток). Под воздействием суховея происходит интенсивное испарение почвенной влаги, нарушение водного баланса растений и обезвоживание тканей растений. В результате воздействия суховея засыхают и погибают растения, даже при достаточном запасе влаги в почве, так как корневая система не успевает подавать в наземную часть достаточное количество воды. Суховеи наблюдаются в основном весной и летом в степной и лесостепной зонах Земного шара. Сухие ветры образуются в результате трансформации воздушных масс арктического происхождения или выноса воздуха с районов пустынь.

Суховей нельзя рассматривать в отрыве от всего комплекса метеорологических условий, связанных с более крупным явлением – атмосферной засухой. Оба эти явления генетически связаны и вызываются одними и теми же факторами. В.К. Иванов считает, что разделять суховей и засуху невозможно ни с практической, ни с климатологической, ни с географической точек зрения. Поэтому при агрометеорологическом обслуживании сельского хозяйства нецелесообразно разрывать естественный процесс, имеющий две стадии, взаимосвязанные и в какой-то мере обуславливающие друг друга, на атмосферную засуху и суховей.

Большинства учеными в основу определения суховея положено различное сочетание высокой температуры, низкой относительной влажности и определенной скорости ветра [11, 19, 24]. Основным критерием суховея является сочетание температуры воздуха выше 25°C, низкой относительной влажности воздуха менее 30% и ветра со скоростью 5 м/с и более. Разные авторы для различных природных зон дают разное сочетание этих трех метеорологических показателей. Для условий Казахстана Е.И. Бучинский и Н.Ф. Самохвалов предлагают следующие критерии: температура воздуха выше 25°C, низкая относительная влажность воздуха менее 20%, скорость ветра 5 м/с и более, а при температуре 30°C более – скорость ветра 3 м/с и более.

Г.Т. Селянинов (1930 г.) предлагает считать суховейными дни с суточным испарением по испарителю Вильде (испаряемостью) 8 мм и более. Он расценивает такую величину испаряемости, как «вредное явление», указывая, что она нередко наблюдается при средней относительной влажности выше 50% за сутки, но или при повышенной скорости ветра или при высокой температуре. Весной и осенью такая испаряемость обычно наблюдается при средней суточной температуре ниже 20°C, но при сильном ветре или низкой влажности воздуха. Г.Т. Селянинов очень удачно выразил то основное, что характерно для суховея – их «иссушающую силу», то есть испаряемость, показав при этом, что она может проявляться при различных сочетаниях температуры, влажности воздуха и скорости ветра.

Согласно исследованиям Е.А. Цубербиллера день считается суховейным, если в околополуденное время дефицит влажности воздуха превышает 20 мб (слабый), 30 мб

(умеренный) и 40 мб (интенсивный) при скорости ветра менее 8 м/с [25]. Критерии оценки интенсивности суховея приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Критерии оценки интенсивности суховея [25]

Интенсивность суховеев	Дефицита влажности воздуха (гПа) при скорости ветра в 12 - 15 ч	
	> 8 м/с	≤ 8 м/с
Слабые	15–19	20–29
Средней интенсивности	20–29	30–39
Интенсивные	30–39	40–49
Очень интенсивные	≥40	≥50

Оценка пространственной и временной изменчивости суховея на территории Казахстана является малоизученной стороной этого явления. В работе Л.Е. Пасечнюка и В.А. Сенникова (1983 г) приводится агроклиматическая оценка суховеев в северном и западном Казахстане [24]. По их данным, среднее число дней с суховеями ( $d \geq 20$  гПа) за период с апреля по октябрь составляет в Западно-Казахстанской и Актыобинской областях – 90–50 дней, в Костанайской, Северо-Казахстанской, Акмолинской и Павлодарской областях – 50–40 дней.

### **Заморозки**

Заморозком называется понижение температуры воздуха или поверхности почвы (травостоя) до  $0^{\circ}\text{C}$  и ниже на фоне положительных средних суточных температур воздуха. Заморозки обычно наблюдаются весной и осенью (в северных регионах и в высокогорьях даже летом) при антициклонической погоде, на гребнях повышенного атмосферного давления, при высоком эффективном излучении подстилающей поверхности и при слабом ветре.

В зависимости от времени появления и интенсивности заморозки могут частично или существенно повредить сельскохозяйственные культуры, полностью уничтожить или снизить их урожай [19].

Заморозки на поверхности почвы весной заканчиваются позже, осенью начинаются раньше, чем в воздухе на уровне метеорологической будки, вследствие чего беззаморозковый период на почве оказывается на 20–30 дней короче, чем в воздухе на высоте 2 м.

Устойчивость растений к заморозкам и степень их повреждения зависят от многих факторов: времени наступления, интенсивности и продолжительности заморозка, вида, сорта и фазы развития растений, условий выращивания, скорости оттаивания тканей растений, поврежденных заморозком, и т.п. (таблица 1.5 и 1.6).

Температура, ниже которой растения повреждаются или гибнут, называется критической. Эта температура зависит от вида и фазы развития растений [11, 24]:

- озимые, ранние яровые зерновые и зернобобовые культуры в начальные фазы развития выносят кратковременные заморозки до минус  $7^{\circ}\text{C}$ . Однако в период колошения они повреждаются уже при температуре минус  $3^{\circ}\text{C}$ , а во время цветения при минус  $1^{\circ}\text{C}$ . В фазе молочной спелости зерно зерновых культур повреждается при минус  $2^{\circ}\text{C}$ . По мере созревания устойчивость зерна к низким температурам возрастает;

- корнеплоды, прядильные и некоторые масличные культуры в начале развития выдерживают до минус  $5^{\circ}\text{C}$ , в фазе цветения до минус  $2^{\circ}\text{C}$ ;

- кукуруза, картофель, соя выносят температуру до минус  $2^{\circ}\text{C}$ , но в фазе цветения повреждаются уже при минус  $1^{\circ}\text{C}$ ;

- теплолюбивые растения (гречиха, фасоль, рис, хлопчатник, бахчевые) повреждаются уже при минус  $0,5^{\circ}\text{C}$ ;

– для плодовых и ягодных культур заморозки особенно опасны во время цветения и образования завязи. Цветки и плодовая завязь повреждаются при минус 1–2°С. Закрытые бутоны выдерживают заморозки до минус 4°С.

Таблица 1.5 – Устойчивость сельскохозяйственных культур к заморозкам  
(по В.Н. Степанову, 1948) [11]

Культура	Начало повреждения и частичная гибель (°С)			Гибель большинства растений (°С)		
	Всходы	Цветение	Созревание	Всходы	Цветение	Созревание
<b>Наиболее устойчивые к заморозкам</b>						
Яровая пшеница	-9 – -10	-1 – -2	-2 – -4	-10 – -12	-2	-4
Овес	-8 – -9	-1 – -2	-2 – -4	-9 – -11	-2	-4
Ячмень	-7 – -8	-1 – -2	-2 – -4	-8 – -10	-2	-4
Чечевица	-7 – -8	-1 – -3	–	-8 – -10	-3	–
Горох	-8 – -9	-3	-3 – -4	-8 – -10	-3 – -4	-4
<b>Устойчивые к заморозкам</b>						
Люпин многолетний	-7 – -8	-3	-3	-8 – -10	-3 – -4	-3 – -4
Вика яровая	-8 – -9	-2 – -3	-2 – -3	-8 – -9	-3	-3 – -4
Люпин узколистный	-5 – -6	-2 – -3	-3	-6 – -7	-3 – -4	-3 – -4
Бобы	-5 – -7	-2 – -3	–	-6 – -7	-3	-3 – -4
Подсолнечник	-6 – -7	-1 – -2	-2 – -3	-7 – -8	-3	-3
Лен, конопля	-5 – -7	-1 – -2	-2 – -4	-7	-2	-4
Сахарная свекла	-6 – -7	-2 – -3	–	-8	-3	–
Свекла кормовая	-6 – -7	-2 – -3	–	-8	-3	–
Морковь, брюква, турнепс	-6 – -7	–	–	-8	–	–
<b>Среднеустойчивые к заморозкам</b>						
Люпин желтый	-4 – -5	-2 – -3	–	-6	-3	–
Соя	-3 – -4	-2	–	-4	-2	–
Редис	-4	–	–	-6	–	–
Могар	-3 – -4	-1 – -2	–	-4	-2	–
<b>Малоустойчивые к заморозкам</b>						
Кукуруза	-2 – -3	-1 – -2	-2 – -3	-3	-2	-3
Просо, сорго, картофель	-2	-2	-1 – -2	-2 – -3	-2 – -3	
<b>Неустойчивые к заморозкам</b>						
Огурцы, томаты	-1 – -2	–	–	-2	–	–
Гречиха	-1 – -2	-1	-1,5 – -2	-2	-1	-2
Хлопчатник	-0,5 – -1	-0,5 – -1	–	-1	-1	–
Фасоль	-0,5 – -1,5	-0,5 – -1	-2	-1 – -5	-1	-2
Рис	-0,5 – -1	-0,5	–	-1	-0,5	–
Бахчевые	-0,5 – -1	-0,5 – -1	-0,5	-1	-1	-1

Таблица 1.6 – Критическая температура повреждения заморозками плодовых культур  
(по Н.И. Сенициной, 1973) [11]

Культура	Критические температуры воздуха, при которых повреждаются заморозками различные органы у растений
Виноград	распустившиеся почки ( $-1^{\circ}\text{C}$ ); цветки ( $0^{\circ}\text{C}$ )
Яблоня, груша, вишня, слива	закрытые бутоны ( $-4^{\circ}\text{C}$ ); цветки и плодовые завязи ( $-1^{\circ}\text{C}$ до $2^{\circ}\text{C}$ )
Черешня	бутоны и цветки ( $-2^{\circ}\text{C}$ ); плодовые завязи ( $-1^{\circ}\text{C}$ )
Абрикос, персик	закрытые бутоны ( $-2^{\circ}\text{C}$ ); цветки ( $-3^{\circ}\text{C}$ ); плодовые завязи ( $-1^{\circ}\text{C}$ )
Ягодники (малина, клубника)	цветки и завязи ( $-2^{\circ}\text{C}$ )

В результате воздействия заморозков повреждаются вегетативные и генеративные части растений, наблюдается отставание в развитии, и все это может привести к снижению урожая.

### **Гроза**

Гроза – комплексное метеорологическое явление, представляющее собой электрические разряды в атмосфере, сопровождаемые молнией и громом. Грозы образуются в мощных кучево-дождевых облаках. Грозы сопровождаются сильными шквалистыми ветрами и ливневыми осадками, нередко градом. Молнии могут привести к гибели людей и скота, лесным пожарам, а также возгоранию созревших посевов сельскохозяйственных культур.

Различаются фронтальные и внутримассовые грозы. В Казахстане грозы в основном наблюдаются в теплое время года. Очаги наибольшей повторяемости, с более 25 дней в году, имеют место в горных районах юга, юго-востока и востока страны. Грозы более 20 дней в году наблюдаются в Северном Казахстане в Кокшетауской возвышенности, в центральной и северо-восточной части Сары-Арки, а также в Западном Казахстане в районе городов Актобе и Уральска. Повторяемость гроз минимальна в пустынях [26].

### **Сильный дождь**

Дожди считаются опасными явлениями в случае, если за 12 часов и менее их количество составляет 15 мм и более. При достижении количества осадков 50 мм и более, а в горных (селеопасных) районах 30 мм и более за 12 часов и меньшее время, дожди становятся стихийным гидрометеорологическим явлением.

Очень опасным является сильный ливневый дождь – выпадение осадков 20 мм и более за период менее 1 часа [27]. Сильные дожди и ливни вызывают водную эрозию почвы, полегание посевов и гибель сельскохозяйственных культур, затрудняют уборку и обуславливают значительные потери урожая. В горных районах могут вызывать оползни и сели.

Число случаев с сильными дождями убывает с севера на юг республики и возрастает при продвижении к горным хребтам востока и юго-востока. На крайнем юге и юго-западе страны сильные дожди очень редки, 1–2 раза в 10 лет. Несколько чаще наблюдаются в северных, центральных и северо-восточных районах Казахстана. В горных и предгорных районах сильные дожди выпадают несколько раз в год. Сильные дожди, вызываемые высоким холодным циклоном, выпадают в основном на севере республики. Короткие интенсивные ливни вызывают паводки на малых реках, ливневые дожди – на средних и иногда на больших реках [28].

### **Град**

Град – осадки, выпадающие в теплое время года из мощных кучево-дождевых облаков, обычно вместе с ливневым дождем, в виде частичек плотного льда, различных по форме и



величине. Диаметры градин в основном бывают от 5 мм до 20 мм. Обычно град выпадает в течение 3–5 минут и проходит полосой. Ширина полосы чаще всего бывает 1–2 км, длина – 10–20 км [27].

Выпадение града с диаметром градин более 20 мм приносит значительный ущерб сельскому хозяйству. Интенсивный град может уничтожить посевы, привести к гибели животных и повреждению техники, крыш и окон зданий. Наибольший вред приносит град в период цветения и созревания плодов сельскохозяйственных культур.

На территории Казахстана в среднем наблюдается 1–3 дня с градом, повторяемость града возрастает с юго–запада на северо–восток и в сторону горных районов. Выделяются четыре значимых района повышенной повторяемости града: Северный Казахстан (1,5 дня в году), Казахский мелкосопочник (2 дня в году), Алтай (2,5 дня в году) и среднегорные пояса хребтов Илейского Алатау (5 дней в году) и Жетысуского Алатау (3 дня в году) и Каратау (1,8 дня в году). Максимальное число дней с градом составляет 10–20 дней в Алматинской области, на юге, востоке и центре Казахстана – до 8 дней, на севере – до 6 дней в год [29].

### **Пыльные бури**

Пыльная буря – перенос сильным ветром больших количеств пыли и песка в приземном слое воздуха, приводящий к значительному ухудшению видимости. Особо опасными являются пыльные бури при скорости ветра более 15 м/с, продолжительности более 12 часов и видимости менее 500 метров [27].

Сильные пыльные бури препятствуют проведению агротехнических мероприятий (обработка почвы, посев, внесение удобрения, уборка урожая), ломают стебли растений, приводят к повреждению и полеганию посевов.

Значительный очаг пыльных бурь расположен на северном и южном побережьях Аральского моря. Очаги повышенной повторяемости опасных пыльных бурь имеются на территории Западно–Казахстанской и Атырауской областей, в Кызылкумах, в долине реки Иле, на востоке озера Балкаш и между реками Ертіс–Шаган–Шар в Восточно–Казахстанской области [26].

### **Метели**

Метели возникают в условиях выпадения снега или рыхлой структуры снежного покрова при скорости ветра более 5 м/с. Метели способствуют образованию заносов и ухудшению видимости, затрудняют движение транспорта, а также создают неблагоприятные условия для сельского хозяйства, представляют угрозу жизни людей.

Возникновение сильных метелей в Казахстане определяется особенностями общей циркуляции атмосферы в холодный период года, в частности они возникают при прохождении глубоких циклонов и их ложбин, а также при сближении двух противоположных по знаку барических образований (циклона и антициклона). Сильные метели возникают и под влиянием орографии, например в горных проходах.

Интенсивные метели свойственны северной половине республики. Выделяется очаг с повторяемостью метели более 40 суток в году – в Костанайской области (Диевская и Аркалык), Акмолинской (Аршалы и Ерейментау), Павлодарской (Актогай) и Актюбинской (Акжар) области. В метелевые годы в этих районах количество суток с метелью достигает 78. Большая повторяемость метелей не везде характеризует большую вероятность возникновения очень сильных метелей. В северной половине республики очень высокий риск возникновения сильных метелей имеет место в Акмолинской области (Державинск и Ерейментау) [30].

## **1.5 Методика оценки условий перезимовки озимых зерновых культур**

В холодный период года в результате воздействия неблагоприятных погодных явлений могут происходить вымерзание, выпревание под мощным снежным покровом, вымокание

из-за застоя воды на полях, выпирание из-за чередования оттепелей и морозов, повреждение растений ледяной коркой, а также зимний нагрев и иссушение зимующих растений.

Изучению условий перезимовки растений посвящено множество исследований. Например, можно отметить, исследования Ф.Ф. Давитая, В.М. Личикаки, А.М. Шульгина, Г.Д. Рихтера, В.А. Моисейчика, З.А. Мищенко и т.д. [10].

П.И. Колосков [1] по климатическим условиям перезимовки озимой пшеницы территорию Казахстана подразделяет на 4 района:

- 1) со средней температурой января ниже минус  $15^{\circ}\text{C}$  – перезимовка не обеспечена.
- 2) со средней температурой января минус  $10-15^{\circ}\text{C}$ :
  - а) средняя высота снежного покрова в январе выше 40 см – перезимовка обеспечена;
  - б) средняя высота снежного покрова в январе ниже 40 см – перезимовка обеспечена при условии проведения мер снегонакопления.
- 3) со средней температурой января минус  $5-10^{\circ}\text{C}$ :
  - а) средняя высота снежного покрова в январе выше 20 см – перезимовка обеспечена;
  - б) средняя высота снежного покрова в январе ниже 20 см – перезимовка обеспечена при условии проведения мер снегонакопления.
- 4) со средней температурой января минус  $0-5^{\circ}\text{C}$ :
  - а) средняя максимальная высота снежного покрова ниже 50 см – нет выпревания;
  - б) средняя максимальная высота снежного покрова выше 50 см – возможно выпревание.

Озимая рожь обладает высокой морозостойкостью, нежели озимая пшеница. По П.И. Колоскову климатические условия позволяют возделывать озимую рожь в северных частях Западно-Казахстанской, Актюбинской и Костанайской областей, в Северо-Казахстанской области, в значительных частях Акмолинской, Павлодарской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областей, а также в южных предгорных районах Казахстана [1].

В то же время, согласно районированию агроклиматических условий перезимовки озимых культур на территории СНГ В.А. Моисейчиком, условия перезимовки оцениваются как очень плохие на западе, севере, в центре и северо-востоке Казахстана, как удовлетворительные и хорошие – на юге и востоке [10].

В Казахстане основной причиной гибели сельскохозяйственных культур зимой является вымерзание растений в результате воздействия сильных морозов. В то же время очень высокий снежный покров в теплые зимы может привести к выпреванию. Также сильные ветры могут вызывать перераспределение снега, оголяя большие площади. В условиях Северного Казахстана в связи с постоянными ветрами часто происходит перераспределение снежного покрова. При этом наветренной стороне рельефа высота снега может быть не высокой, что также влияет на условия перезимовки озимых культур.

Зимостойкость и морозостойкость озимых культур зависит от степени осенней закалки и условий зимовки. Морозостойкость озимых характеризуется критической температурой вымерзания, при которой погибает 50% и более посевов растений.

Понижение температуры на глубине узла кущения растений (3-5 см) ниже критической температуры вымерзания приводит к изреженности или полной гибели озимых культур. В зависимости от зимостойкости сорта и условия осенней закалки критическая температура вымерзания находится у озимого ячменя в пределах минус  $13 - 16^{\circ}\text{C}$ , у озимой пшеницы – минус  $18 - 22^{\circ}\text{C}$ , у озимой ржи – минус  $20 - 24^{\circ}\text{C}$ . После интенсивных оттепелей растения погибают и при менее низких температурах почвы.

В таблице 1.7 даны критические значения температуры почвы на глубине узла кущения, приводящие к вымерзанию озимой пшеницы. Для определения возможности возделывания озимой пшеницы, в качестве оценочной критической температуры можно взять минус  $18^{\circ}\text{C}$ . При температуре выше минус  $18^{\circ}\text{C}$  обеспечивается успешная перезимовка озимой пшеницы.

Таблица 1.7 – Критические температуры почвы на глубине узла кущения, приводящие к вымерзанию озимой пшеницы в зимний период [31]

Условия осенней заделки озимых культур	Критическая температура на глубине узла кущения, °С	
	от	до
Хорошие	-22	-25
Средние	-20	-23
Плохие	-18	-21

Однако фактических наблюдений за минимальной температурой почвы на глубине узла кущения очень мало, особенно в северной части Казахстана. Поэтому часто используются другие характеристики, такие как, минимальная температуры воздуха, высота снега и глубина промерзания почвы. Температура почвы на глубине узла кущения зависит от высоты снежного покрова и температуры воздуха.

Понижение температуры воздуха до минус 25°С при полном бесснежье или до минус 30°С при высоте снежного покрова ниже 5 см обуславливает понижение температуры на глубине узла кущения растений ниже критической температуры вымерзания [27]. Такие низкие температуры являются опасными не только для посевов озимых зерновых культур и многолетних трав, также и для плодовых деревьев и ягодников.

Для растений, ушедших на зиму недостаточно развитыми (озимые зерновые, не достигшие стадии кущения) понижение температуры воздуха ниже минус 15°С при высоте снежного покрова менее 5 см может нанести значительный ущерб [8, 11].

Для оценки условий вымерзания озимых культур в зависимости от температуры воздуха и высоты снежного покрова существуют различные мнения и критерии. Приведем некоторых из них:

- среднюю декадную температуру воздуха ниже минус 20°С принято считать неблагоприятным для перезимовки озимых культур [32];
- при низких температурах воздуха порядка минус 25 – минус 35°С благоприятная перезимовка возможна при высоте снежного покрова 25–35 см [32];
- для хорошей перезимовки озимых культур в южных регионах необходим снежный покров высотой около 20 см, в северных регионах – около 30 см (в суровые зимы до 40 см и более) [10];
- при наличии снежного покрова высотой более 13 см, посевы озимых зерновых культур защищены от морозов до -30°С, а при высоте снега 27 см неопасны морозы до -44°С (таблица 1.8) [31].

Таблица 1.8 – Средняя высота снежного покрова, обеспечивающая укрытие поля озимых культур при различных минимальных температурах воздуха и условиях осенней заделки растений [31]

Абсолютный минимум температуры воздуха, °С	Средняя высота снежного покрова при различных условиях осенней заделки, см		
	хорошие	средние	плохие
-30	10	11	13
-32	11	13	16
-34	12	15	18
-36	13	17	20
-38	13	18	21
-40	17	20	23
-42	18	21	26
-44	19	23	27

Расхождение значений высоты снега объясняется, тем, что для более точного определения нужно еще учитывать глубину промерзания почвы, тип почвы, плотность снега и т.д.

Для комплексной агроклиматической оценки зимнего периода А.М. Шульгин предложил формулу для расчета показателя суровости зимы ( $K_c$ ) следующего вида [10]:

$$K_c = \frac{\bar{T}_m}{C} \quad (1.16)$$

где  $\bar{T}_m$  – средний из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха (за месяц, сезон);  $C$  – средняя высота снежного покрова (за месяц, сезон).

Зима считается весьма суровой, если  $K_c > 3$ , суровой – если  $K_c = 1-3$ , мало суровой – если  $K_c < 1$ .

Для определения возможности возделывания озимых зерновых культур, наравне с минимальной температурой почвы на глубине узла кущения, можно использовать сочетание абсолютного минимума температуры воздуха со средней высотой снежного покрова и показатель суровости зимы ( $K_c$ ). Возделывание озимых зерновых культур исключается на территории с суровой и весьма суровой зимой ( $K_c > 1$ ), так как такие условия не обеспечивают успешную перезимовку озимых зерновых культур.

### 1.6 Методика агроклиматического зонирования

Агроклиматическое зонирование предусматривает деление территории по определенной системе на различные зоны, достаточно однородные внутри своих границ по тепло- и влагообеспеченности, имеющих существенное значение для географического распределения и специализации сельского хозяйства.

Для комплексной оценки агроклиматических ресурсов проводят агроклиматическое зонирование (районирование) территории по основным агроклиматическим показателям вегетационного периода. Основными агроклиматическими факторами в Казахстане являются показатели влагообеспеченности и теплообеспеченности вегетационного периода.

Зонирование территории по тепло- и влагообеспеченности облегчает решение ряд практических и научных задач в сельском хозяйстве. Например, на их основе можно провести агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур. По агроклиматическим зонам можно распределить сроки проведения агротехнических мероприятий (сев, уборка, обработка почвы и т.д.), распределить показателей неблагоприятных погодных явлений и т.д. Такое распределение дает возможность систематизации их по территории.

В агроклиматических справочниках первых выпусков (1958 г.) в основу агроклиматического районирования были положены ГТК за май–июль и сумма эффективных температур воздуха выше  $10^\circ\text{C}$ . При этом границы зон уточнялись по почвенным и геоботаническим картам [4].

В агроклиматических справочниках южных областей второго выпуска (1978 г.) при агроклиматическом районировании были использованы ГТК за период с температурой выше  $10^\circ\text{C}$  и сумма активных температур воздуха выше  $10^\circ\text{C}$  [25].

В последующем (2006 г.) агроклиматическом районировании территории Казахстана также были использованы ГТК за период с температурой выше  $10^\circ\text{C}$  и сумма активных температур воздуха выше  $10^\circ\text{C}$  [27].

Нами для агроклиматического зонирования территории областей были использованы коэффициент увлажнения ( $K$ ) за вегетативно активный период (май–август) и сумма активных температур воздуха выше  $10^\circ\text{C}$ . Коэффициент увлажнения  $K$ , кроме осадков и температуры теплого периодов, также учитывает и осадки холодного периода.

С помощью ГТК можно оценить атмосферную засуху и засушливость климата. Коэффициент увлажнения  $K$  более адекватно характеризует условия увлажнения, нежели

ГТК. Коэффициент К имеет довольно тесную связь с ГТК и со средней областной урожайностью яровой пшеницы. Например, в северных областях Казахстана коэффициент корреляции между урожайностью пшеницы и К колеблется от 0,64 до 0,79, а с ГТК – от 0,63 до 0,74. Связь между К и ГТК характеризуется коэффициентом корреляции 0,97–0,98. Такие показатели дают основание для использования К на практике, для оценки условий увлажнения.

Агроклиматические зоны проводятся по определенным значениям (градациям) термических условий и условий увлажнения.

Для оценки термических условий сумма активных температур воздуха выше 10°C ( $\Sigma T_{10}$ ) были взяты шагом через 500°C, в пределах, наблюдаемых на территории Казахстана (таблица 1.9).

Для оценки уровня увлажненности (засушливости) коэффициент увлажнения (К) были взяты с шагом 0,2, в пределах, наблюдаемых на равнинной территории Казахстана (таблица 1.10).

Таблица 1.9 – Критерии оценки термических условий в Казахстане

№	Термическое условие	$\Sigma T_{10}$ , °C
1	Умеренно теплое	2000–2500
2	Теплое	2500–3000
3	Умеренно жаркое	3000–3500
4	Жаркое	3500–4000
5	Очень жаркое	более 4000

Таблица 1.10 – Критерии оценки увлажненности вегетационного периода по К

№	Степень увлажненности	К
1	Умеренно влажная	1,0–1,2
2	Слабовлажная	0,8–1,0
3	Слабо засушливая	0,6–0,8
4	Умеренно засушливая	0,4–0,6
5	Сильно засушливая	0,2–0,4
6	Сухая	менее 0,2

Анализ распределения по территории Казахстана средних многолетних значений К и сумм активных температур воздуха выше 10°C позволил нам разделить равнинную территорию Казахстана на 6 агроклиматических зон. При этом зоны с III по VI по термическим условиям подразделяются на подзоны (а) и (б). Названия зон и предельные значения коэффициента увлажнения (К) и сумм температур ( $\Sigma T_{10}$ ) приведены в таблице 1.11. При этом названия зон были сохранены, как и в предыдущих справочниках.

Таблица 1.11 – Агроклиматические зоны на равнинной территории Республики Казахстан

№	Название зоны	К	$\Sigma T_{10}$ , °C
I	Умеренно влажная умеренно теплая	1,0–1,2	2000–2300
II	Слабовлажная умеренно теплая	0,8–1,0	2200–2500
III	а) Слабо засушливая умеренно теплая	0,6–0,8	2400–2500
	б) Слабо засушливая теплая		2500–3000
IV	а) Умеренно засушливая теплая	0,4–0,6	2500–3000
	б) Умеренно засушливая умеренно жаркая		3000–3500
V	а) Очень засушливая умеренно жаркая	0,2–0,4	3000–3500
	б) Очень засушливая жаркая		3500–4000
VI	а) Сухая жаркая	< 0,2	3500–4000
	б) Сухая очень жаркая		> 4000

### 1.7 Методика агроклиматического районирования сельскохозяйственных культур

Сельскохозяйственные культуры классифицируются по биологическим и хозяйственным признакам. Подразделяют на зерновые, зернобобовые, крупяные, масличные, технические и овощные культуры, клубнеплоды, корнеплоды, травы и т.д.

Также имеется биоклиматическая классификация культурных растений. Г.Т. Селянинов по эколого-генетическому принципу сельскохозяйственные культуры делит на группы: однолетние с короткими фазами цветения и развития; однолетние с растянутыми фазами цветения и развития; многолетние. Группы, в свою очередь делятся на подгруппы – растения умеренного, субтропического и тропического климата. Далее дифференцируется по уровню начала роста растений, по сумме температур за период активного роста и развития. Есть классификации культурных растений В.Н. Степанова, П.И. Колоскова, А.М. Алпатьева и т.д. Д.И. Шашко была разработана детальная биоклиматическая классификация культурных растений по их реакции на различные условия климата [10, 33].

П.И. Колосковым в работе [1] проведена биоклиматическая классификация сельскохозяйственных культур. По продолжительности вегетационного периода подразделены на 5 классов: А – ультраскороспелые (эфемеры) – менее 85 дней; В – скороспелые – 85-115 дней; С – среднеспелые – 115-145 дней; D – позднеспелые – 145-175 дней; E – особо позднеспелые – более 175 дней.

По засухоустойчивости и влагопотребности подразделены на 5 групп: I – культуры зоны крайней сухости (ксерофиты); II – культуры, могущие произрастать в засушливой зоне; III – культуры слабо засушливой зоны; IV – культуры умеренно влажной зоны; V – культуры, возделываемые только при искусственном орошении.

По величине транспирационного коэффициента подразделены на 5 родов: 1 – менее 300; 2 – 300-400; 3 – 400-500; 4 – 500-600; 5 – более 600.

По моменту начала вегетации и степени морозоустойчивости выделены на 7 видов: а) – озимые культуры высокой зимостойкости (озимая рожь); б) – озимые культуры средней зимостойкости (озимая пшеница); в) – озимые культуры низкой зимостойкости (озимая ячмень); г) – яровые культуры сверхраннего посева, очень морозоустойчивые; д) – яровые культуры раннего посева (переход через 5°C), довольно морозоустойчивые; е) – яровые культуры позднего посева (переход через 10°C); ж) – яровые культуры сверхпозднего посева (переход через 15°C).

Сегодня в условиях изменения климата является актуальным районирование сельскохозяйственных культур по территории Казахстана в зависимости от обеспеченности их агроклиматическими ресурсами. При возделывании сельскохозяйственных культур необходимо учитывать почвенные, климатические и текущие погодные условия, в соответствии с биологическими требованиями растений.

Агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур – это деление территории по признаку соответствия агроклиматических условий потребностям произрастания сельскохозяйственных культур [34]. В результате районирования определяются зоны или территории, где можно возделывать определенную культуру и их сорта по почвенным и климатическим условиям.

Агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур по территории может служить научной основой для размещения сельскохозяйственного производства на этой территории.

При агроклиматическом районировании сельскохозяйственных культур учитываются закономерности пространственного распределения следующих агроклиматических показателей:

1. Даты перехода температуры воздуха через 5°C, 10°C, 15°C;
2. Климатические сроки сева сельскохозяйственных культур;
3. Сумма активных температур воздуха выше 5°C, 10°C, 15°C;
4. Суммы осадков за различные периоды года;
5. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы;

6. Коэффициент увлажнения К;
7. Биоклиматический потенциал;
8. Месячные суммы фотосинтетически активной радиации, с мая по сентябрь;
9. Продолжительность беззаморозкового периода, даты весенних последних и осенних первых заморозков;
10. Средняя минимальная температура воздуха самого холодного месяца;
11. Абсолютная минимальная температура воздуха за год;
12. Высота снежного покрова;
13. Минимальная температура на глубине узла кущения (3 см в почве);
14. Показатель суровости зимы по А.М. Шульгину (Кс).

В агрометеорологии при установлении теплообеспеченности и климатических границ возделывания сельскохозяйственных культур различают суммы климатических и биологических температур. Суммы климатических температур характеризуют общие ресурсы тепла данной территории (выше 5°, 10° и 15°C). Подсчитываются чаще всего в виде сумм среднесуточных (активных) температур воздуха за период с температурой выше 10°C.

Суммы биологических температур характеризуют потребность растений в тепле, под которой понимается сумма среднесуточных температур воздуха за период вегетации данной культуры, от начала роста до созревания (посев–созревание). При этом рост растений может происходить при более низкой, а созревание при более высокой температуре воздуха, называемой биологическим минимумом.

В таблице 1.12 представлена потребность основных культур в тепле, выраженная в биологической сумме температур воздуха для широты 55° с.ш., принятая в настоящее время для практического использования [6, 8, 10, 11, 25, 35].

В таблице приведены биологические суммы температур воздуха, необходимые для прохождения периода от посева до полного созревания (пшеница, ячмень, овес, озимая пшеница и рожь, гречиха, просо, сорго, рис – от посева до восковой спелости). Для ориентации, 55° с.ш. соответствует северной окраине Северо-Казахстанской области. Например, г. Петропавловск расположен на широте 54,5° с.ш., г. Костанай – 53,1° с.ш., г. Павлодар – 52,2° с.ш., г. Уральск – 51,1° с.ш., г. Астана – 51,1° с.ш., г. Актобе – 50,1° с.ш.

При продвижении на юг от 55° с.ш., в связи с фотопериодической реакцией, необходимая сумма температур для растений длинного дня увеличивается, а для растений короткого дня – уменьшается, на 5–25°C за каждые 1° широты. Для растений нейтральных к длине дня необходимая сумма температур не меняется, т.е. поправка на длину дня равна нулю (таблица 1.12).

Таблица 1.12 – Потребность основных культур в тепле за вегетационный период, °С

Культура	Скороспелость сортов	Биологический минимум температуры, °С		Биологическая сумма температур для широты 55° с.ш.	Поправка на длину дня, °С
		начало роста	созревание		
1	2	3	4	5	6
Пшеница (мягкая)	раннеспелые	5	10	1400	20
	среднеспелые		10	1500	20
	позднеспелые		20	1700	25
Пшеница (твердая)	раннеспелые	5	12	1400	15
	среднеспелые			1600	20
	позднеспелые			1700	20
Ячмень	наиболее раннеспелые	5	10	1250	20
	среднеспелые			1350	15
	позднеспелые			1450	15

Культура	Скороспелость сортов	Биологический минимум температуры, °С		Биологическая сумма температур для широты 55° с.ш.	Поправка на длину дня, °С
		начало роста	созревание		
1	2	3	4	5	6
Овес	наиболее раннеспелые	5	10	1250	20
	среднеспелые			1450	
	позднеспелые			1550	
Озимая рожь	раннеспелые	5	10	1300	30
	среднеспелые			1350	
	позднеспелые			1400	
Озимая пшеница	раннеспелые	5	10	1400	25
	среднеспелые			1450	
	позднеспелые			1500	
Кукуруза	раннеспелые	10	10	2200	0
	среднеспелые			2500	
	среднепоздние			2700	
	позднеспелые			2900	
Гречиха*	раннеспелые	7	10	1200	0
	среднеспелые			1300	
	позднеспелые			1400	
Просо	наиболее раннеспелые	10	10	1600	15
	среднеспелые			1700	
	позднеспелые			1900	
Сорго	раннеспелые	12	12	2400	-10
	среднеспелые			2500	
	позднеспелые			2900	
Рис	раннеспелые	15	20	2500 (≥15°C)	0
	среднеспелые			2820 (≥15°C)	-12
	позднеспелые			3320 (≥15°C)	-12
Фасоль*	раннеспелые	12	12	1500	0
	среднеспелые			1700	
	позднеспелые			1900	
Горох	раннеспелые	5	10	1250	10
	среднеспелые			1400	6
	позднеспелые			1550	6
Соя	наиболее раннеспелые	10	10	2140	-8
	раннеспелые			2340	-8
	среднеспелые			2560	-12
	позднеспелые			3060	-12
Бобы	Раннеспелые	7	10	1400	0
Чечевица	раннеспелые	5	10	1400	10
	среднеспелые			1500	6
Чина	раннеспелые	5	10	1500	6
	среднеспелые			1700	
Нут	раннеспелые	6	12	1400	0
	среднеспелые			1500	
	позднеспелые			1600	
Люпин	раннеспелые	6	12	1400	12
	среднеспелые			1700	
	позднеспелые			2100	
Рапс яровой	раннеспелые			1800	
	позднеспелые			2100	



Культура	Скороспелость сортов	Биологический минимум температуры, °С		Биологическая сумма температур для широты 55° с.ш.	Поправка на длину дня, °С
		начало роста	созревание		
1	2	3	4	5	6
Подсолнечник	раннеспелые	8	12	1850	0
	среднеспелые			2000	
	позднеспелые			2300	
Лен масличный	раннеспелые	7	10	1450	6
	среднеспелые			1550	
Лен долгунец	раннеспелые	7	10	1400	6
	среднеспелые			1500	
Огурцы*	раннеспелые			1200	0
	среднеспелые			1300	
	позднеспелые			1450	
Томаты*	раннеспелые			1500	0
	среднеспелые			1600	
	позднеспелые			1700	
Капуста	раннеспелые			1400	0
	среднеспелые			1500	
	позднеспелые			1650	
Картофель	раннеспелые	10	10	1200	0
	среднеспелые			1500	
	позднеспелые			1800	
Сахарная свекла	раннеспелые			2000	
	среднеспелые			2200	
	позднеспелые			2400	
Хлопчатник*	раннеспелые	12	15	3100 ( $\geq 15^{\circ}\text{C}$ )	0
	среднеспелые			3400 ( $\geq 15^{\circ}\text{C}$ )	
	позднеспелые			4000 ( $\geq 15^{\circ}\text{C}$ )	

Примечание: \* – культуры неустойчивые к заморозкам

Соответствие сумм климатических и биологических температур определяет климатические границы возможного возделывания данной культуры и ее сортов.

Посев сельскохозяйственных культур производится при достаточном прогреве почвы и достижении ее мягкопластичного состояния, когда среднесуточная температура воздуха уже переходит через  $10^{\circ}\text{C}$ . Поэтому для определения обеспеченности растений теплом достаточно сравнить биологическую сумму температур с климатической суммой температур, т.е. с суммой активных температур воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$ . При этом для точности ее надо отсчитывать от даты завершения посева культуры.

Для определения возможности возделывания растений по влагообеспеченности (при естественном увлажнении атмосферными осадками) можно использовать коэффициент увлажнения  $K$ . Сухое земледелие, т.е. земледелие без орошения можно считать возможным при среднемноголетнем значении  $K > 0,50$ , характеризующее влагообеспеченность между категориями «недостаточная влагообеспеченность» и «умеренный дефицит влаги».

Анализы показали, что при среднемноголетнем значении  $K=0,50$ , на 80% обеспеченность соответствует значению  $K \approx 0,40$ . Надо отметить, что в условиях  $K < 0,40$  наблюдается сильно засушливое условие и устанавливается Дефицит влаги. Соответственно в качестве южной границы сухого земледелия можно использовать изолинию  $K(80\%) = 0,40$ , или же изолинию среднемноголетнего значения  $K=0,50$ , которые находятся близко друг к другу.

Для оценки соответствия ресурсов климата требованиям культур определяются значения климатических показателей различной обеспеченности. Например, 80–90% обеспеченность растений ресурсами климата является достаточной [6]. Соответственно нами для определения культуры и их сортов, подходящей для возделывания в данной территории,

были использованы значения сумм активных температур воздуха выше 10°C соответствующей 90%-ной обеспеченности, а также значение коэффициента увлажнения К соответствующей 80%-ной обеспеченности.

Например, для раннеспелого сорта яровой пшеницы от посева до созревания необходима биологическая сумма температур 1200–1400°C. Соответственно яровую пшеницу можно будет возделывать на территории, где на 80–90% обеспечено 1400°C сумма активных температур выше 10°C и значение коэффициента увлажнения К при обеспеченности 80% составляет более 0,40.

После определения территории (зоны) удовлетворяющей требованиям культуры теплом и влагой, ее границы должны уточняться по другим факторам. Например, распределение на этой территории суммы ФАР, даты весенних и осенних заморозков, продолжительности беззаморозкового периода, биоклиматического потенциала (БКП), типа почвы и т.д. После анализа всех факторов принимается окончательное решение по определению территории (зоны, района), где можно возделывать данную культуру.

Таким образом, при проведении агроклиматического районирования сельскохозяйственных культур необходимо учитывать комплекс агроклиматических показателей. При этом первичным и основным определяющим фактором является теплообеспеченность. Поэтому сельскохозяйственные культуры были сгруппированы по требованию к теплу, т.е. по биологической сумме температур воздуха, необходимой для прохождения вегетации от посева до созревания. Шаг сумм температур для группировки составляет 200°C. Основные виды озимых зерновых, яровых зерновых, зернобобовых, масличных, технических и овощных культур были сгруппированы на 9 групп (таблицы 1.13–1.17).

Таблица 1.13 – Распределение озимых зерновых культур на группы по потребности в тепле

Гр.	$\sum t > 10$	Культура–скороспелость (раннеспелый, среднеспелый, позднеспелый)		
1	1200–1400		Оз. Рожь–р Оз. Рожь–с	Оз. Ячмень–р Оз. Ячмень–с
2	1400–1600	Оз. Пшеница–р Оз. Пшеница–с Оз. Пшеница–п	Оз. Рожь–п	Оз. Ячмень–п

Таблица 1.14 – Распределение яровых зерновых культур на группы по потребности в тепле

Гр.	$\sum t > 10$	Культура–скороспелость (раннеспелый, среднеспелый, позднеспелый)					
1	1200–1400			Ячмень–р Ячмень–с	Овес–р		Гречиха–р Гречиха–с
2	1400–1600	Пшеница (м)–р Пшеница (м)–с	Пшеница (т)–р	Ячмень–п	Овес–с Овес–п		Гречиха–п
3	1600–1800	Пшеница (м)–п	Пшеница (т)–с Пшеница (т)–п			Просо–р Просо–с	
4	1800–2000					Просо–п	
5	2000–2200						
6	2200–2400	Кукуруза–р					
7	2400–2600	Кукуруза–с		Сорго–р Сорго–с			
8	2600–2800	Кукуруза–сп		Сорго–сп			
9	2800–3000	Кукуруза–п		Сорго–п			

Таблица 1.15 – Распределение зернобобовых культур на группы по потребности в тепле

Гр.	$\Sigma t > 10$	Культура–скороспелость (раннеспелый, среднеспелый, позднеспелый)						
1	1200–1400	Горох–р						
2	1400–1600	Горох–с Горох–п	Фасоль–р	Чина–р	Чечевица–р Чечевица–с	Нут–р Нут–с	Люпин–р	Бобы–р
3	1600–1800		Фасоль–с	Чина–с		Нут–п	Люпин–с	
4	1800–2000		Фасоль–п				Люпин–сп	
5	2000–2200	Соя–нр					Люпин–п	
6	2200–2400	Соя–р						
7	2400–2600	Соя–с						
8	2600–2800	Соя–сп						
9	2800–3000	Соя–п						

Таблица 1.16 – Распределение масличных и технических культур на группы по потребности в тепле

Гр.	$\Sigma t > 10$	Культура–скороспелость (раннеспелый, среднеспелый, позднеспелый)			
1	1200–1400				
2	1400–1600		Лён масличный–р Лён масличный–с	Лен долгунец–р Лен долгунец–с	
3	1600–1800				
4	1800–2000	Подсолнечник–р	Рапс–р		
5	2000–2200	Подсолнечник–с	Рапс–п		Сах.свекла–р
6	2200–2400	Подсолнечник–п			Сах.свекла–с
7	2400–2600				Сах.свекла–п

Таблица 1.17 – Распределение овощных культур на группы по потребности в тепле

Гр.	$\Sigma t > 10$	Культура–скороспелость (раннеспелый, среднеспелый, позднеспелый)				
1	1200–1400	Картофель–р		Огурец–р Огурец–с		
2	1400–1600	Картофель–с	Капуста–р Капуста–с	Огурец–п	Томат–р	
3	1600–1800	Картофель–п	Капуста–п		Томат–с Томат–п	

### 1.8 Методика определения сроков начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур

Сроки сева является одним из решающих факторов, который определяет уровень и качество урожая. Своеобразие климатических условий Казахстана требует особого подхода к выбору оптимальных сроков посева яровых зерновых культур.

Для северных областей республики типичная ранневесенняя засуха, которая иссушает верхний слой почвы, создает опасность получения изреженных всходов, ухудшает условия нормального укоренения пшеницы. Отличительной особенностью зоны является своеобразное выпадение осадков, заключающееся в обильном увлажнении в июле и августе.

Главными критериями определения срока сева яровой пшеницы в данной зоне является:

- обеспечение растений в наиболее критические периоды их развития необходимым количеством влаги;
- температурный режим периода налива и созревания семян.

В агроклиматическом отношении на западе республики наиболее вредны суховеи в июне – начала июля, на севере и северо–востоке – во второй половине июня и июле. Здесь суховеи захватывают ранние зерновые культуры во время цветения и налива зерна.

При средних условиях оптимальными считаются сроки сева яровой пшеницы на Северном Казахстане в период с 15 по 30 мая, а на Западном Казахстане – с 25 апреля по 10 мая. В Северном Казахстане для яровой твердой пшеницы являются оптимальными сроки сева 20–30 мая [36].

Знание сроков сева зерновых культур необходимо для планирования процесса посева, подготовки посевного материала и техники. При отклонении сроков сева от оптимальных ритм метеорологических условий перестает соответствовать биологическим требованиям культуры, что в конечном итоге скажется на урожайности.

Оптимальные сроки начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур совпадают со временем достижения почвы мягкопластичного состояния.

Для расчета сроков достижения почвы мягкопластичного состояния необходимо определится характеристикой наступления весеннего периода. Ранняя или поздняя весна. Она определяется по данным высоты снежного покрова, глубины промерзания почвы, количества осадков и средней температуры воздуха. Существует тесная зависимость просыхания верхнего слоя почвы до мягкопластичного состояния от температурных условий.

По методике Л.К. Пятовской при аномально ранней весне, в легких почвах дата мягкопластичного состояния почвы рассчитывается по формуле:

$$N_{п} = 87,17 - 1,73t - 0,64t^2 \quad (1.17)$$

где:  $N_{п}$  – продолжительность периода от 1 января до даты первого просыхания верхнего слоя почвы до мягкопластичного состояния;

$t$  – средняя температура воздуха за март.

При нормальной и поздней весне в легких (супесчаные) и тяжелых (суглинистые) почвах дата мягкопластичного состояния почвы рассчитывается по формулам:

$$\text{легкие почвы: } N_{п} = 137,90 - 7,18t + 0,32t^2 \quad (1.18)$$

$$\text{тяжелые почвы: } N_{п} = 133,08 - 3,97t + 0,07t^2 \quad (1.19)$$

где:  $t$  – средняя температура воздуха за апрель.

Весенние полевые работы и сев на рассматриваемой территории начинается через 4–10 дней после просыхания почвы до мягкопластичного состояния, иногда разрыв составляет 15–20 дней. Выпадение осадков в этот период может помешать проведению полевых работ.

### 1.9 Методика определения сроков созревания ранних яровых зерновых культур

Скорость роста и развития растений в условиях достаточной влагообеспеченности зависит в основном от температуры воздуха. Чем выше температура (до определенного предела) тем больше скорость роста. А.А. Шиголевым, Л.Н. Бабушкиным и другими учеными были установлены значения сумм эффективных температур воздуха, необходимые для прохождения межфазных периодов развития сельскохозяйственных культур, при условии достаточной влагообеспеченности [8, 11, 19].

Для определения сроков наступления фаз развития яровой пшеницы и ячменя используются суммы эффективных температур воздуха выше 5°C, приведенные в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Суммы эффективных температур воздуха выше 5°C, необходимые для прохождения межфазных периодов, °C [8, 11]

Культура	Посев – колошение	Колошение – восковая спелость	Посев – восковая спелость
Яровая пшеница	700	490	1190
Яровой ячмень	800	390	1190

Дата наступления фазы развития определяется методом накопления необходимой суммы эффективных температур воздуха выше 5°C. Однако, при высокой дневной температуре воздуха (выше 30°C) или при среднесуточной температуре воздуха выше 20°C, вводится поправка на балластные (тормозящие рост) температуры. Например, при среднесуточной температуре 22°C поправочный коэффициент составляет 0,96, а при 27°C – 0,80.

Недостатком данного подхода является то, что не учитываются иные, не температурные факторы (влажность почвы, влажность воздуха и т.д.). Например, в условиях Казахстана часто складываются недостаточные условия увлажнения и тогда возникает необходимость введения корректировки.

Для определения даты полной спелости от даты восковой спелости или от даты скашивания стеблестоя в валки ведут учет среднесуточных дефицитов влажности воздуха. Используя специальную таблицу, по значениям дефицита влажности воздуха определяется степень высыхания зерна в стеблестое или в валках, и устанавливается дата полной спелости [36, 37].

Также для северной половины Казахстана установлено, что для просыхания хлебов от скашивания (влажность зерна 35–37%) до кондиционной влажности зерна (14–15%) потребуются сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха 40–45 гПа, а для стоящих на корню – около 70 гПа. Этих показателей можно использовать при расчете климатических сроков полной спелости и начала уборки урожая [36].

Полная спелость зерновых культур является показателем начала уборки урожая, т.е. начала прямой уборки или обмолота высохших валков. Соответственно за климатические сроки начала уборки урожая ранних яровых зерновых культур можно брать дату их полного созревания.

### 1.10 Методика оценки биоклиматического потенциала территории

Впервые понятие о биоклиматическом потенциале (БКП) в научную теорию и практику было введено П.И. Колосковым [39]. По его определению БКП – комплексная величина, характеризующая общую потенциальную продуктивность земли и учитывающая влияние таких основных факторов климата, как температура, влага и свет.

По мнению Д.И. Шашко [40] БКП следует характеризовать комплексом климатических факторов, определяющих возможности сельскохозяйственного производства: набор культур, биологическая продуктивность, эффективность затрат, производственная специализация и др.

С.А. Сапожникова в качестве критерия «сельскохозяйственной продуктивности климата» предложила использовать урожайность зерновых культур [41].

Ф.З. Батталов [42] под сельскохозяйственной продуктивностью климата понимает комплекс метеорологических факторов, положительно влияющих на рост и развитие растений. По его мнению, сельскохозяйственная продуктивность климата может быть оценена для отдельной культуры или группы культур.

Относительные значения биоклиматического потенциала по Д.И. Шашко [40] рассчитываются по формуле:

$$\text{БКП} = K_{P(KV)} \frac{\sum t_{ак}}{\sum t_{ак(баз)}}, \quad (1.20)$$

где БКП – относительные значения биоклиматического потенциала;

$K_{P(KV)}$  – коэффициент роста по годовому показателю атмосферного увлажнения;

$\sum t_{ак}$  – сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации в данном месте;

$\sum t_{ар(баз)}$  – базисная сумма средних суточных температур воздуха за период активной вегетации.

$K_{P(KV)}$  представляет собой отношение урожайности в данных условиях влагообеспеченности к максимальной урожайности в условиях оптимальной влагообеспеченности.

С.А. Сапожникова [41] предложила характеристику бонитета климата (при естественном увлажнении) рассчитывать по формуле:

$$B_k = \varepsilon \sum T_{>10^\circ}, \quad (1.21)$$

где  $B_k$  – бонитировочный балл климата, количественно равный условному урожаю яровых зерновых культур при данном сочетании тепла и влаги;

$\varepsilon$  – бонитировочный балл увлажнения, количественно равный осредненной урожайности тех же культур (в ц/га), приходящейся на единицу обеспеченного теплом периода ( $\sum T=100^\circ$ ) при данном увлажнении;

$\sum T_{>10^\circ}$  – сумма температур в сотнях градусов за период со среднесуточной температурой выше  $10^\circ$ .

В федеральном государственном бюджетном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной метеорологии» (ФГБУ «ВНИИСХМ») коллективом авторов под руководством проф. О.Д. Сиротенко разработан метод оценки агроклиматических ресурсов территории при наблюдаемых и ожидаемых изменениях климата, основанный на количественной теории энергообмена и продуктивности агроэкосистем - имитационная система «Климат–Почва–Урожай» [43-49].

Основу системы «Климат–Почва–Урожай» составляют следующие компоненты:

- имитационная динамическая модель «Погода–Урожай»;
- комплекс программ численного анализа (стохастические модели, генерирующие годовой ход метеорологических элементов с учетом корреляционных связей между ними, комплекс программ реализующих построение сценариев изменения климата с суточным разрешением);
- информационная база;
- системное обеспечение.

После задания входной метеорологической и агрометеорологической информации с помощью динамической модели «Погода–Урожай» производится имитация роста и развития посева данной культуры с суточным шагом по времени. В качестве выходных данных используются наиболее значимые интегральные величины: биоклиматический потенциал, урожайность, динамика надземной биомассы, площади листьев, а также суммарные затраты воды на транспирацию, динамика запасов воды в почве (по слоям 0-20, 20-50 и 50-100 см), фенологические даты и другие параметры.

Для реализации имитационного метода оценки биоклиматического потенциала, т.е. для прогона динамической модели формирования урожая, необходима информационная база, включающая следующие показатели:

1. Географическая широта пункта, для которого ведется расчет;
2. Агрогидрологические свойства почвы;
3. Влажность почвы в течение всего вегетационного периода;
4. Агрохимические свойства почвы (содержания щелочно-гидролизуемого азота и нитратов в мг/см<sup>2</sup> и нитрификационная способность почвы по слоям 0-20, 20-50 и 50-100 см). Указанные величины задаются на дату возобновления вегетации;
5. Фенологическая информация (дата возобновления вегетации, в качестве которой используется дата перехода температуры воздуха через  $5^\circ\text{C}$  весной, дата колошения и суммы эффективных для межфазных периодов всходы-колошение и колошение-восковая спелость);

6. Начальная влажность почвы на дату возобновления вегетации в мм по 10-сантиметровым слоям до 1 м;
7. Сроки и дозы внесения удобрения;
8. Метеорологические данные (температура воздуха, дефицит влажности воздуха, число часов солнечного сияния, сумма осадков).

Система позволяет воспроизводить основные особенности формирования урожаев сельскохозяйственных культур. Таким образом, имитационный подход предполагает проводить оценку почвенно-климатических ресурсов (биоклиматического потенциала – БКП) в единицах продуктивности (урожайности).

При наличии полноценных данных система позволяет рассчитать:

- БКП<sub>1</sub> – при естественном увлажнении почвы;
- БКП<sub>2</sub> – при достаточном увлажнении почвы;
- БКП<sub>3</sub> – при достаточном минеральном питании;
- БКП<sub>4</sub> – при сочетании достаточного увлажнения и минерального питания.

Имитационный подход может быть использован как для частного, так и для общего агроклиматического и почвенного районирования.

Основой для модели индикаторной культуры послужила модель «Погода-Урожай» для зерновых культур. При этом изменены значения некоторых констант и упрощены ростовые функции. Принято, что доля ассимилятов, направляемых на рост надземной биомассы, постоянна и составляет 70%, остальные 30% направляются на рост корней. Суммарный урожай сухой биомассы, полученный в результате имитации, представляет собой искомую оценку биоклиматического потенциала.

## 2. ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Западно-Казахстанская область расположена в северо-западной части Казахстана. На севере и западе граничит с пятью областями Российской Федерации (Астраханская, Волгоградская, Саратовская, Самарская, Оренбургская), на юге – с Атырауской областью, на востоке – с Актыобинской областью. Площадь территории области составляет 151,3 тыс. км<sup>2</sup>. Протяженность территории области с севера на юг составляет около 350 км, а с запада на восток – более 500 км [50].

В состав Западно-Казахстанской области входят 12 административных районов, областной центр – г. Уральск. Также имеются 3 поселковых округов, 156 сельских (аульных) округов, 475 сельских населенных пунктов (таблица 2.1, рисунок 2.1) [51].

Таблица 2.1 – Административное деление Северо–Казахстанской области [51]

Район	Районный центр	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>
Уральск г. а.	г. Уральск	
Таскалинский	а. Таскала	8,1
Зеленовский	с. Перемётное	7,4
Теректинский	с. Фёдоровка	8,4
Борилинский	г. Аксай	5,6
Шынгырлауский	с. Шынгырлау	7,2
Жанибекский	а. Жанибек	8,2
Казталовский	с. Казталовка	18,6
Акжайыкский	с. Чапаев	25,2
Сырымский	а. Жымпиты	11,9
Каратобинский	а. Каратобе	10,0
Бокейординский	а. Сайхин	19,2
Жанакалинский	а. Жанакала	20,8

### Рельеф и геологическое строение

На территории Западно–Казахстанской области выделяются степная, сухостепная, полупустынная и пустынная природные зоны.

На рисунке 2.2 представлена физико-географическая карта Западно-Казахстанской области. Рельеф территории области низменно-равнинный, высота над уровнем моря снижается с северо-востока на юго-запад области.

На севере и северо-востоке территории области находятся отроги Общего Сырта и Предуральского плато. Поверхность рельефа Общий Сырт понижается с севера (100-150 м) к югу (60-70 м). Предуральское (Эмбинское) плато занимает территорию между Прикаспийской низменностью и Мугоджарами. Его северо-восточная сторона приподнята (до 400-450 м), юго-западная постепенно понижается (до 100-150 м).

На юге в пределах Прикаспийской низменности расположены песчаные массивы Нарын: Кокузенкум, Аккум, Карагандыкум и другие. Наивысшая точка области гора Ичка расположена на северо-западе, ее высота над уровнем моря 259 м. Большую часть территории занимает Прикаспийская низменность, чередуя холмисто-увалистыми возвышенностями [51].

По геологическому развитию земной коры и тектонической структуре исследуемая область относится к Восточно-Европейской платформе. Древнее основание платформы покрыто осадочными отложениями палеозоя, мезозоя, кайнозоя. После отступления моря постепенно сформировался современный рельеф. При континентальном ее развитии образовались характерный для каждого района рельеф, почвенный и растительный покров.



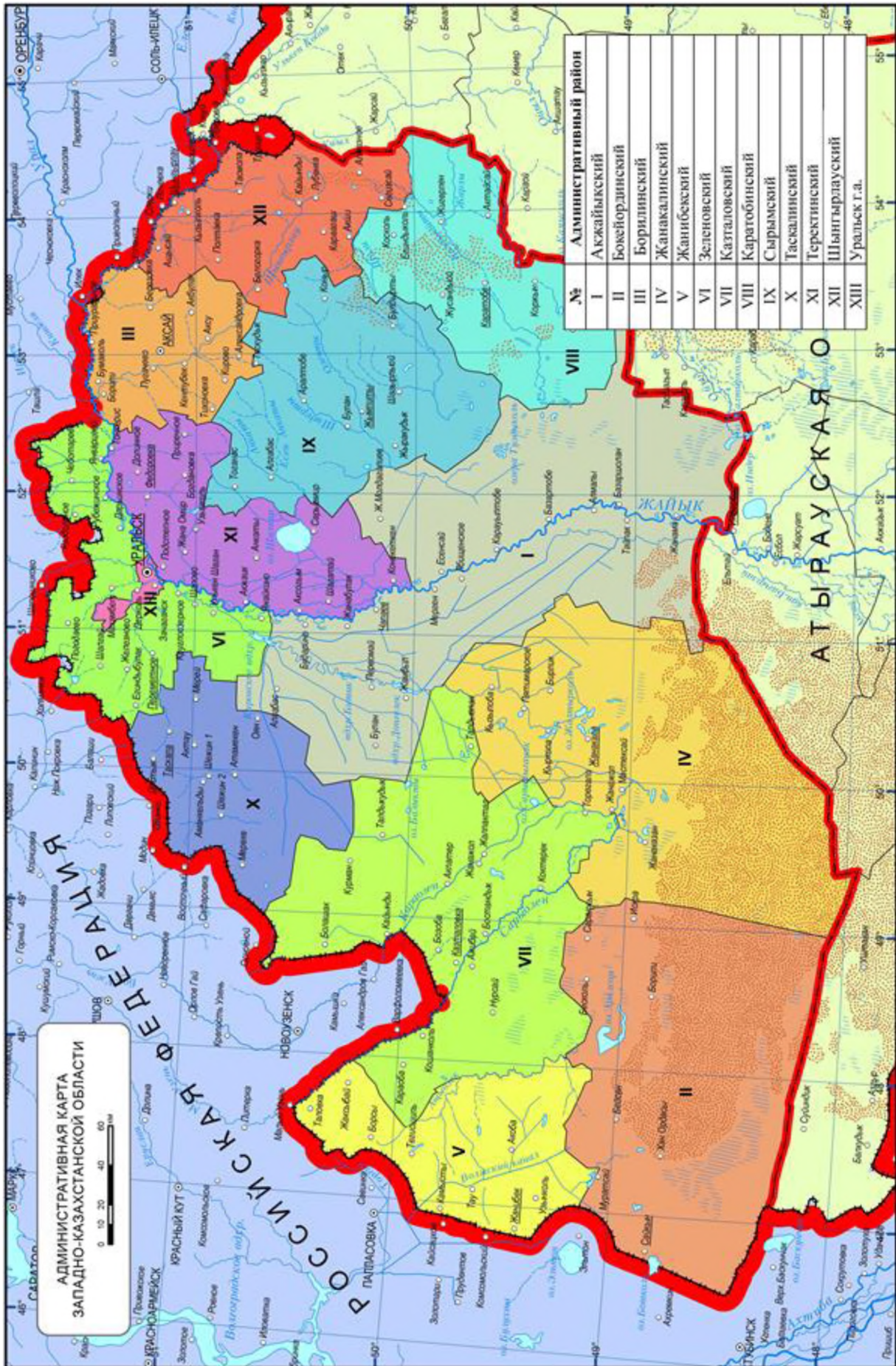


Рисунок 2.1 – Административно-территориальное деление Западно-Казакстанской области



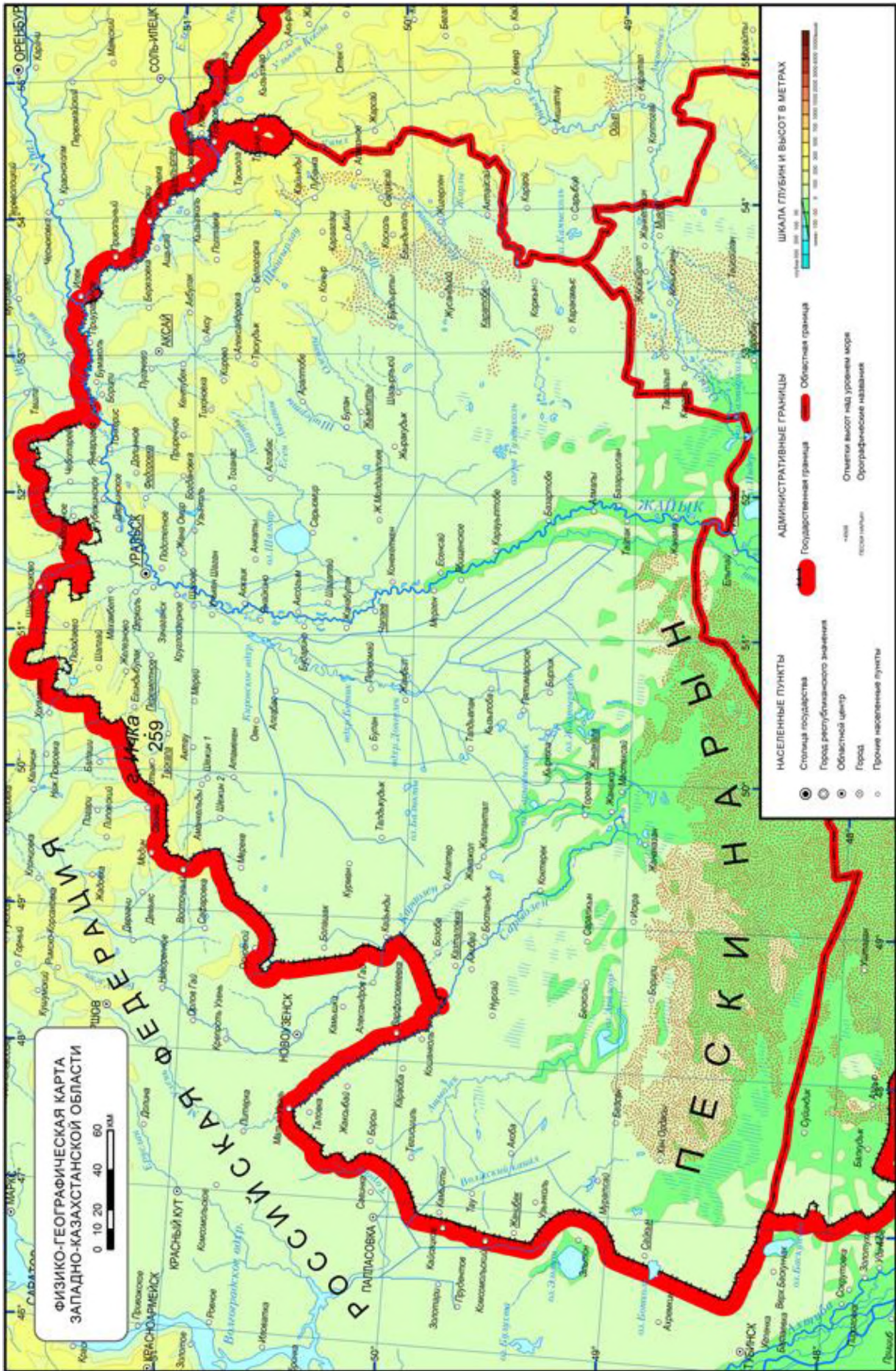


Рисунок 2.2 – Физико-географическая карта Западно-Казакстанской области

Предуральское плато возникло в конце эпохи верхнего мела, а Общий Сырт - после отступления моря в палеогеновый период. Общий Сырт сложен известняками, мелом и другими осадочными породами, собранными в короткие невысокие складки северо-западного направления. Прикаспийская низменность когда-то была дном моря. Еще в 70-е годы XIX века находилось под водой и соленое озеро Тентек, на котором располагались нефтяные скважины Доссор и Макат [52].

### **Гидрография**

Речная сеть Западно-Казахстанской области развита слабо, по территории распределена неравномерно и принадлежит бассейну Каспийского моря. В северной, самой обводненной, части района густота речной сети составляет только 10-12 км на 100 км<sup>2</sup> территории. Длина р. Жайык превышает 1000 км. Многие реки региона имеют сезонный характер стока. Весной, во время таяния снегов образуются бурные потоки талых и дождевых вод. Они заполняют все имеющиеся сухие ложбины и протоки и стекают в русла основных рек, вызывая большие паводки.

Большинство рек области за 2-3 недели весеннего половодья расходуют от 80 до 90% своего годового стока, а летом расход воды настолько мал, что реки разбиваются на отдельные плесы, и только р. Жайык, берущая начало в горах Южного Урала, доносит свои воды до Каспийского моря. Кроме того, р. Жайык вполне судоходна, что позволяет заниматься водным туризмом [52].

В области насчитывается 7158 больших и малых озер общей площадью 29757 км<sup>2</sup>. Большинство их находится в поймах и устьевых частях рек, а также в лиманах и разливах. Из них размером менее 1 км<sup>2</sup> - 6738, размером более 1 км<sup>2</sup> - 420. Они обычно имеют слабосоленоватую воду (Камыс - Самарские, Балыкты и др.). Некоторые озера (Аралсор, Ащи-Озек, озера в низовьях Сагыза и Жем) с наступлением летней жары быстро мелеют и к концу лета или осенью совершенно пересыхают, превращаясь в солончаки и соры [53].

В увлажненных районах встречается большое количество озер, в которых преобладают пресные озера. В районах с сухим климатом озер мало, и они, как правило, мелководные, непроточные, вода в них соленая, иногда озера высыхают. Например, в полупустынной зоне этого региона количество озер 216, причем пресноводных в 1,3 раза больше, чем соленых. Вместе с тем, озера распределяются в виде отдельных групп в определенных районах. Большое количество озер встречается на Прикаспийской и Туранской низменностях.

По расчетам Г.Г. Муравлева в рассматриваемом регионе пресные озера занимают около 35% территории, соленые озера - 40% и на долю пересыхающих озер приходится 25% общей площади территории [54].

В гидрологическом отношении в регионе распространены трещинно-пластовые и трещинно-карстовые воды, приуроченные к девон-карбонным известнякам и песчаникам. Они залегают на глубине от 30-50 до 100-200 м и отличаются в пределах этих глубин слабой минерализацией (до 1-2 г/л) и высокой производительностью скважин, достигающей 70-800, иногда 2000-2500 куб. м/сутки [55].

По мнению гидрологов, на территории Предуральского плато водоносные отложения выходят на поверхность. Здесь интенсивно развиваются речные долины и овраги глубиной от 1-3 до 25-30 м. Расходы источников, колодцев и скважин большей частью варьируют от нескольких м<sup>3</sup> в сутки до 200-250 м<sup>3</sup>/сутки. На большей части территории, заключенные в меловых отложениях воды, погружаясь, приобретают напор, а пологие платформенные складки благоприятствуют образованию ряда крупных артезианских бассейнов. Установлено, что в области имеются огромные запасы пресных и слабо соленоватых артезианских и грунтовых вод.

### **Растительный покров и животный мир**

Флора области отличается пестротой растительного покрова. Каждая часть территории (дельты рек, степная зоны и зона песков) характеризуются своими растительными



сообществами. В придельтовых участках преобладает луговой тип, а в центральной части – пустынный [56].

В области в основном распространена степная и полупустынная растительность. Вдоль северной окраины области, в пределах сыртов развиты ковыльно-типчаковые степи. Основу травостоя степей составляют узколистые злаки: типец, ковыль (тырса), ковылок. Разнотравье представлено преимущественно сухолюбивыми степными видами, как грудница, ромашник, серпуха, люцерна желтая [4]. Природа создала уникальный ландшафт сыртовой возвышенности, на котором собраны растения пустынь, степей и лесостепей.

Наиболее богатой растительностью отличается пойма р. Жайык. Здесь преимущественно развиты разнотравно-злаковые луга с преобладанием пырея, лисохвоста, костра, солодки, мышинного горошка, мятлика. Местами встречаются парковые рощицы из древовидной белой ивы, серебристого тополя с подлеском из шиповника, таволги и жимолости [4].

Северные и восточные части горы Большая Ичка покрыты разнотравно-злаковой растительностью [57]. Видовое разнообразие во флоре горы довольно высокое из-за различных экологических условий. На относительно небольшой площади зарегистрировано 219 видов, относящихся к 43 семействам и 149 родам. [58].

На юге области развиты полынно-злаковые степи на слабозасоленных светло-каштановых почвах. Характерной особенностью является резко выраженная комплектность (пятнистость) растительного покрова. Наблюдается контрастное сочетание солонцевой пустыни, представленной скудной и редкой растительностью (черная полынь, кокпек), с пятнами степных злаков в блюдцевидных западинках. Встречаются лиманы с луговым травостоем преимущественно из пырея и лугового разнотравья.

В песчаных массивах на более закрепленных участках преобладает разреженная житняково-полынная растительность (песчаная полынь, сибирский житняк, красная полынь, ковыль).

Также распространена солянковая растительность - петросимония трехтычинковая, лебеда татарская, рогач песчаный, солянка натронная, чумная и облиственная, солянка Паульсена и др. Нередко среди солянок развиваются эфемеры - к примеру, мортук восточный, клоповник пронзенный, дескуранния Софии [59].

Животный мир Западного Казахстана отличается разнообразием. Некоторые виды животных, населяющие пустыни и степные пространства, включены в Красную книгу Казахстана. Среди них редкие, охраняемые – лебеди, кудрявые и розовые пеликаны, фламинго [60].

Из млекопитающих (39 видов), кроме общераспространенных грызунов (суслик, заяц, песчанки, тушканчик и др.), водятся хищные звери - волк, корсак, лисица, дикие кошки, ласка и некоторые другие, а также копытные, занесенные в Красную книгу - джейран, Устюртский муфлон, а также сайгак, кабан; пресмыкающиеся - гадюка, полоз, уж, несколько видов ящериц и др., амфибии - жабы, лягушки. Джейран относится к семейству полорогих, подсемейству газели. Основное место обитания – пустыни и полупустыни. Раньше их можно было стадами встретить во многих районах республики, где теперь джейраны стали крайне редкими животными. Джейраны держаться группами. Согласно исследованиям ученых, джейраны используют в пищу свыше 40 видов растений [51-52, 60].

Особенно много в области птиц - 230 видов (гнездящихся и зимующих, пролетных и случайно залетающих), в том числе редких и исчезающих.

В регионе водятся лоси, косули, кабаны, сайгаки, лисы, хорьки, волки, зайцы, бобры, выхухоль, ондатры, суслики и др. На территории области имеются гнездовья лебедей, серых гусей, пеликанов, журавлей, куликов, куропаток, орланов, коршунов, ястребов, ласточек, скворцов и др. Из пресмыкающихся - змеи, ящерицы. Озера и реки богаты рыбой: вобла, лещ, сазан, судак, линь, жерех, щука, окунь и др. На Урале встречаются севрюга, белуга, осетр и др. [51-52].

### 3. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Совокупность климатических факторов, создающих возможность получения сельскохозяйственной продукции, называется агроклиматическими ресурсами. Количественные характеристики элементов климата и погоды, их сочетания и соотношения, влияющие на урожай и качество сельскохозяйственной продукции, называют агроклиматическими показателями [6].

Учет агроклиматических условий позволяет определить соответствие климата конкретного района требованиям сельского хозяйства.

Агроклиматические ресурсы территории характеризуются показателями ресурсов солнечной радиации, показателями термического режима и режима увлажнения вегетационного периода.

На территории Западно-Казахстанской области действуют 15 метеорологических станции (МС) РГП «Казгидромет» МЭ РК (рисунок 3.1). Для характеристики климатических условий области были использованы данные 13 метеорологических станций, имеющих непрерывный многолетний ряд наблюдений: Январцево, Аксай, Уральск, Таскала, Шынгырлау, Жымпиты, Чапаев, Казталовка, Каратобе, Жалпактал, Жанибек, Тайпак, Хан Ордасы.

Надо отметить, что по требованию Всемирной метеорологической организации (ВМО) для характеристики климата необходим многолетний ряд наблюдений, с продолжительностью не менее 30 лет. Соответственно для определения современных климатических условий нами были использованы метеорологические данные более чем за 30 лет, в основном за 1981–2016 годы. Также были использованы данные, приведенные в справочниках по климату Казахстана, подготовленные в РГП «Казгидромет» в период с 2003 по 2010 годы, в том числе разделов «Температура воздуха», «Атмосферные осадки», «Атмосферные явления», «Снежный покров», «Солнечное сияние» и «Температурный режим почвы».

Для характеристики климата нами были анализированы режимы солнечной радиации, температуры воздуха, влажности воздуха, атмосферных осадков, снежного покрова и ветра, а также климатические сезоны года и континентальность климата.

#### 3.1 Агроклиматические зоны

В основу агроклиматического зонирования была положена тепло- и влагообеспеченность территории, т.е. коэффициент увлажнения (К) за вегетативно активный период (май–август) и сумма активных температур воздуха выше 10°C, осредненные за многолетний период.

Анализ распределения по территории Западно-Казахстанской области значений К и сумм активных температур воздуха выше 10°C позволил выделить на территории области 3 агроклиматических зон. Названия зон и предельные значения К и сумм температур приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Агроклиматические зоны на территории на территории Западно-Казахстанской области

№	Название зоны	К	ΣТ10, °С
III-б	Слабо засушливая теплая	0,6-0,8	2900-3100
IV-б	Умеренно засушливая умеренно жаркая	0,4-0,6	3100-3600
V-б	Очень засушливая жаркая	0,2-0,4	3600-3700

На рисунке 3.2 представлена карта агроклиматического зонирования Западно-Казахстанской области.

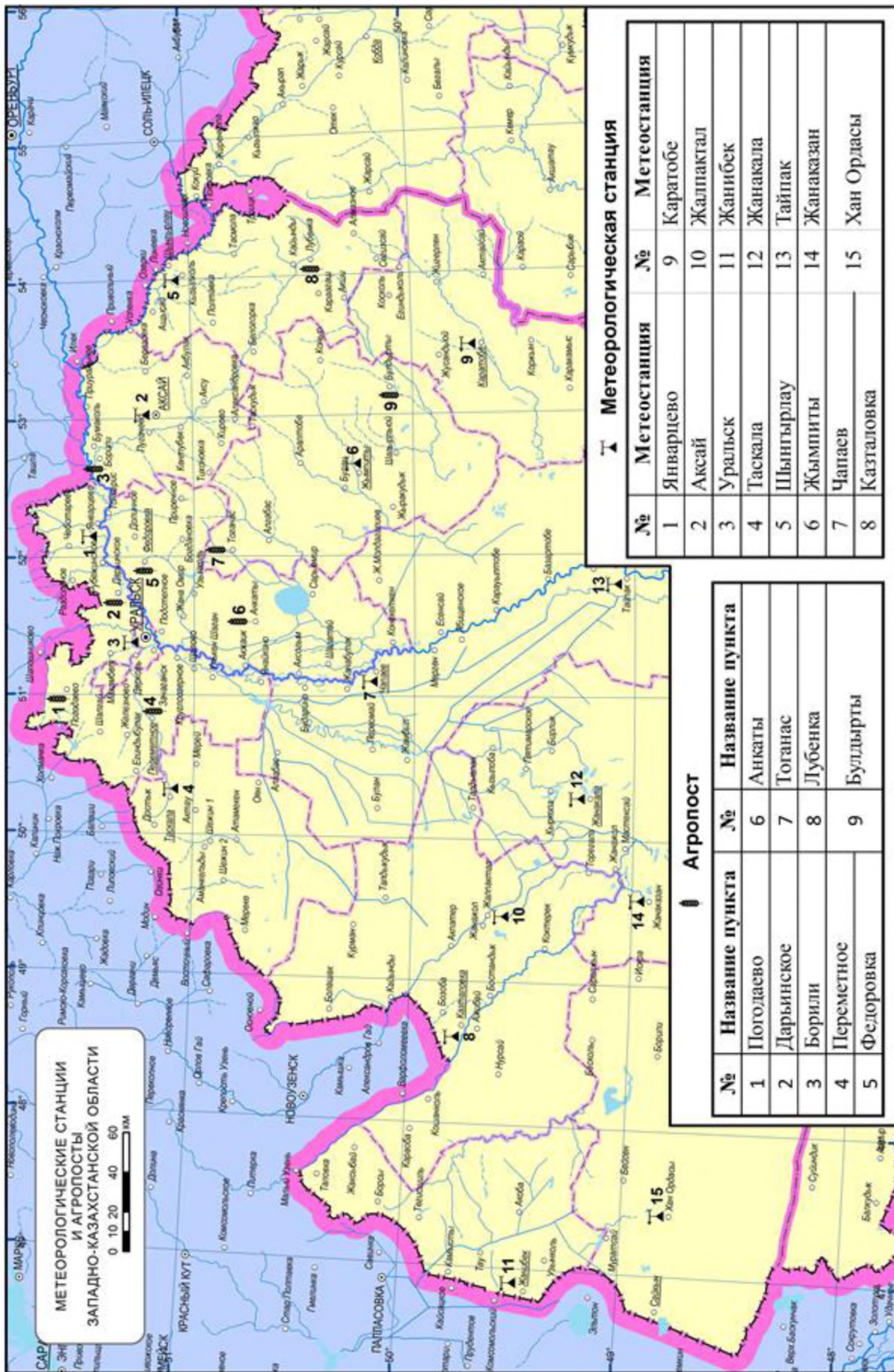


Рисунок 3.1 – Метеорологические станции Западно-Казахстанской области



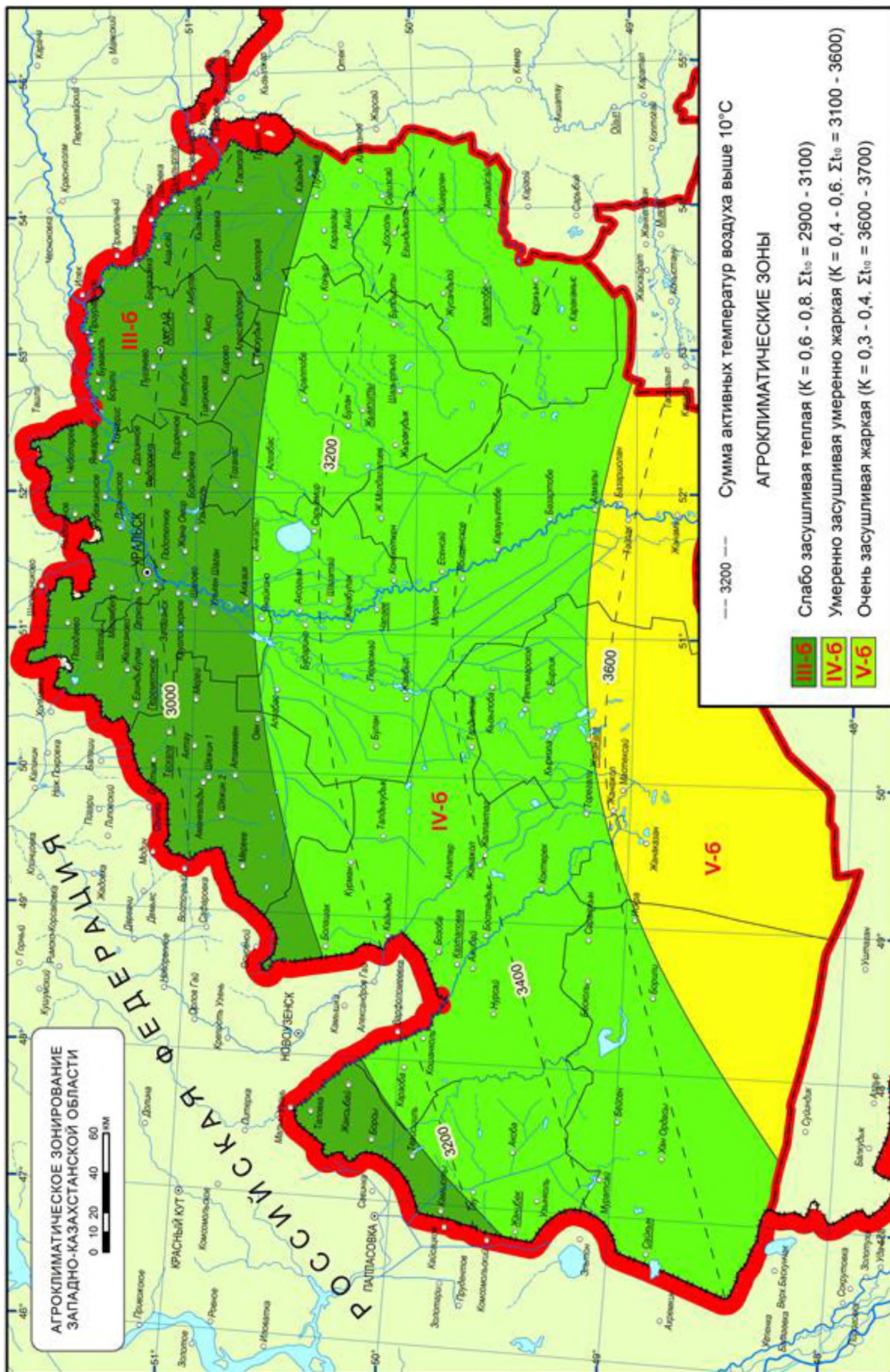


Рисунок 3.2 – Агроклиматическое зонирование территории Западно-Казакстанской области

Зона III-б – «Слабо засушливая теплая» находится на севере области, характеризуется значением  $K = 0,6-0,8$  и суммой температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  в пределах  $2900-3100^{\circ}\text{C}$ .

Зона IV-б – «Умеренно засушливая умеренно жаркая» занимает центральную часть области, характеризуется значением  $K = 0,4-0,6$  и суммой температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  в пределах  $3100-3600^{\circ}\text{C}$ .

Зона V-б – «Очень засушливая жаркая» занимает юг области, характеризуется значением  $K = 0,2-0,4$  и суммой температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  в пределах  $3600-3700^{\circ}\text{C}$ .

В таблице 3.2 приведена принадлежность административных районов Западно-Казахстанской области к той или иной агроклиматической зоне.

Таблица 3.2 – Принадлежность административных районов к агроклиматическим зонам

Агроклиматические зоны	Областные/районные центры Западно-Казахстанской области
III-б. Слабо засушливая теплая	Северная и северо-западная части области: <ul style="list-style-type: none"> <li>– северо-западная часть Жанибекского района (п. Жанибек);</li> <li>– северная окраина Казаталовского района (с. Казаталовка);</li> <li>– Таскалинский район, за исключением его южной части (п. Таскала);</li> <li>– территория г. а. Уральск;</li> <li>– Зеленовский район (с. Переметное);</li> <li>– северная половина Теректинского района (с. Федоровка);</li> <li>– Борилинский район (г. Аксай);</li> <li>– северная окраина Сырымского района (п. Жымпиты);</li> <li>– северная и центральная части Шынгырлауского района (п. Шынгырлау).</li> </ul>
IV-б. Умеренно-засушливая умеренно жаркая	Западная и центральная части области: <ul style="list-style-type: none"> <li>– юго-восточная часть Жанибекского района (п. Жанибек);</li> <li>– Казаталовский район, за исключением его северной окраины (с. Казаталовка);</li> <li>– южная часть Таскалинского района (п. Таскала);</li> <li>– южная половина Теректинского района (с. Федоровка);</li> <li>– северная и центральная части Акжайыкского района (с. Чапаев);</li> <li>– Сырымский район, кроме его северной окраины (с. Жымпиты);</li> <li>– южная часть Шынгырлауского района (с. Шынгырлау);</li> <li>– северо-западная часть Бокейординского района (а. Сайкин);</li> <li>– южная половина Теректинского района (с. Федоровка);</li> <li>– северная часть Жанакалинского района (с. Жанакала)</li> <li>– Каратобинский район (с.Каратобе).</li> </ul>
V-б. Очень засушливая жаркая	Южная часть области: <ul style="list-style-type: none"> <li>– юго-восточная часть Бокейординского района (с. Сайхин);</li> <li>– южная часть Жанакалинского района (с. Жанакала);</li> <li>– южная часть Акжайыкского района (с. Чапаев).</li> </ul>



### 3.2 Ресурсы солнечной радиации

Для количественной оценки солнечного излучения используются два показателя:

1) Плотность потока (интенсивность, мощность) радиации – количество лучистой энергии, падающей на единицу площади в единицу времени. Ее основной единицей измерения является кВт/м<sup>2</sup> (или кДж/м<sup>2</sup>). Количество лучистой энергии Солнца, падающей на верхней границе атмосферы на единицу площади, перпендикулярной к солнечным лучам, при среднем расстоянии Земли и Солнца называют солнечной постоянной (So). Принято считать  $S_0 = 1,367 \text{ кВт/м}^2$ , с ошибкой  $\pm 0,3\%$  [61].

2) Сумма (доза) радиации – количество радиации, приходящей на единицу площади соответственно ориентированной поверхности за время действия облучения (час, день, месяц, год). Она в основном измеряется в МДж/м<sup>2</sup>.

Солнечная радиация, проходя через атмосферу Земли ослабевает. Интенсивность прямой солнечной радиации, поступающей на земную поверхность, зависит от высоты солнца над горизонтом, прозрачности воздуха, облачности и высоты места над уровнем моря. Из-за поглощения солнечной радиации атмосферой, максимальное значение интенсивности прямой солнечной радиации на уровне моря считается равным  $S_{\text{ум}} \approx 1,02 \text{ кВт/м}^2$ . С возрастанием высоты уменьшается мощность атмосферы и увеличивается её прозрачность вследствие уменьшения водяного пара и пыли. Поэтому интенсивность прямой солнечной радиации с увеличением высоты растёт и стремится к своему предельному значению –  $1,367 \text{ кВт/м}^2$ .

Основной составляющей радиационного баланса и его наиболее консервативной характеристикой является суммарная солнечная радиация, которая состоит из прямой и рассеянной радиации ( $Q = S' + D$ ).

На территории Западно-Казахстанской области продолжительность солнечного сияния измеряется на МС Уральск и МС Жанибек, расположенные на севере и на юго-западе области. На этих же станциях проводится измерение интенсивности солнечной радиации [62]. Для характеристики условий северной части области используем данные МС Уральск, а для юга – МС Жанибек.

Годовая сумма суммарной солнечной радиации ( $\sum Q$ ) по территории Западно-Казахстанской области колеблется в пределах 6355-6604 МДж/м<sup>2</sup> при ясном небе и в пределах 4726-4835 МДж/м<sup>2</sup> при средних условиях облачности (таблица 6.3.2). При таком раскладе фактически на земную поверхность поступает около 75% от возможной суммарной радиации. Месячные суммы суммарной радиации при ясном небе колеблются от 141-164 МДж/м<sup>2</sup> в декабре до 903-905 МДж/м<sup>2</sup> в июне.

Таблица 3.3 – Месячная и годовая сумма суммарной радиации при ясном небе ( $\sum Q_{\text{я}}$ ) и при средних условиях облачности ( $\sum Q_{\text{со}}$ ), МДж/м<sup>2</sup> [62]

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
север области (МС Уральск)													
$\sum Q_{\text{я}}$	174	281	526	688	874	903	892	730	554	386	206	141	6355
$\sum Q_{\text{со}}$	130	225	380	506	707	677	694	586	414	224	99	84	4726
юг области (МС Жанибек)													
$\sum Q_{\text{я}}$	204	324	551	717	878	905	882	758	574	402	245	164	6604
$\sum Q_{\text{со}}$	133	221	365	506	696	717	717	603	425	251	117	84	4835

В среднемноголетнем по территории Западно-Казахстанской области годовая сумма количество часов с солнечным сиянием (SS) составляет 2283-2310 часов, т.е. в среднем за год солнце сияет в течение 7,3 часов в сутки (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Продолжительность солнечного освещения на МС

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
север области (МС Уральск)													
Суммарное солнечное сияние (SS), час	78	114	167	225	314	316	326	293	218	131	64	64	2310
Солнечное сияние за день, час	4,3	5,6	6,7	8,2	10,3	10,6	10,6	9,6	7,6	5,3	4,1	4,3	7,3
Число дней без солнца, дни	13	8	6	3	1	0,3	0,2	0,6	1	7	15	16	71
юг области (МС Жанибек)													
Суммарное солнечное сияние (SS), час	71	107	162	214	305	304	321	296	231	153	65	55	2283
Солнечное сияние за день, час	4,4	5,4	6,6	7,9	10,2	10,3	10,5	9,8	8,1	6,0	4,2	4,0	7,3
Число дней без солнца	15	9	7	3	1	0,5	0,5	0,7	1	6	14	17	75

Самыми солнечными месяцами являются май, июнь и июль, когда в среднем солнце сияет более 10 часов. К зиме продолжительность солнечного сияния сокращается до 4 часов в сутки. Солнце сияет более 7 часов в сутки на территории области 6 месяцев подряд, с апреля по сентябрь.

В течение года число дней без солнца растет от лета к зиме и их количество за год составляет 71-75 часов. В среднем почти все дни 3 летних месяцев бывают солнечными. Количество дней без солнца более 10 дней за месяц наблюдается в ноябре, декабре и январе.

Энергия солнечной радиации может быть использована для получения электрической и тепловой энергии. Для получения электрической энергии солнечная радиация считается «технически приемлемой» с того момента, когда ее интенсивность достигает  $0,60 \text{ кВт/м}^2$  [9]. Согласно приведенным данным в таблице 3.5, поступающая солнечная радиация является технически приемлемой для получения электрической энергии при средних условиях облачности с середины апреля до середины августа, а при условии ясного неба - с марта по сентябрь.

Таблица 3.5 – Интенсивность суммарной солнечной радиации при ясном небе ( $Q_{\text{я}}$ ) и при средних условиях облачности ( $Q_{\text{со}}$ ) в полуденное время,  $\text{кВт/м}^2$  [62]

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
север области (МС Уральск)												
$Q_{\text{я}}$	0,31	0,47	0,66	0,78	0,87	0,89	0,87	0,78	0,68	0,51	0,34	0,25
$Q_{\text{со}}$	0,24	0,36	0,50	0,58	0,68	0,64	0,69	0,62	0,51	0,30	0,16	0,16
юг области (МС Жанибек)												
$Q_{\text{я}}$	0,35	0,53	0,68	0,82	0,89	0,91	0,84	0,81	0,69	0,53	0,40	0,30
$Q_{\text{со}}$	0,23	0,37	0,48	0,58	0,71	0,69	0,72	0,65	0,52	0,34	0,19	0,15

Солнечная радиация обеспечивает растения энергией, которую они используют в процессе фотосинтеза для создания органического вещества, влияет на процессы роста и развития, на расположение и строение листьев, на химический состав продукции. На растение влияет продолжительность, интенсивность и спектральный состав солнечной радиации.

Оценка световых ресурсов вегетационного периода обычно проводится по распределению суммы ФАР по территории области. Для расчета суммы ФАР используется уравнение, предложенное Б.И. Гуляевым, Х.Г. Тоомингом и Н.А. Ефимовой [8].

По месячным суммам прямой и рассеянной солнечной радиации на горизонтальную поверхность были рассчитаны месячные суммы ФАР при ясном небе ( $\sum Q_{\Phi(я)}$ ) и при средних условиях облачности ( $\sum Q_{\Phi(со)}$ ).

Как видно из таблицы 3.6 месячные суммы ФАР при средней облачности в вегетативно активный период (май - август) составляет 284-336 МДж/(м<sup>2</sup>·мес) на севере области, 293-348 МДж/(м<sup>2</sup>·мес) на юге области. Максимальное значение ФАР наблюдается в июне. В сентябре, в период полного созревания и уборки зерновых культур ФАР при естественных условиях составляет на севере области 202 МДж/(м<sup>2</sup>·мес), на юге - 207 МДж/(м<sup>2</sup>·мес).

ФАР при ясном небе характеризует ее максимально возможное значение. ФАР при ясном небе в июне достигает на севере области 412 МДж/(м<sup>2</sup>·мес), на юге - 411 МДж/(м<sup>2</sup>·мес). Указанные значения ФАР являются достаточными для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Таблица 3.6 – Среднемноголетние месячные суммы ФАР, МДж/(м<sup>2</sup>·мес)

Показатель	V	VI	VII	VIII	IX
север области (МС Уральск)					
$\sum Q_{\Phi(я)}$	401	412	411	337	255
$\sum Q_{\Phi(со)}$	324	329	336	284	202
юг области (МС Жанибек)					
$\sum Q_{\Phi(я)}$	402	411	403	349	262
$\sum Q_{\Phi(со)}$	337	348	347	293	207

При оценке воздействия солнечной энергии на растения также учитываются длина светового дня и продолжительность солнечного сияния.

Западно-Казахстанская область находится в пределах 48,0-51,7° северной широты. В период активной вегетации растений (май-август) длина светового дня на севере Западно-Казахстанской области составляет 15-16,6 часов, а на юге – 14,5-16 часов (таблица 3.7). Соответственно, территория области больше подходит для роста и развития растений длинного дня.

Таблица 3.7 – Длина светового дня, час

Широта	01.V	15.V	01.VI	15.VI	01.VII	15.VII	01.VIII	15.VIII
51°	14:45	15:31	16:13	16:31	16:29	16:07	15:23	14:38
48°	14:29	15:09	15:45	16:01	15:59	15:41	15:02	14:22

Ист.: <http://planetcalc.com/300/>

Для характеристики продолжительности солнечного сияния в вегетационный период были использованы данные МС Уральск и Жанибек. С мая по август месяцы в среднем за месяц солнце сияет в течение 9,6 – 10,6 часов в сутки. При этом в среднем за месяц 1 день бывает без солнца (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Продолжительность солнечного сияния (по гелиографу), час

Показатель	V	VI	VII	VIII
север области (МС Уральск)				
Солнечное сияние за день, час	10,3	10,6	10,6	9,6
Число дней без солнца, сутки	1	0,3	0,2	0,6
юг области (МС Жанибек)				
Солнечное сияние за день, час	10,2	10,3	10,5	9,8
Число дней без солнца, сутки	1	0,5	0,5	0,7

Таким образом, в Западно-Казахстанской области ресурсы солнечной радиации достаточны для оптимальной жизнедеятельности сельскохозяйственных культур и больше подходит для растений длинного дня.

### 3.3 Ресурсы тепла

Основными показателями ресурсов тепла в агрометеорологии являются:

1. Средние и экстремальные значения месячных температур воздуха июля и января;
2. Даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5°, 10°, 15°C;
3. Продолжительность вегетационного периода с температурой воздуха выше 5°, 10°, 15°C;
4. Сумма активных температур воздуха выше 5°, 10°, 15°C.

#### 3.3.1 Режим температуры воздуха

##### Средняя температура воздуха

Для территории Западно-Казахстанской области в целом свойственно широтное распределение температуры воздуха. Средняя годовая температура воздуха по территории области меняется с севера на юг от 5,8°C до 9,0°C. Среднемесячная температура воздуха достигает наибольшего значения в июле, а наименьшего – в феврале.

В области лето достаточно жаркое, а зима умеренно холодная. Средняя за июль температура воздуха по области составляет 22,7–26,0°C, а средняя за февраль – минус 7,2 – минус 11,7°C. (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Средняя месячная и годовая температура воздуха, °C

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Январцево	-10,9	-11,3	-4,4	7,9	16,0	20,9	22,7	20,8	14,2	6,4	-2,2	-8,5	6,0
Аксай	-11,1	-11,5	-4,5	7,8	15,7	21,1	23,0	21,0	14,3	6,2	-2,3	-8,5	5,9
Уральск	-10,4	-10,9	-4,0	8,1	16,0	20,9	22,9	21,1	14,5	6,5	-2,0	-8,2	6,2
Таскала	-10,6	-11,2	-4,6	7,3	15,4	20,5	22,6	20,8	13,9	5,8	-2,4	-8,4	5,8
Шынғырлау	-11,5	-11,7	-4,7	7,9	15,9	21,3	23,2	21,3	14,6	6,3	-2,6	-9,0	5,9
Жымпиты	-10,5	-11,0	-3,6	8,6	16,4	22,2	24,3	22,4	15,4	7,0	-1,7	-8,0	6,8
Чапаев	-9,6	-10,1	-2,8	9,2	16,9	22,4	24,5	22,5	15,6	7,3	-1,2	-7,3	7,3
Казталовка	-8,9	-9,5	-2,6	8,9	16,3	22,0	24,3	22,4	15,2	7,0	-1,0	-6,7	7,3
Каратобе	-10,5	-11,0	-3,4	9,1	16,5	22,2	24,2	22,3	15,5	7,1	-1,4	-7,8	6,9
Жалпактал	-8,9	-9,4	-2,3	9,5	17,0	22,6	24,8	22,9	15,9	7,6	-0,8	-6,6	7,7
Жанибек	-7,6	-8,3	-1,5	9,4	16,8	22,0	24,5	22,9	15,8	7,8	-0,3	-5,7	8,0
Тайпак	-9,0	-9,4	-1,7	10,1	17,8	23,7	26,0	23,9	16,8	8,1	-0,6	-6,7	8,2
Хан Ордасы	-6,9	-7,2	0,0	10,6	18,0	23,1	25,6	23,8	16,8	8,7	0,5	-4,9	9,0

На рисунке 3.3 представлен годовой ход температуры воздуха в северной, центральной и южной частях области. В качестве северной метеорологической станции области рассматриваем МС Январцево, южной - МС Тайпак, а МС Казталовка соответствует центральной части области. Средняя месячная температура воздуха в течение года колеблется от минус 11°C до 26°C. Температурная разница между регионами области больше в теплый период года, нежели зимой (рисунок 3.3).

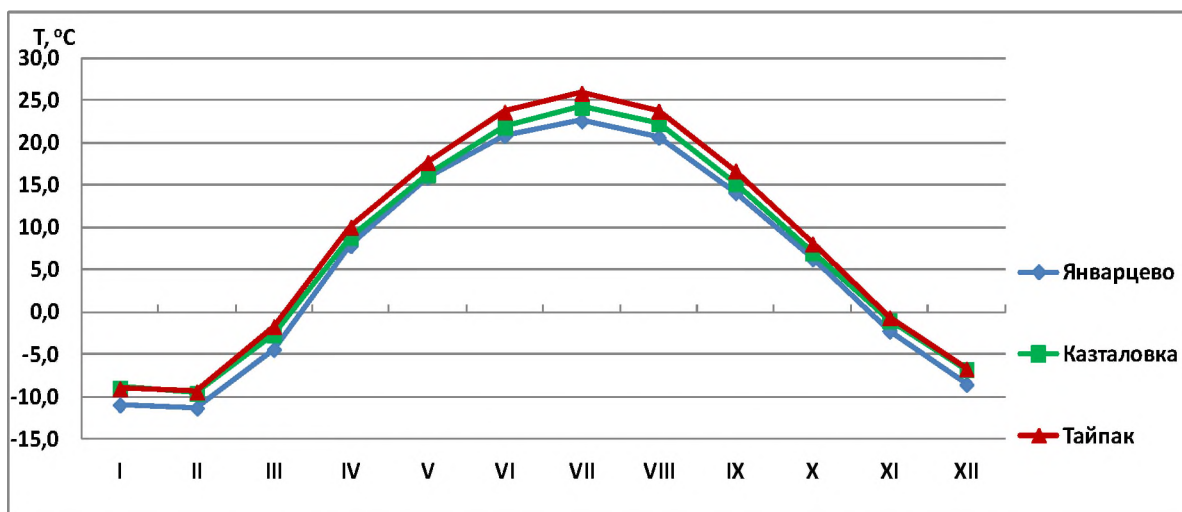


Рисунок 3.3 – Годовой ход средних месячных температур воздуха

Статистический анализ средней за лето и средней за зиму температуры воздуха показал различную изменчивость погодных условий в эти сезоны года. Для этого значения средней за лето и средней за зиму температуры воздуха были усреднены по всем метеорологическим станциям области, и определены статистические характеристики полученных многолетних рядов: многолетняя средняя, медиана, мода, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.

*Медиана* – значение величины, которое делит многолетний ряд на две равные части: 50% единиц ряда данных будут иметь значение меньше чем медиана, 50% – больше чем медиана. *Мода* – значение величины, которое наиболее часто встречается в многолетнем ряде. *Среднее квадратическое отклонение* – показатель рассеивания значений величины относительно её среднего значения. *Коэффициент вариации* – мера относительного разброса величины, т.е. показывает какую долю среднего значения величины составляет её средний разброс. Она позволяет судить об однородности совокупности: менее 17% – абсолютно однородная; 17–33% – достаточно однородная; 35–40% – недостаточно однородная; 40–60% – большая изменчивость.

Согласно коэффициенту вариации, многолетний ряд средней за лето температуры воздуха по Западно-Казахстанской области является абсолютно однородным (7%), т.е. мало изменчивым, а ряд средней за зиму температуры воздуха – достаточно однородным (25%), т.е. умеренно изменчивым (таблица 3.10). Это означает, что температурный режим (погодные условия) зимы более изменчив из года в год, чем температурный режим лета.

Таблица 3.10 – Статистические характеристики многолетних рядов средней за лето и средней за зиму температуры воздуха

Характеристика	Лето	Зима
Средняя, °С	22,7	-9,1
Медиана, °С	22,7	-9,1
Мода, °С	20,2	-13,5
Ср. кв. отклонение, °С	1,5	2,3
Кэф. вариации, %	7	25

Исследование многолетнего режима лета показало, что повторяемость относительно жаркого лета составляет 17%, прохладного лета - 17%, а нормального для данной местности лета – 66% (таблица 3.11). Особенно жаркими были лето 2010 и 2012 годов.

Таблица 3.11 – Повторяемость аномального температурного режима лета (P, %)

Характеристика лета	P, %	Вероятность повторения за 10 лет
Жаркое лето	17	2 года
Прохладное лето	17	2 года
Нормальное лето	66	6 лет

Повторяемость относительно теплой зимы составляет 17%, относительно холодной зимы - 18%, а обычные для области зимы - 65% (таблица 3.12).

Холодными были зимы в 1983-1984, 1995-1996 годов.

Таблица 3.12 – Повторяемость аномального температурного режима зимы (P, %)

Характеристика зимы	P, %	Вероятность повторения за 10 лет
Теплая зима	17	2 года
Холодная зима	18	2 год
Нормальная зима	65	6 лет

Таким образом, в Западно-Казахстанской области относительно жаркое лето и относительно прохладное лето наблюдаются по 2 раза за 10 лет, относительно теплая зима и относительно холодная зима наблюдаются также по 2 раза за 10 лет. Нормальное, т.е. обычное для данной области лето и зима устанавливаются в 6 годах из 10 лет.

### Максимальная и минимальная температура воздуха

Значения средних месячных максимальных ( $t_{\max}$ ) и минимальных ( $t_{\min}$ ) температур воздуха характеризуют температурный режим самой теплой и самой холодной времени суток. Например, в среднем в июле месяце днем температура воздуха в Январцево (север области) достигает 29,8°C, а ночью опускается до 15,9°C. На МС Тайпак (юг области) в июле днем температура воздуха в среднем достигает 33,3°C, а ночью опускается до 19,4°C.

В январе в течение суток температура воздуха в Январцево в среднем колеблется от минус 6,9°C днем до минус 14,8°C ночью, а на МС Тайпак – от минус 5,3°C днем до минус 12,3°C ночью. Суточный размах температуры воздуха ( $\Delta t_c$ ) уменьшается от лета к зиме. Например, суточный размах температуры в июне составляет около 14,0°C, а в январе – около 7,0-8,0°C (таблица 3.13).

Таблица 3.13 – Средние месячные максимальные ( $t_{\max}$ ) и минимальные ( $t_{\min}$ ) температуры воздуха, а также суточный размах ( $\Delta t_c$ ) температуры

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Январцево													
$t_{\max}$	-6,9	-6,6	0,3	14,2	23,0	28,0	29,8	28,1	21,3	11,9	1,3	-4,8	11,6
$t_{\min}$	-14,8	-15,6	-8,6	2,4	9,1	14,1	15,9	14,0	8,1	1,9	-5,2	-12,0	0,8
$\Delta t_c$	7,9	9,0	8,9	11,8	13,9	14,0	13,9	14,1	13,2	10,0	6,5	7,2	10,9
МС Тайпак													
$t_{\max}$	-5,3	-4,9	3,4	16,9	25,0	31,0	33,3	31,3	24,2	14,4	3,4	-3,2	14,1
$t_{\min}$	-12,3	-13,0	-5,7	4,5	11,4	17,1	19,4	17,2	10,4	3,2	-3,6	-9,7	3,3
$\Delta t_c$	7,0	8,1	9,1	12,4	13,6	13,9	13,8	14,1	13,8	11,2	7,1	6,5	10,9

Абсолютная максимальная по области температура воздуха 46°C была зафиксирована в июле 1984 года на МС Тайпак. На остальных метеостанциях абсолютная максимальная температура воздуха была в пределах 41 - 44°C.

Абсолютная минимальная по области температура воздуха минус 44°C была зафиксирована в январе 1943 года на МС Аксай. На остальных метеостанциях абсолютная

минимальная температура воздуха была в пределах минус 38 - минус 43°С.

По значениям средней месячной температуры воздуха летних месяцев можно оценить соответствие температурного режима к требованиям сельскохозяйственных культур. Например, для твердых сортов пшеницы биологическая минимальная температура воздуха, необходимая для формирования вегетативных органов равна 5°С, а для формирования генеративных органов – 12°С. Биологический минимум просо равен 12°С, хлопчатника и риса в начальные фазы развития равен 15°С, а в период созревания – 20°С [8]. Надо отметить, что для зерновых культур оптимальной является дневная температура воздуха в пределах 20–25°С.

Также растения реагируют на изменение температуры воздуха дня и ночи (термопериодизм растений). Следствием термопериодизма является изменение химического состава растений. В условиях континентального климата повышается сахаристость фруктов и корнеплодов, содержание белка в зернах. В условиях более мягкого морского климата у зерновых культур повышается содержание крахмала и уменьшается содержание белковых веществ. Например, согласно З.А. Мищенко при суточном размахе температуры воздуха 12–14°С содержание белка в зернах яровой пшеницы может достигать 18–20% и более [10].

Значения средних месячных максимальных ( $t_{\max}$ ) и минимальных ( $t_{\min}$ ) температур воздуха характеризуют температурный режим самой теплой (полдень) и самой холодной (утро) времени суток, а их разница показывает средний суточный размах.

Надо отметить, что развитие генеративных органов сельскохозяйственных культур в основном происходит в июль – август месяцы.

В Западно-Казахстанской области средняя за июнь температура воздуха растет с севера на юг от 20,5-23,7°С. Днем температура воздуха на севере области (п. Январцево) достигает 28,0°С, а ночью опускается до 14,1°С. На юге области (п. Тайпак) днем температура воздуха в среднем достигает 31,0°С, а ночью опускается до 17,1°С. При этом суточный размах температуры воздуха ( $\Delta t_c$ ) в июле в среднем по территории области колеблется в пределах 12,7-15,3°С (таблица 3.14).

Таблица 3.14 – Средняя месячная ( $t_{\text{ср}}$ ), средняя из максимальных ( $t_{\text{макс}}$ ) и средняя из минимальных ( $t_{\text{мин}}$ ) температура воздуха, а также ее суточный размах ( $\Delta t_c$ ), °С

НП (МС)	Июнь				Июль				Август			
	$t_{\text{ср}}$	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	$\Delta t_c$	$t_{\text{ср}}$	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	$\Delta t_c$	$t_{\text{ср}}$	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	$\Delta t_c$
Январцево	20,9	28,0	14,1	14,0	22,7	29,8	15,9	13,9	20,8	28,1	14,0	14,1
Аксай	21,1	28,4	13,5	14,9	23,0	30,1	15,7	14,5	21,0	28,5	13,8	14,7
Уральск	20,9	28,2	14,0	14,2	22,9	30,1	16,0	14,0	21,1	28,5	14,2	14,2
Таскала	20,5	28,1	13,3	14,8	22,6	30,1	15,4	14,7	20,8	28,5	13,7	14,8
Шынгырлау	21,3	28,0	15,3	12,7	23,2	30,1	17,3	12,8	21,3	28,5	15,3	13,1
Жымпиты	22,2	29,7	15,0	14,7	24,3	31,6	17,2	14,4	22,4	30,0	15,4	14,6
Чапаев	22,4	29,2	15,6	13,6	24,5	31,3	17,8	13,5	22,5	29,6	15,7	13,9
Казталовка	22,0	29,7	14,6	15,1	24,3	31,9	17,0	14,9	22,4	30,2	15,2	15,1
Каратобе	22,2	29,9	14,5	15,3	24,2	31,9	16,5	15,3	22,3	30,4	14,6	15,8
Жалпактал	22,6	30,0	15,5	14,5	24,8	31,8	17,9	13,9	22,9	30,2	15,9	14,3
Жаныбек	22,0	29,2	15,1	14,1	24,5	31,8	17,5	14,2	22,9	30,2	15,8	14,4
Тайпак	23,7	31,0	17,1	13,9	26,0	33,3	19,4	13,8	23,9	31,3	17,2	14,1
Хан Ордасы	23,1	30,0	16,7	13,3	25,6	32,5	18,9	13,6	23,8	31,0	16,9	14,1

В области средняя за июль температура воздуха растет с севера на юг от 22,6 до 26,0°С. Днем температура воздуха на севере области (п. Январцево) достигает 29,8°С, а ночью опускается до 15,9°С. На юге области (п. Тайпак) днем температура воздуха в среднем достигает 33,3°С, а ночью опускается до 19,4°С. При этом суточный размах температуры воздуха ( $\Delta t_c$ ) в июле в среднем по территории области колеблется в пределах 12,8-15,3°С.

В августе средняя температура воздуха по территории области достаточно высокая и составляет 20,8-23,9°C. Днем температура воздуха на севере области достигает 28,1°C, а ночью опускается до 14,0°C. На юге области днем температура воздуха достигает 31,3°C, а ночью опускается до 17,2°C. При этом в августе в среднем суточный размах температуры воздуха ( $\Delta t_c$ ) по территории области колеблется в пределах 13,1-15,8°C (таблица 6.4.4).

Таким образом, суточный размах температуры воздуха колеблется с севера на юг от 12,8°C до 15,8°C, что предполагает достаточно высокое качество урожая зерновых и бобовых культур. При таких условиях содержание белка в зернах пшеницы бывает от 14 до 20% и более.

В зимнее время понижение температуры воздуха до минус 20–30°C при полном бесснежье или высоте снежного покрова ниже 5 см является опасным для посевов озимых зерновых культур, многолетних трав, плодовых деревьев и ягодников. Для растений, ушедших на зиму недостаточно развитыми (озимые зерновые, не достигшие стадии кущения) понижение температуры воздуха ниже минус 15°C при высоте снежного покрова менее 5 см может нанести значительный ущерб [8, 11].

В то же время очень высокий снежный покров (выше 40 см) может привести к выпреванию зимующих зерновых культур. Также сильные ветры могут вызывать перераспределение снега, вызывая оголение больших площадей.

Температурные показатели в комплексе с высотой снежного покрова и скоростью ветра могут характеризовать условия перезимовки озимых культур. Рассмотрим сочетание данных характеристик погодных условий в январе и феврале, так как именно в эти месяцы складываются наиболее суровые условия для перезимовки озимых культур.

В Западно-Казахстанской области средняя температура воздуха в январе составляет в пределах минус 6,9 - минус 11,5°C. Средняя месячная ночная минимальная температура воздуха по территории области составляет минус 10,1 - минус 15,2°C. При таких температурах в январе снежный покров высотой более 20 см обеспечивает хорошие теплоизоляционные условия. Однако в преобладающей территории области снежный покров бывает высотой менее 20 см (9 - 18 см). На юге области часто бывают зимы с не устойчивым снежным покровом. По значениям средних максимальных температур воздуха в январе (минус 3,3 – минус 7,6°C) видно, что вероятны оттепели, особенно на юге области. Ветер со средней скоростью 2,3-5,0 м/с в условиях низких температур воздуха и невысокого снежного покрова могут вызывать определенную угрозу для перезимовки озимых зерновых культур (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Средняя месячная ( $t_{cp}$ ), средняя максимальная ( $t_{max}$ ) и средняя минимальная ( $t_{min}$ ) температура воздуха (°C), средняя высота снежного покрова ( $h_c$ , см) и средняя месячная скорость ветра ( $V$ , м/с)

НП (МС)	Январь					Февраль				
	$t_{cp}$	$t_{max}$	$t_{min}$	$h_c$	$V$	$t_{cp}$	$t_{max}$	$t_{min}$	$h_c$	$V$
Январцево	-10,9	-6,9	-14,8	26	2,5	-11,3	-6,6	-15,6	32	2,6
Аксай	-11,1	-7,1	-15,2	17	4,7	-11,5	-7,0	-16,0	23	4,6
Уральск	-10,4	-6,6	-14,3	25	3,0	-10,9	-6,5	-15,2	33	2,9
Таскала	-10,6	-6,8	-14,3	21	3,5	-11,2	-6,7	-15,1	27	3,5
Шынгырлау	-11,5	-7,6	-14,8	23	3,2	-11,7	-7,4	-15,1	27	3,4
Жымпиты	-10,5	-6,5	-14,2	15	4,4	-11,0	-6,5	-14,9	20	4,4
Чапасв	-9,6	-5,8	-13,2	15	3,6	-10,1	-5,8	-14,0	22	3,8
Казталовка	-8,9	-5,2	-12,2	16	5,0	-9,5	-5,3	-13,1	22	5,4
Каратобе	-10,5	-6,2	-14,4	18	4,4	-11,0	-6,1	-15,2	25	4,7
Жалпактал	-8,9	-6,5	-12,1	14	3,8	-9,4	-6,2	-13,2	16	4,1
Жанибек	-7,6	-4,1	-10,8	9	3,8	-8,3	-4,2	-11,8	11	4,1
Тайпак	-9,0	-5,3	-12,3	12	2,3	-9,4	-4,9	-13,0	14	2,7
Хан Ордасы	-6,9	-3,3	-10,1	9	3,3	-7,2	-2,9	-10,7	10	3,6



Примерно такие же условия складываются и в феврале. По области средняя за февраль температура воздуха составляет в пределах минус 7,2 - минус 11,7°С. Ночная минимальная температура воздуха по территории области составляет минус 10,7 - минус 16,0°С. На юге области средняя высота снега бывает менее 20 см. В феврале при средних максимальных температурах воздуха минус 2,9 - минус 7,4°С также вероятны оттепели. Угрозу для перезимовки озимых зерновых культур вызывает ветер, дующий со средней скоростью 2,6-5,4 м/с.

Таким образом, условия зимних месяцев не везде предполагают хорошую перезимовку озимых зерновых культур.

### 3.3.2 Климатические сезоны года

Известно, что существует 3 вида исчисления времен года: календарные, астрономические и климатические времена года. Так, устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха выше 0°С считают климатическим наступлением весны, выше 15°С - наступлением лета. Соответственно эти даты перехода определяют начало и окончание климатической весны, лета, осени и зимы.

В таблице 3.16 представлены данные климатических сезонов года по Западно-Казахстанской области. В области климатическая весна начинается 16-27 марта и продолжается в течение 45-49 суток. Лето наступает в период 3-13 мая и продолжается в течение 109-125 суток. Далее осень начинается на севере области в конце августа, а на остальной части – в начале сентября. Зима наступает 7-16 ноября и бывает очень продолжительной, 120-140 суток.

Таблица 3.16 – Даты начало климатических сезонов года и их продолжительность

НП (МС)	Дата начало				Продолжительность, сутки			
	весна	лето	осень	зима	весна	лето	осень	зима
Январцево	26.03	12.05	29.08	08.11	47	109	71	138
Аксай	26.03	12.05	30.08	07.11	47	110	69	139
Уральск	26.03	12.05	01.09	08.11	47	112	68	138
Таскала	27.03	13.05	01.09	07.11	47	111	67	140
Шынгырлау	27.03	12.05	01.09	07.11	46	112	67	140
Жымпиты	24.03	10.05	02.09	10.11	47	115	69	134
Чапаев	23.03	08.05	03.09	11.11	46	118	69	132
Казталовка	23.03	09.05	03.09	12.11	47	117	70	131
Каратобе	24.03	09.05	04.09	11.11	46	118	68	133
Жалпактал	21.03	08.05	05.09	13.11	48	120	69	128
Жанибек	20.03	08.05	03.09	14.11	49	118	72	126
Тайпак	20.03	04.05	03.09	14.11	45	122	72	126
Хан Ордасы	16.03	03.05	05.09	16.11	48	125	72	120

Таким образом, в Западно-Казахстанской области самым продолжительным сезоном года является зима с продолжительностью более 4 месяцев (ноябрь-март), а лето длится чуть менее 4 месяцев. Продолжительность весны составляет 1,5 месяца, а осени – более 2 месяцев.

### 3.3.3 Континентальность климата

Годовой размах температуры воздуха ( $\Delta t_{\text{год}}$ ), определяющиеся как разность температур самого теплого и холодного месяцев, по территории Западно-Казахстанской области колеблется от 32,2 до 35,0°С (таблица 3.17).

Континентальность климата была оценена по индексу Л. Горчинского (k) [61]. По данному индексу в мягком морском климате  $k < 20$ , в умеренно морском –  $k = 20,1-30\%$ , в

умеренно континентальном -  $k = 30,1-50\%$ , в континентальном –  $k = 50,1-70\%$ , в резко континентальном –  $k = 70,1-90\%$ , в сильно континентальном климате  $k > 90\%$  (в Верхоянске  $k = 100\%$ ). По территории области индекс континентальности колеблется от 52 до 58, и соответственно климат области является континентальным.

Таблица 3.17 – Характеристики континентальности климата

НП (МС)	$A_{t_{год}}$	k	Оценка
Январцево	33,6	53	континентальный
Аксай	34,1	54	континентальный
Уральск	33,3	52	континентальный
Таскала	33,2	52	континентальный
Шынгырлау	34,7	55	континентальный
Жымпиты	34,8	57	континентальный
Чапаев	34,1	55	континентальный
Казталовка	33,2	54	континентальный
Каратобе	34,7	57	континентальный
Жалпактал	33,7	55	континентальный
Жанибек	32,2	52	континентальный
Тайпак	35,0	58	континентальный
Хан Ордасы	32,5	53	континентальный

### 3.3.4 Продолжительность вегетационного периода

Рост и развитие растения начинается от даты устойчивого перехода суточной температуры воздуха выше уровня ее биологической минимальной температуры. Для большинства растений и сельскохозяйственных культур этот предел равен  $5^{\circ}\text{C}$  (ранние яровые), для поздних яровых культур –  $10^{\circ}\text{C}$ , а для теплолюбивых культур –  $15^{\circ}\text{C}$ . Соответственно нами были рассмотрены даты перехода температуры воздуха через эти пределы весной и осенью, а также продолжительность между этими датами, характеризующие продолжительность вегетационного периода соответствующих культур.

В таблице 3.18 приведены осредненные за многолетний период даты устойчивого перехода температуры воздуха через  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  и продолжительность периода с температурой выше указанных пределов.

Таблица 3.18 – Даты устойчивого перехода температуры воздуха через  $5^{\circ}\text{C}$  ( $D_5$ ),  $10^{\circ}\text{C}$  ( $D_{10}$ ),  $15^{\circ}\text{C}$  ( $D_{15}$ ) и продолжительность периода с температурой выше указанных пределов ( $N_5$ ,  $N_{10}$ ,  $N_{15}$ ), сутки

НП (МС)	$D_5$		$N_5$	$D_{10}$		$N_{10}$	$D_{15}$		$N_{15}$
	весна	осень		весна	осень		весна	осень	
Январцево	08.04	20.10	195	23.04	02.10	162	12.05	29.08	109
Аксай	08.04	20.10	195	23.04	02.10	162	12.05	30.08	110
Уральск	08.04	21.10	196	23.04	03.10	163	12.05	01.09	112
Таскала	09.04	19.10	193	24.04	01.10	160	13.05	01.09	111
Шынгырлау	09.04	20.10	194	23.04	02.10	162	12.05	01.09	112
Жымпиты	07.04	22.10	198	21.04	05.10	167	10.05	02.09	115
Чапаев	05.04	24.10	202	19.04	06.10	170	08.05	03.09	118
Казталовка	05.04	23.10	201	19.04	05.10	169	09.05	03.09	117
Каратобе	06.04	23.10	200	19.04	05.10	169	09.05	04.09	118
Жалпактал	04.04	25.10	204	18.04	07.10	172	08.05	05.09	120
Жанибек	03.04	26.10	206	18.04	07.10	172	08.05	03.09	118
Тайпак	03.04	26.10	206	15.04	09.10	177	04.05	03.09	122
Хан Ордасы	01.04	29.10	211	14.04	10.10	179	03.05	05.09	125

В среднем устойчивый переход температуры воздуха через 5°С весной происходит 1 - 9 апреля, а обратно осенью – 19-29 октября и продолжительность вегетационного периода для ранних яровых культур составляет 193-211 суток.

На территории области устойчивый переход температуры воздуха через 10°С весной наблюдается 14-24 апреля, а обратно осенью – 1-10 октября.

Пространственное распределение даты устойчивого перехода температуры воздуха через 10°С весной представлено на рисунке 3.4. Дата перехода в среднем наблюдается на юге области 15 апреля, на севере – 25 апреля.

Продолжительность вегетационного периода для поздних яровых культур растет с севера на юг от 160 до 179 и более суток (таблица 3.18, рисунок 3.5).

Средняя суточная температура воздуха переходит через 15°С весной 3–13 мая, а обратно осенью – 29 августа – 5 сентября, и соответственно продолжительность вегетационного периода для теплолюбивых культур составляет на севере области 110 суток, а на юге – более 120 суток.

### 3.3.5 Теплообеспеченность вегетационного периода

Для характеристики ресурсов тепла используются суммы активных температур воздуха выше 5°С, 10°С, 15°С, соответственно предназначенные для ранних яровых, поздних яровых и теплолюбивых культур. Например, для возделывания скороспелых сортов мягкой пшеницы необходима сумма активных температур выше 10°С в пределах 1350–1400°С, а для сортов твердой пшеницы – 1600–1700°С, для подсолнечника – 2000–2300°С, а кукурузы – 2200–2900°С.

В таблице 3.19 представлены средние многолетние (1981-2016 гг.) значения сумм средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 5°С, 10°С и 15°С по МС Западно-Казахстанской области. За период с температурой воздуха выше 5°С (весь вегетационный период) на территории области накапливается от 3246°С до 3849°С тепла.

За период с температурой воздуха выше 10°С накапливается тепло на 2995 - 3609°С и их количество растет с севера на юг области.

Применительно к теплолюбивым культурам (при температуре выше 15°С) ресурсы тепла составляют 2493 - 3135°С.

Таблица 3.19 – Суммы активных температур воздуха выше 5°С ( $\sum T_{>5}$ ), 10°С ( $\sum T_{>10}$ ) и 15°С ( $\sum T_{>15}$ ), °С

МП (МС)	$\sum T_{>5}$	$\sum T_{>10}$	$\sum T_{>15}$
Январцево	3246	2995	2493
Аксай	3256	3009	2513
Уральск	3279	3028	2525
Таскала	3171	2938	2435
Шынгырлау	3292	3047	2571
Жымпиты	3474	3237	2763
Чапаев	3556	3314	2841
Казталовка	3484	3235	2769
Каратобе	3501	3265	2781
Жалпактал	3618	3377	2891
Жанибек	3598	3342	2858
Тайпак	3811	3592	3135
Хан Ордасы	3849	3609	3123

На рисунке 3.6 представлено пространственное распределение сумм активных температур воздуха выше 10°С. По территории области суммы температур растут с севера на юг от 2900°С до 3700°С.

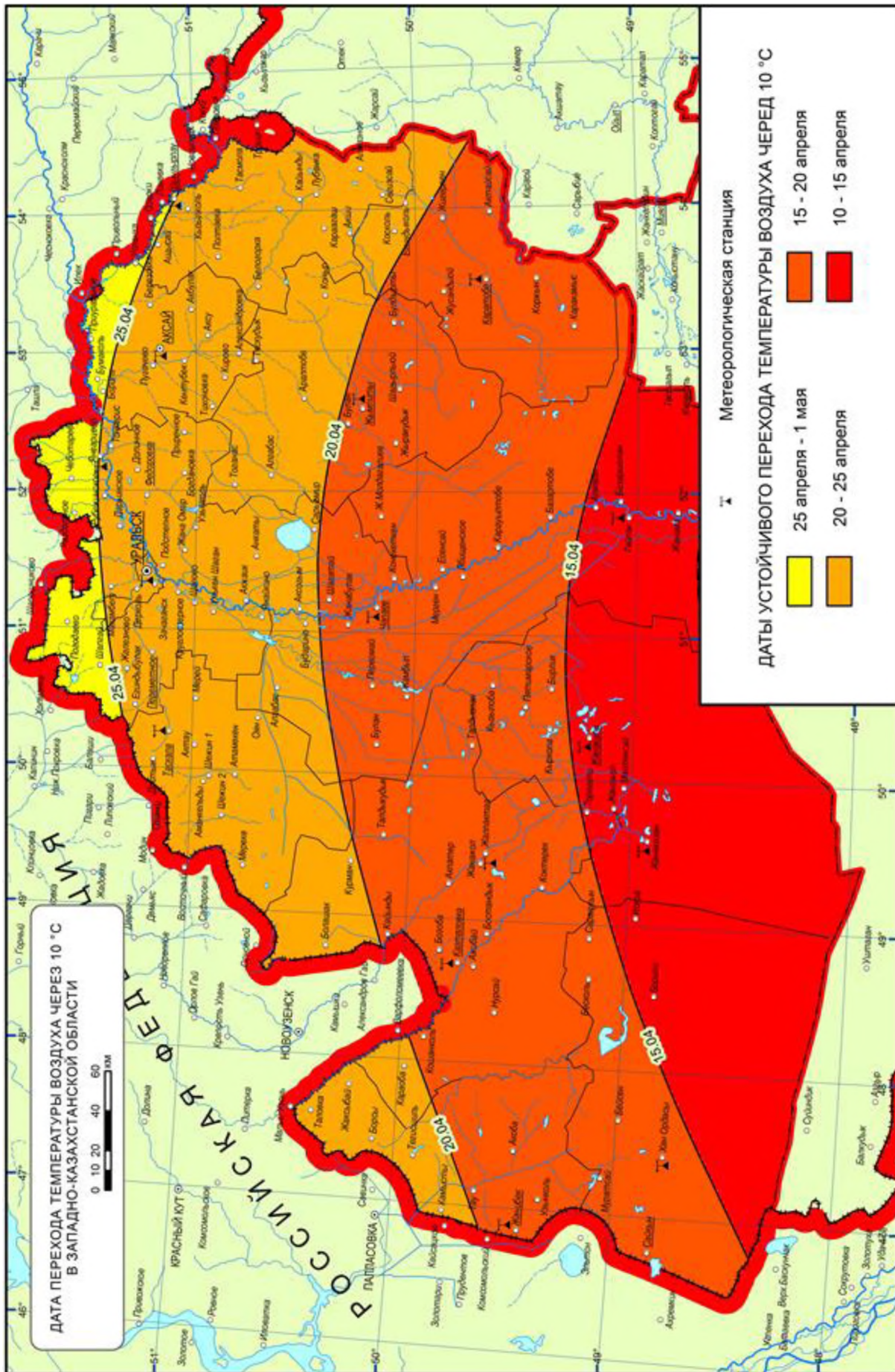


Рисунок 3.4 – Дата устойчивого перехода температуры воздуха через 10°С весной



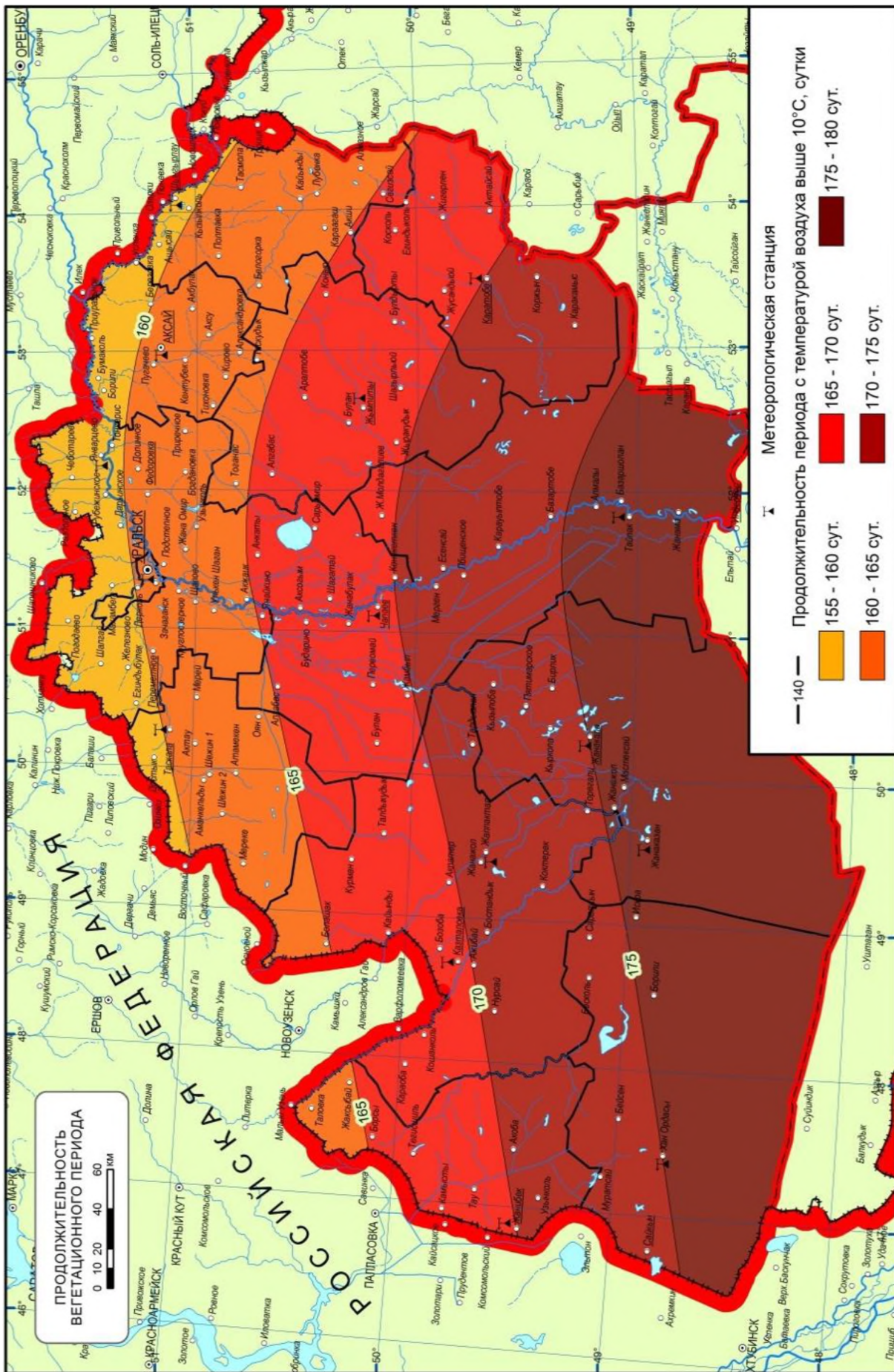


Рисунок 3.5 – Продолжительность вегетационного периода



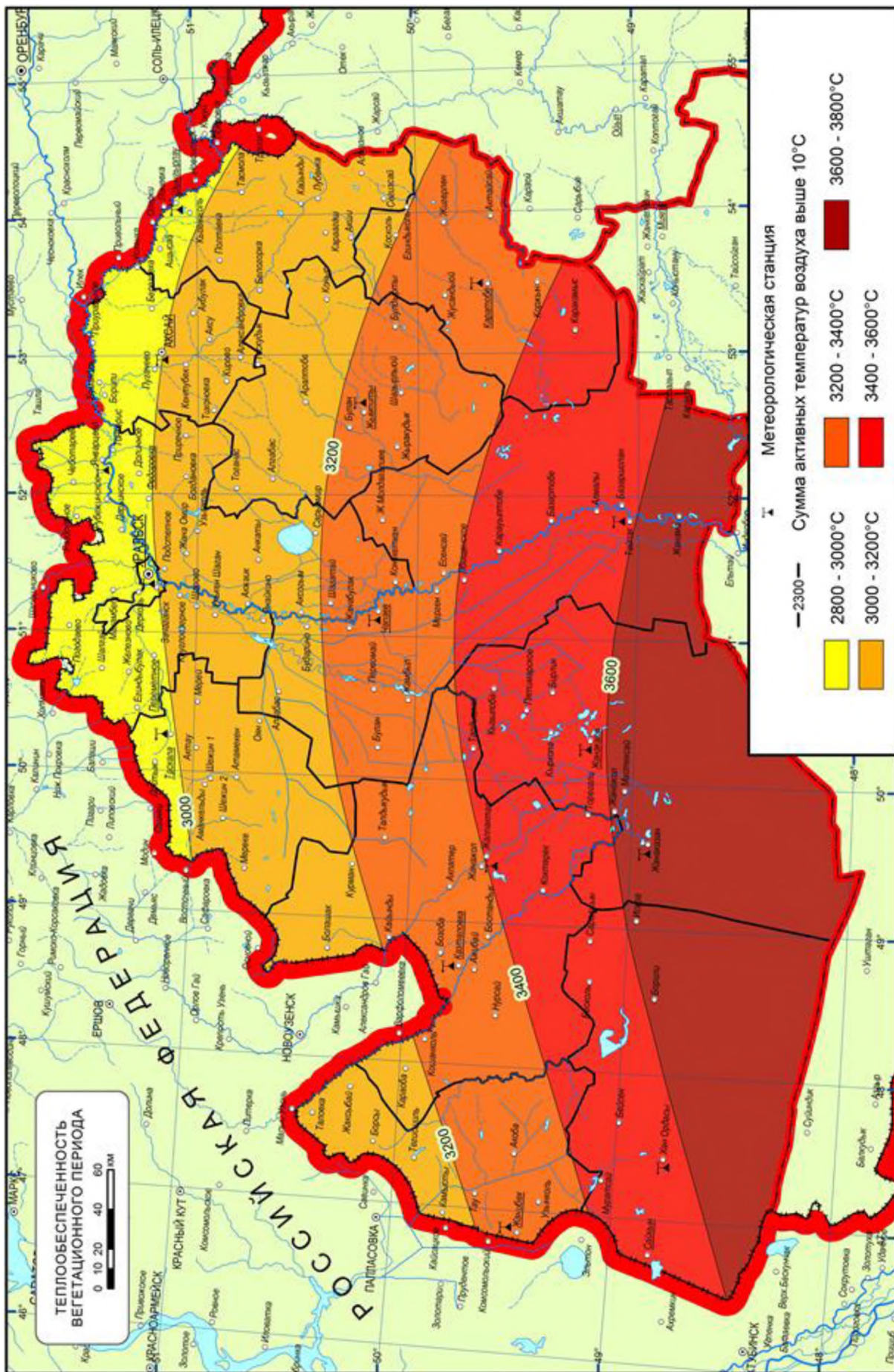


Рисунок 3.6 – Сумма активных температур воздуха выше 10°C

В умеренных широтах вегетационный период большинства сельскохозяйственных культур соответствует продолжительности периода со средней суточной температурой воздуха выше 10°C. Здесь ограничивающим фактором являются заморозки. Поэтому в таблице 3.20 приведены суммы средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 10°C, нарастающим итогом.

В Западно-Казахстанской области за май месяц накапливается 550-750°C тепла. За вегетативно активный период, т.е. с мая до конца августа накапливается от 2560°C на севере области до 3000°C на юге.

Таблица 3.20 – Сумма средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 10°C, нарастающим итогом (°C)

НП (МС)	V	VI	VII	VIII	IX
Январцево	584	1212	1915	2559	2985
Аксай	572	1204	1917	2569	2999
Уральск	584	1211	1919	2572	3008
Таскала	552	1167	1867	2511	2929
Шынгырлау	581	1219	1937	2598	3037
Жымпиты	623	1287	2039	2732	3195
Чапаев	664	1335	2095	2793	3261
Казталовка	631	1289	2043	2736	3193
Каратобе	649	1314	2065	2758	3223
Жалпактал	679	1356	2126	2836	3313
Жанибек	673	1333	2094	2803	3277
Тайпак	743	1455	2260	3000	3503
Хан Ордасы	767	1461	2254	2993	3496

Для оценки соответствия ресурсов тепла требованиям культур определяются значения сумм температур при различной обеспеченности. Принято считать, что 80–90%-ная обеспеченность растений теплом является хорошей [6].

Поэтому нами были рассчитаны обеспеченности (P, %) сумм активных температур воздуха выше 10°C (таблица 3.21).

Таблица 3.21 – Обеспеченность (P) сумм суточных температур воздуха за период с температурой выше 10°C, %

НП (МС)	P, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Январцево	3162	3122	3090	3060	3027	2940	2890	2825	2750	2700
Аксай	3169	3149	3097	3086	3029	2991	2926	2837	2767	2699
Уральск	3189	3158	3124	3094	3054	2997	2917	2858	2773	2712
Таскала	3097	3062	3037	3024	2946	2891	2817	2775	2724	2626
Шынгырлау	3233	3170	3124	3118	3104	3006	2927	2857	2788	2719
Жымпиты	3400	3349	3328	3325	3253	3206	3146	3072	2970	2882
Чапаев	3458	3440	3431	3399	3349	3246	3210	3171	3071	2925
Казталовка	3426	3375	3317	3292	3232	3173	3143	3073	3031	2911
Каратобе	3411	3380	3373	3330	3277	3223	3182	3106	3016	2920
Жалпактал	3565	3517	3463	3444	3392	3321	3275	3216	3156	3032
Жанибек	3587	3489	3442	3376	3314	3288	3227	3169	3125	2983
Тайпак	3747	3717	3700	3652	3594	3536	3487	3453	3340	3273
Хан Ордасы	3842	3747	3718	3633	3588	3558	3524	3451	3381	3277

В северной части области (Январцево) в среднем накапливается 2995<sup>0</sup>С тепла, что соответствует обеспеченности около 55%. Здесь на 90% обеспечено 2750<sup>0</sup>С тепла, т.е. в 9 годах из 10 накапливается не менее чем 2750<sup>0</sup>С тепла. Этого тепла достаточно для возделывания всех ранних яровых зерновых культур, всех сортов подсолнечника, раннеспелых - среднепозднеспелых сортов кукурузы, раннеспелых и среднеспелых сортов сорго. В центральной части Западно-Казахстанской области (МС Жымпиты и Чапаев) на 90% обеспечено 3000<sup>0</sup>С тепла, что удовлетворяет требования всех яровых зерновых культур, всех сортов подсолнечника, кукурузы и сорго. На юге области (МС Тайпак) на 90% обеспечено 3300<sup>0</sup>С сумм активных температур воздуха.

### 3.4 Ресурсы влаги

В качестве показателя ресурсов увлажнения в агроклиматологии используются: суммы осадков, запасы воды в снежном покрове, запасы продуктивной влаги в почве (ЗПВ), различные расчетные показатели и коэффициенты увлажнения, испаряемость и т.д.

#### 3.4.1 Режим атмосферных осадков

В Западно-Казахстанской области в среднемноголетнем за год выпадают осадки 200-300 мм (таблица 3.22). В северной части области (Январцево, Аксай, Уральск, Таскала) за год выпадают осадки более 300 мм, только на МС Тайпак, расположенной на юге области выпадают менее 200 мм осадков. В целом за теплый период года осадки выпадают в 2 раза больше чем за холодный период года.

Таблица 3.22 – Месячная и годовая сумма осадков, мм

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	XI-III	IV-X
Январцево	28	20	26	25	31	35	37	33	27	39	30	30	360	135	226
Аксай	23	18	23	23	26	34	35	25	24	34	28	26	320	119	202
Уральск	27	20	25	22	28	33	40	27	29	39	28	28	346	129	218
Таскала	27	18	20	20	24	40	25	25	26	34	24	24	308	115	195
Шынгырлау	24	18	18	24	21	29	28	24	21	28	26	26	284	113	174
Жымпиты	18	14	17	20	24	25	28	17	17	27	24	20	251	95	158
Чапаев	23	16	19	20	22	32	21	20	21	31	24	24	272	109	166
Казгаловка	21	13	15	21	21	24	18	21	20	25	20	18	237	88	151
Каратобе	19	15	16	24	29	32	17	17	17	25	23	21	254	94	161
Жалпактал	23	16	18	21	22	25	22	22	20	29	24	22	264	105	161
Жанибек	26	20	21	24	31	38	22	23	29	25	23	24	306	117	192
Тайпак	16	12	13	19	17	17	13	15	13	18	16	17	187	75	113
Хан Ордасы	25	20	19	25	26	25	19	20	25	24	25	26	279	116	165

В годовом ходе осадков имеются два максимума, приходящие на июнь-июль и октябрь месяцы. Два минимума осадков наблюдаются в феврале и сентябре (рисунок 3.7).



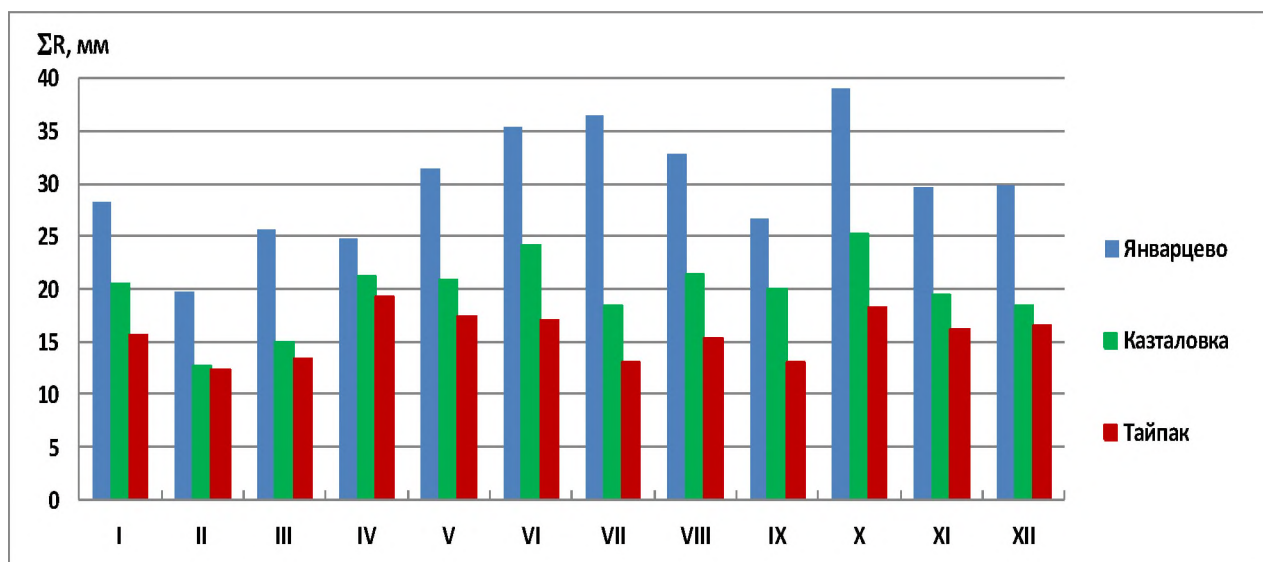


Рисунок 3.7 – Годовой ход месячных сумм осадков

Согласно коэффициенту вариации, многолетние ряды сумм осадков за теплый (апрель-октябрь) и холодный (декабрь-март) периоды года, осредненные по всем метеорологическим станциям Западно-Казахстанской области, являются достаточно однородными (20-22%) (таблица 3.23). Это указывает на умеренную изменчивость из года в год режима осадков теплого и холодного периодов года.

Таблица 3.23 – Статистические характеристики многолетних рядов сумм осадков за теплый (апрель-октябрь) и холодный (декабрь-март) периоды года

Характеристика	Теплый период	Холодный период
Средняя, мм	210	76
Медиана, мм	205	75
Мода, мм	226	69
Ср. кв. отклонение, мм	45	15
Коэф. вариации, %	22	20

В Западно-Казахстанской области повторяемость относительно дождливого теплого периода (апрель-октябрь) составляет 21%, т.е. такие годы вероятны 2 раза в 10 лет. Повторяемость мало дождливого теплого периода составляет 18%, т.е. такие годы также вероятны 2 раза в 10 лет. В остальные 6 из 10 лет наблюдается обычный режим осадков, свойственный данному региону (таблица 3.24). За последние 34 года наименее дождливыми были 1996, 1998 и 2014 годы, наиболее дождливыми - 1993, 2000 и 2003 годы.

Таблица 3.24 – Повторяемость аномального режима осадков теплого периода года (P, %)

Режим осадков теплого периода	P, %	Вероятность повторения за 10 лет
Дождливая	21	2 года
Мало дождливая	18	2 года
Обычная	61	6 лет

В области 1 год из 10 бывает относительно снежным, а малоснежная зима имеет вероятность повторения 2 раза в 10 лет. В остальные 7 лет из 10 за холодный период года выпадают осадки (снег) в пределах нормы, свойственной для данной области (таблица 3.25). За последние 34 года наименее малоснежными были зимы 2005-2006 и 2008-2009 годов.

Таблица 3.25 – Повторяемость аномального режима осадков холодного периода года (Р, %)

Режим осадков холодного периода	Р, %	Вероятность повторения за 10 лет
Снежная	12	1 год
Малоснежная	15	2 год
Обычная	73	7 лет

### 3.4.2 Режим снежного покрова

В Западно-Казахстанской области снежный покров в среднем появляется в северной части в начале ноября, в южной части – 20-х числах ноября. Устойчивый снежный покров образуется на севере области в конце ноября, а на юге – в первой половине декабря. Устойчивый снежный покров разрушается в середине марта на юге области, конце марта – на севере, и полностью сходит в начале апреля. В области количество дней со снежным покровом составляет 86-142 сутки (таблица 3.26). При этом на юге области бывают зимы с не устойчивым снежным покровом, когда периодически снег тает и земля оголяется.

Таблица 3.26 – Средние многолетние характеристики снежного покрова

НП (МС)	Кол-во дней со снежным покровом	Дата появления снежного покрова	Дата образования устойчивого снежного покрова	Дата разрушения устойчивого снежного покрова	Дата схода снежного покрова	Зимы с неустойчивым снежным покровом, %
Январцево	129	02.11	26.11	26.03	04.04	0
Аксай	127	05.11	03.12	27.03	03.04	0
Уральск	127	05.11	30.11	29.03	02.04	0
Таскала	142	07.11	25.11	02.04	05.04	0
Шынгырлау	135	02.11	25.11	29.03	04.04	0
Жымпиты	116	11.11	08.12	29.03	30.03	0
Чапаев	115	10.11	09.12	25.03	29.03	0
Казталовка	100	13.11	15.12	15.03	24.03	5
Каратобе	107	17.11	13.12	23.03	28.03	3
Жалпактал	95	20.11	21.12	14.03	25.03	10
Жанибек	100	09.11	14.12	14.03	26.03	13
Тайпак	99	18.11	16.12	19.03	23.03	6
Хан Ордасы	86	20.11	20.12	09.03	20.03	18

В таблице 3.27 приведены средние многолетние значения высоты снежного покрова по декадам. Высота снежного покрова достигает своей максимальной высоты в феврале (рисунок 3.8). В это время высота снежного покрова по территории области колеблется от 11 до 33 см.

Наименьшая высота снежного покрова – около 10 см наблюдается на юге области (Жанибек, Хан Ордасы). В целом высота снежного покрова растет с юга на север области. В конце марта – начале апреля с повышением температуры воздуха начинается интенсивное таяние снега.

Таблица 3.27 – Средняя декадная высота снежного покрова по постоянной рейке, см

НП (МС)	XI			XII			I			II			III			IV	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Январцево	4	4	5	8	10	15	20	24	26	30	32	32	31	28	21	9	
Аксай	2	3	5	6	8	11	12	15	17	21	24	23	21	17	12	6	
Уральск	3	3	6	8	11	14	18	21	25	30	32	33	31	28	22	7	
Таскала	3	3	6	7	9	12	15	18	21	24	26	27	26	24	18	9	
Шынгырлау	3	4	5	8	11	13	17	20	23	25	27	27	24	21	15	5	
Жымпиты	2	2	3	5	6	9	10	12	15	17	19	20	19	16	11	4	
Чапаев	2	2	3	4	6	9	11	12	15	21	24	22	20	20	14	5	
Казталовка		3	5	5	7	9	12	14	16	18	19	22	20	22	13	4	
Каратобе		2	3	5	7	11	12	14	18	22	23	25	23	23	15	5	
Жалпактал			3	5	6	7	10	11	14	15	15	16	15	12	5	2	
Жанибек		2	3	3	5	6	6	7	9	10	10	11	9	6	2	2	
Тайпак			3	5	6	7	9	10	12	14	14	14	12	7	3		
Хан Ордасы			3	5	5	6	7	8	9	11	11	10	8	6	3		

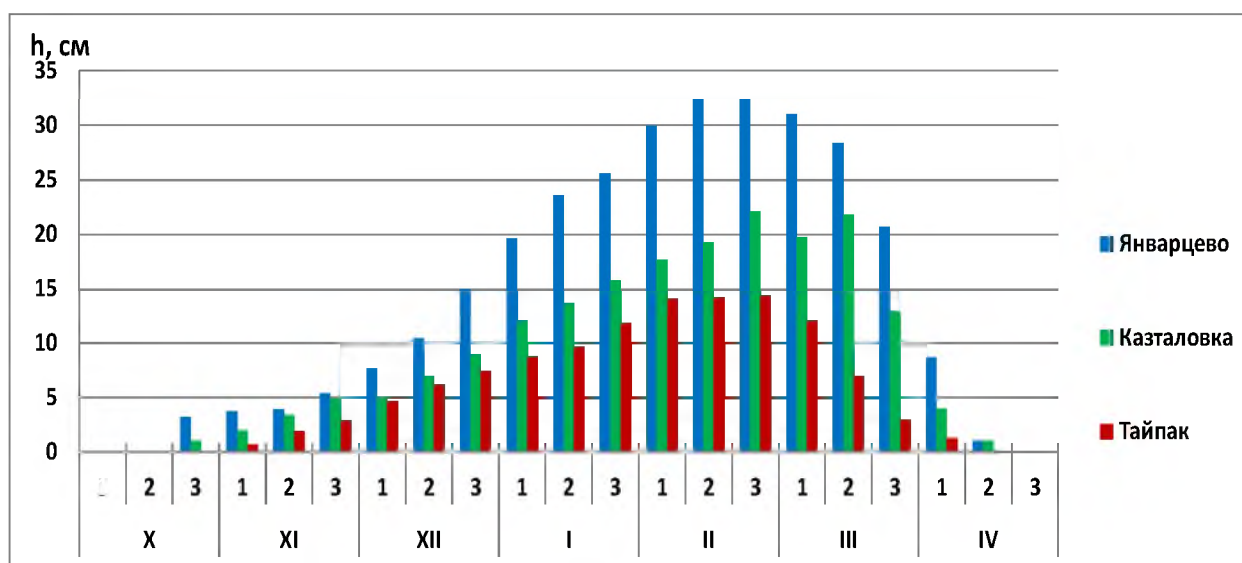


Рисунок 3.8 – Динамика высоты снежного покрова в холодный период года

В таблице 3.28 представлены среднемноголетние данные по запасам воды в снежном покрове по результатам снегосъемок на открытом поле. Запасы воды в снежном покрове достигают наибольших значений в конце февраля – начале марта. В это время она доходит на МС Таскала до 93 мм ( $\approx 93$  л/м<sup>2</sup>). Наименьшим запасом воды обладает снежный покров в районе МС Хан Ордасы, менее 36 мм.

Таблица 3.28 – Запасы воды в снежном покрове по снегосъёмкам на последний день декады (поле), мм

НП (МС)	XII			I			II			III	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Январцево	21	31	38	45	52	62	70	72	76	81	84
Аксай	15	18	23	32	34	37	43	50	47	49	49
Уральск	0	28	29	41	44	49	59	65	66	66	62
Таскала	22	32	37	46	59	68	78	87	89	92	93
Шынгырлау	22	36	38	40	47	47	51	56	56	49	46
Жымпиты		22	29	43	48	55	64	74	95	80	80
Чапаев		17	24	29	32	39	49	51	51	59	42
Казталовка		14	21	28	31	35	43	40	48	39	
Каратобе		23	28	37	43	52	60	67	71	78	78
Жалпактал					35	37	44	49	52	51	
Жанибек					31	36	43	42	42		
Тайпак			26	27	29	40	46	47	46	35	39
Хан Ордасы			21	28	31	29	32	36	28		

### 3.4.3 Режим увлажнения почвы

Важным и прямым показателем обеспеченности сельскохозяйственных культур влагой являются запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом (метровом) слое почвы.

В Западно-Казахстанской области запасы продуктивной влаги в почве (ЗПВ) измеряются на 10 пунктах, т.е. на 4 МС и 6 АМП. Из них МС Жанибек является животноводческой, что расположено на юго-западе области. В области земледелие развито только в ее северной части. ЗПВ определяются на сельскохозяйственных полях, у которых известны агрогидрологические константы почвы. Влажность почвы определяется 1 раз в 10 дней, по восьмым дням декады (08, 18, 28 числа месяца).

Нами для оценки условий почвенного увлажнения были использованы данные ЗПВ для 20 см и 100 см слоев почвы за период с 2003 по 2015 год.

В таблице 3.29 приведены преобладающий тип почв, их механический состав и наименьшая полевая влагоемкость (НПВ) в наблюдательных участках МС и АМП. В области распространены в основном светло-каштановые и темно-каштановые почвы. По механическому составу являются легко-, средне- и тяжелосуглинистыми. НПВ колеблется для 20 см слоя почвы от 32 до 48 мм, для 100 см слоя почвы – от 149 до 213 мм.

Таблица 3.29 – Основной тип почвы и наименьшая полевая влагоемкость (НПВ)

НП (МС/АМП)	Преобладающая почва, механический состав	НПВ, мм (0-20 см)	НПВ, мм (0-100 см)
АМП Тоганас	Темно-каштановая тяжелосуглинистая	37	172
АМП Дарьинское	Темно-каштановая, среднесуглинистая	32	152
Уральск	Темно-каштановая, тяжелосуглинистая	50	200
АМП Переметное	Светло-каштановая, тяжелосуглинистая	35	173
АМП Федоровка	Темно-каштановая, тяжелосуглинистая	41	201
Таскала	Темно-каштановая, тяжелосуглинистая	48	194
Шынгырлау	Темно-каштановая, легкосуглинистая	32	149
АМП Погодаево	Темно-каштановая, тяжелосуглинистая	46	213
АМП Анкаты	Темно-каштановая, среднесуглинистая	38	180
Жанибек	Светло-каштановая солонцеватая, тяжелосуглинистая	38	184

Запасы влаги измеряются с момента оттаивания и просыхания почвы до начала уборки урожая, после уборки измерение возобновляется и продолжается до даты устойчивого перехода суточной температуры воздуха через 5°С осенью. Есть множество определенных условий, когда ЗПВ не измеряются.

В таблицах 3.30 и 3.31 приведены средние многолетние данные ЗПВ по слоям 0-20 и 0-100 см почвы в вегетативно активный период года, т.е. с мая по август месяцы. ЗПВ были измерены на полях зерновых культур, в основном под яровой пшеницей.

В период весенне-полевых работ (апрель – начало мая) ЗПВ в пахотном слое почвы по области колеблется от 20 мм на МС Шынгырлау до 35 мм на МС Уральск (таблица 3.30).

Надо отметить, что в районе МС Жанибек не возделываются сельскохозяйственные культуры, т.е. является животноводческим. Поэтому в нашем анализе ее не рассматриваем. Далее к середине вегетации (июнь) ЗПВ уменьшается до 5-26 мм, а в период созревания зерновых (конец июля) бывает еще меньше (1-9 мм).

Такая же закономерность временного распределения свойственна и для ЗПВ в метровом слое почвы. ЗПВ в метровом слое почвы в период весенне-полевых работ в области колеблется от 70 мм на АМП Дарьинское до 138 мм на АМП Тоганас. Далее в июне уменьшается до 21-104 мм, а к концу вегетации – до 13-60 мм. В целом ЗПВ уменьшается с севера на юг области (таблица 3.31).

Таблица 3.30 – Средние многолетние запасы продуктивной влаги в 0-20 см слое почвы, мм

НП (МС/АМП)	апрель		май			июнь			июль			август	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Тоганас	32	28	29	28	33	26	25	23	18	14	9	6	3
Дарьинское	24	22	22	20	15	12	9	10	10	10	9	8	5
Уральск	35	33	33	26	26	20	16	14	12	10	9	6	3
Переметное	20	20	23	17	14	6	5	4	3	1	1	1	0
Федоровка	27	25	26	20	22	11	12	8	5	5	3	1	0
Таскала	30	29	25	18	16	14	11	9	9	6	3	3	0
Шынгырлау	25	20	20	20	15	8	8	6	8	5	5	5	1
Погодаево	22	21	26	23	22	18	13	11	8	7	3	2	2
Анкаты	33	23	25	22	11	6	5	8	12	8	3	1	0
Жанибек	22	20	12	9	4	4	5	6	5	3	3	2	1

Таблица 3.31 – Средние многолетние запасы продуктивной влаги в 0-100 см слое почвы, мм

НП (МС/АМП)	апрель		май			июнь			июль			август	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Тоганас	122	114	138	114	101	104	100	74	62	53	40	24	21
Дарьинское	70	68	72	74	54	54	32	23	23	30	24	20	18
Уральск	124	115	111	99	100	87	77	64	55	48	41	35	19
Переметное	78	64	80	61	39	39	32	21	18	16	13	10	10
Федоровка	74	75	83	73	85	66	52	36	21	18	13	11	10
Таскала	96	98	89	71	74	60	59	44	52	41	34	27	14
Шынгырлау	110	96	93	91	83	60	55	48	35	36	36	37	38
Погодаево	119	109	132	126	101	96	69	40	39	35	30	17	20
Анкаты	144	114	114	100	75	69	60	64	60	60	59	57	64
Жанибек	107	99	95	85	77	64	57	55	49	43	39	41	36

Для оценки влагообеспеченности зерновых культур значения ЗПВ сравнивались со значениями наименьшей полевой влагоемкости почвы (НПВ), которая в свою очередь зависит от типа и механического состава почвы. Для оценки использовались следующие критерии:

- более 100% от НПВ – избыточное увлажнение;
- 80–100% от НПВ – оптимальное увлажнение;
- 50–80% от НПВ – удовлетворительное увлажнение;
- менее 50% от НПВ – недостаточное увлажнение.

В области в период весенних полевых работ (апрель-май) почва бывает удовлетворительно увлажненной (менее 50-80% от НПВ) в районе МС Уральск, Шынгырлау и Жанибек, а также в районе АМП Погодаево и Анкаты, а в районе АМП Тоганас - с апреля по июнь. Вторая половина вегетации (июль-август) по всей области характеризуется не удовлетворительным увлажнением почвы (менее 50%) (таблица 3.32).

Таким образом, в северных зерносеющих районах Западно-Казахстанской области увлажненность почвы под зерновыми культурами по данным ЗПВ характеризуется в первой половине вегетации как частично удовлетворительная, а во второй – как не удовлетворительная.

Таблица 3.32 – Средние многолетние ЗПВ в 0-100 см слое почвы, в % от НПВ

НП (МС/АМП)	апрель		май			июнь			июль			август	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Тоганас	71	66	80	66	59	60	58	43	36	31	23	14	12
Дарьинское	46	44	47	49	36	36	21	15	15	20	16	13	12
Уральск	62	58	56	50	50	44	39	32	28	24	20	17	10
Переметное	45	37	47	36	22	23	19	12	10	9	8	6	6
Федоровка	37	37	41	36	42	33	26	18	10	9	6	5	5
Таскала	49	51	46	36	38	31	30	23	27	21	18	14	7
Шынгырлау	74	65	62	61	56	41	37	33	23	24	24	25	25
Погодаево	56	51	62	59	47	45	33	19	18	17	14	8	9
Анкаты	80	64	64	56	42	39	33	36	34	33	33	32	36
Жанибек	58	54	52	46	42	35	31	30	27	23	21	22	20

### 3.4.4 Влагообеспеченность вегетационного периода

#### Обеспеченность осадками

Наравне с запасами продуктивной влаги в почве основным прямым показателем влагообеспеченности является сумма осадков за различные, важные для сельского хозяйства периоды года. Для сельскохозяйственных культур особенно важны осадки, выпавшие в период их активной вегетации (от посева до созревания), т.е. за период май-август. В сентябре, когда зерновые культуры дозревают, и проводится уборка урожая, благоприятной является ясная и без осадков погода. Также важны и осадки холодного периода года, которые определяют величину весенних запасов влаги в почве, т.е. в период сева сельскохозяйственных культур.

Соответственно нами были проанализированы суммы осадков за теплый (апрель-октябрь) и холодный периоды года (ноябрь-март), а также за период активной вегетации сельскохозяйственных культур (май-август).

В течение холодного периода года по территории Западно-Казахстанской области в среднем выпадают осадки в пределах 75-135 мм. За теплый период года выпадают гораздо больше осадков, в среднем 113-226 мм. Из них 63-136 мм осадков выпадают в период активной вегетации сельскохозяйственных культур (таблица 3.33).

Таблица 3.33 – Суммы осадков за периоды ноябрь-март ( $R_{11-3}$ ), апрель-октябрь ( $R_{4-10}$ ) и май-август ( $R_{5-8}$ ), мм

НП (МС)	$R_{11-3}$	$R_{4-10}$	$R_{5-8}$
Январцево	135	226	136
Аксай	119	202	120
Уральск	129	218	128
Таскала	115	195	114
Шынгырлау	113	174	102
Жымпиты	95	158	94
Чапаев	109	166	95
Казталовка	88	151	85
Каратобе	94	161	95
Жалпактал	105	161	91
Жанибек	117	192	114
Тайпак	75	113	63
Хан Ордасы	116	165	91

На рисунке 3.9 представлено пространственное распределение сумм осадков за теплый период года. В целом с севера на юг области суммы осадков уменьшаются от 220 до 120 мм.

В таблице 3.34 приведена различная обеспеченность сумм осадков за период май-август ( $R_{5-8}$ ). На севере области за период активной вегетации сельскохозяйственных культур в среднем выпадают осадки около 130 мм, обеспеченность которой составляет примерно 45%. Здесь на 90% обеспечено около 70 мм осадков, т.е. в 9 годах из 10 за период май-август выпадают осадки не менее 70 мм. На 10% обеспечено осадки около 200 мм, т.е. такие осадки выпадают 1 раз в 10 лет.

На юге области за май-август на 90% обеспечено суммы осадков в пределах 85 мм, а на 10% обеспечено осадки около 180 мм.

Таблица 3.34 – Обеспеченность (P) сумм осадков за период май-август ( $R_{5-8}$ ), %

НП (МС)	P, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Январцево	199	184	159	151	136	112	101	91	79	38
Аксай	220	160	130	116	108	98	88	72	61	27
Уральск	198	184	160	139	125	107	103	74	63	28
Таскала	178	158	148	124	100	92	85	75	55	49
Шынгырлау	163	148	119	107	98	85	72	64	53	17
Жымпиты	164	123	112	99	82	74	64	52	30	17
Чапаев	166	129	111	98	91	79	60	50	32	25
Казталовка	148	128	102	80	67	62	55	46	37	29
Каратобе	169	125	105	101	93	71	56	52	42	15
Жалпактал	143	123	103	87	76	69	65	60	54	44
Жанибек	167	145	131	118	102	92	84	72	62	44
Тайпак	106	84	72	61	58	52	45	39	32	26
Хан Ордасы	151	121	104	88	76	70	66	59	48	29

Надо отметить, что по данным [63] среднее многолетнее значение годовой испаряемости по территории Западно-Казахстанской области растет с севера на юг от 800 до 1100 мм.



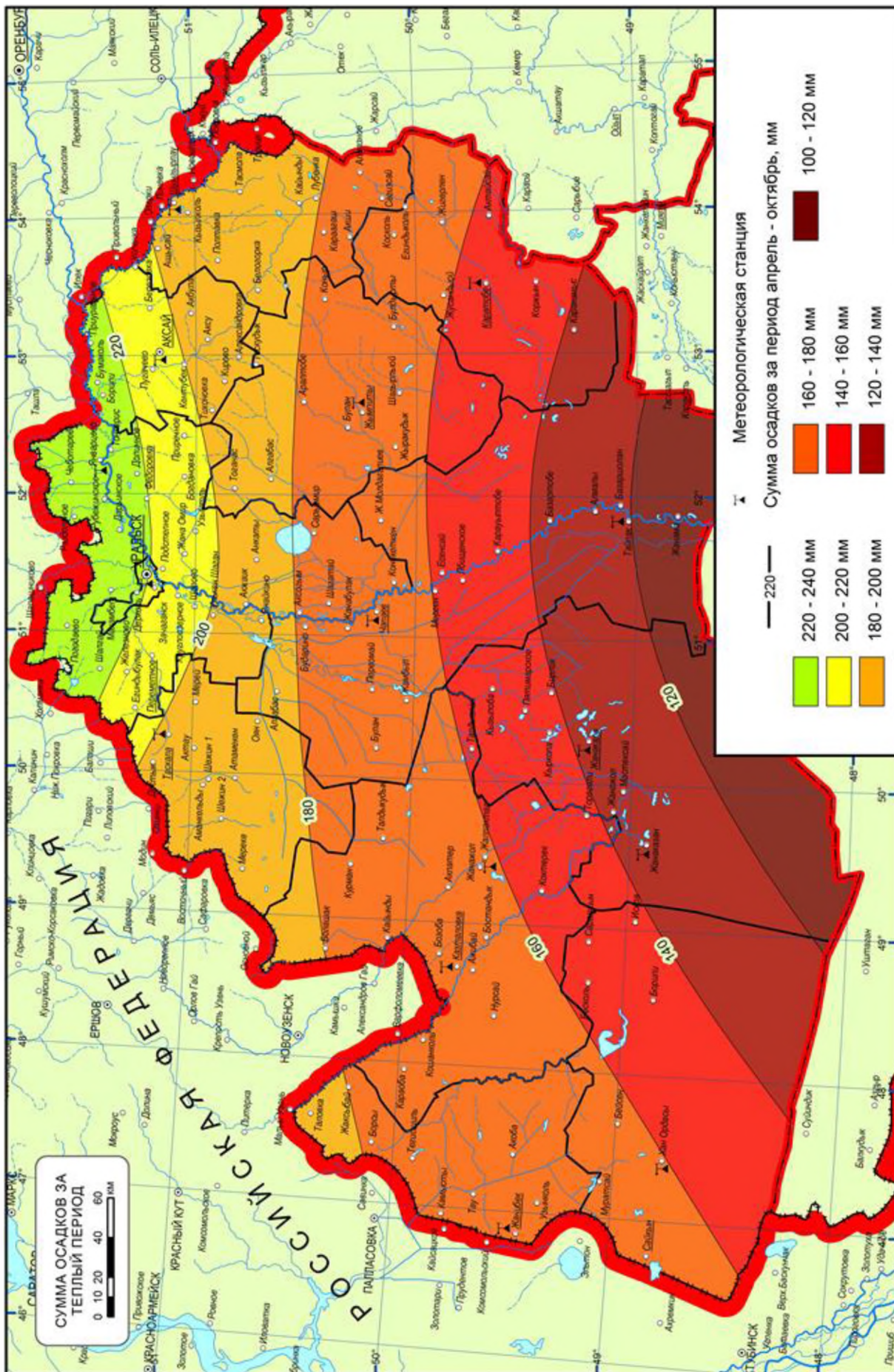


Рисунок 3.9 – Сумма осадков за теплый период года



### Оценка увлажненности вегетационного периода

Для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур часто прибегают к косвенным показателям, в частности к расчету коэффициента увлажнения. Соответственно нами для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в период их активной вегетации (май–август) был использован коэффициент увлажнения – К.

В среднем за многолетний период по территории Западно-Казахстанской области коэффициент увлажнения К составляет с севера на юг от 0,74 до 0,33 (таблица 3.35).

Таблица 3.35 – Влагообеспеченность по коэффициенту увлажнения К

НП (МС)	К	Оценка влагообеспеченности
Январцево	0,74	Недостаточная влагообеспеченность
Аксай	0,65	Недостаточная влагообеспеченность
Уральск	0,69	Недостаточная влагообеспеченность
Таскала	0,63	Недостаточная влагообеспеченность
Шынгырлау	0,57	Умеренный дефицит влаги
Жымпиты	0,49	Умеренный дефицит влаги
Чапаев	0,50	Умеренный дефицит влаги
Казталовка	0,45	Умеренный дефицит влаги
Каратобе	0,50	Умеренный дефицит влаги
Жалпактал	0,48	Умеренный дефицит влаги
Жанибек	0,59	Умеренный дефицит влаги
Тайпак	0,33	Дефицит влаги
Хан Ордасы	0,49	Умеренный дефицит влаги

На рисунке 3.10 представлено пространственное распределение коэффициента увлажнения К. По значениям К влагообеспеченность вегетационного периода оценивается как «недостаточная влагообеспеченность» в северной части области, в центральной части – как «умеренный дефицит влаги», а в южной части – «дефицит влаги».

В таблице 3.36 приведена различная обеспеченность значений коэффициента увлажнения К. Например, на севере области на 90% обеспечено значение К = 0,40-0,49, т.е. в 9 годах из 10 влагообеспеченность вегетационного периода характеризуется как «умеренный дефицит влаги». На остальной территории области К=0,20-0,38, что характеризуется как «дефицит влаги».

Таблица 3.36 – Обеспеченность (Р) значений коэффициента увлажнения К, %

НП (МС)	Р, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Январцево	1,00	0,91	0,87	0,85	0,73	0,65	0,62	0,55	0,49	0,34
Аксай	1,02	0,81	0,75	0,72	0,63	0,56	0,50	0,46	0,42	0,32
Уральск	1,05	0,92	0,84	0,75	0,69	0,61	0,55	0,46	0,45	0,27
Таскала	0,90	0,84	0,81	0,73	0,56	0,52	0,51	0,45	0,43	0,35
Шынгырлау	0,84	0,77	0,72	0,60	0,55	0,50	0,46	0,41	0,34	0,21
Жымпиты	0,86	0,63	0,55	0,51	0,46	0,42	0,38	0,30	0,26	0,19
Чапаев	0,79	0,68	0,58	0,51	0,49	0,45	0,42	0,32	0,25	0,21
Казталовка	0,69	0,62	0,52	0,42	0,38	0,36	0,33	0,31	0,29	0,22
Каратобе	0,91	0,68	0,57	0,53	0,47	0,44	0,37	0,35	0,27	0,18
Жалпактал	0,67	0,56	0,54	0,50	0,44	0,42	0,40	0,37	0,35	0,25
Жаныбек	0,81	0,75	0,64	0,59	0,57	0,52	0,47	0,43	0,38	0,29
Тайпак	0,50	0,43	0,40	0,33	0,31	0,28	0,26	0,25	0,21	0,18
Хан Ордасы	0,70	0,64	0,54	0,48	0,46	0,42	0,41	0,36	0,32	0,20

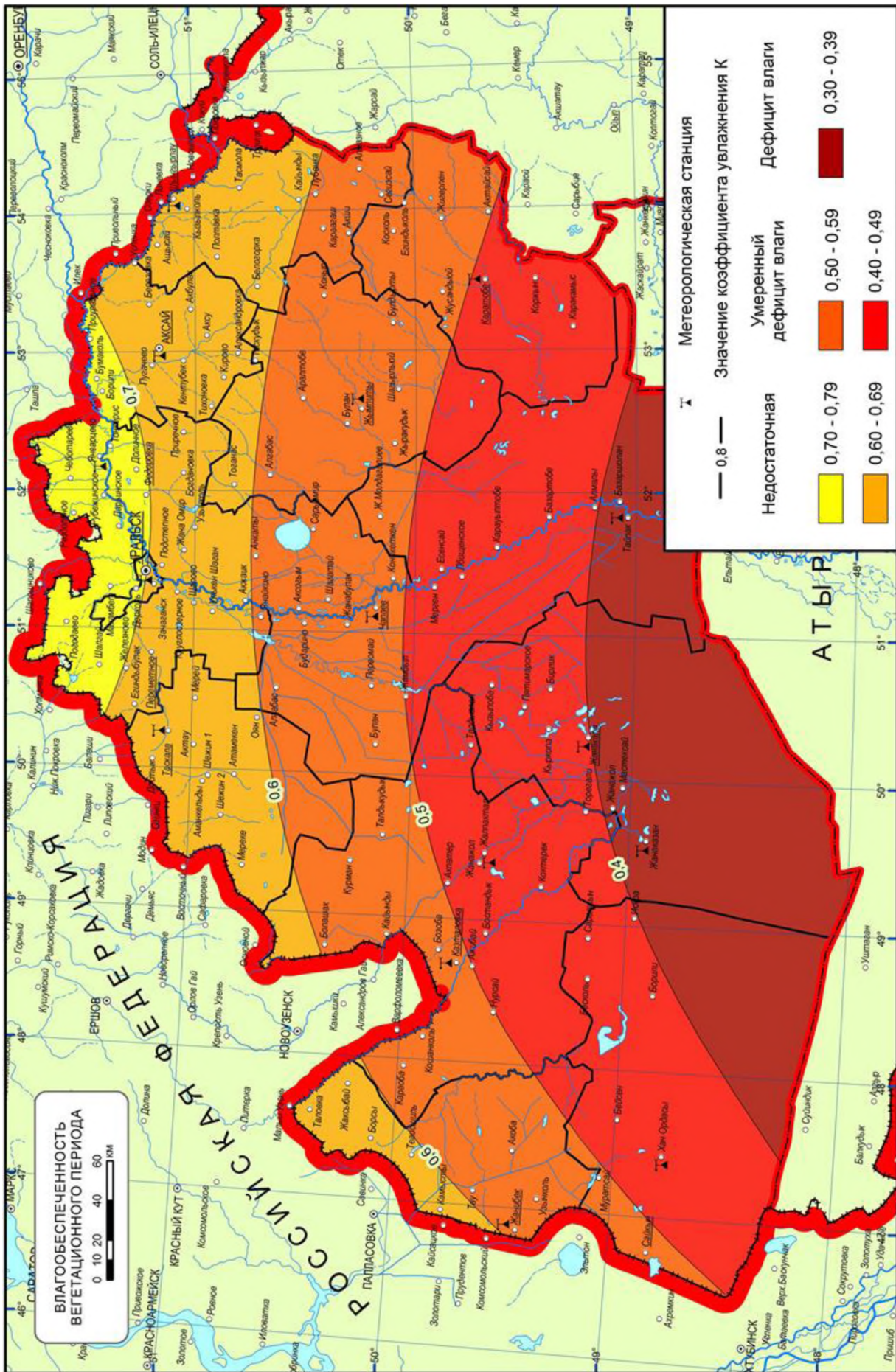


Рисунок 3.10 - Влагообеспеченность вегетационного периода

### 3.4.5 Засушливость вегетационного периода

В условиях Казахстана при оценке влагообеспеченности вегетационного периода также необходимо оценить климатическую засушливость вегетационного периода. Поэтому нами была проведена оценка засушливости вегетационного периода по ГТК, рассчитанный за период май–август (ГТК<sub>5-8</sub>).

Согласно нашим расчетам, в период активной вегетации растений основанная территория области является «умеренно засушливой». Однако где ГТК составляет 0,40-0,59. Центральная и южная части области, где ГТК менее 0,40, являются «сильно засушливыми» (таблица 3.37, рисунок 3.11).

Таблица 3.37 – Средние значения ГТК за период май-август и оценка засушливости

НП (МС)	ГТК <sub>5-8</sub>	Оценка засушливости
Январцево	0,55	Умеренно засушливо
Аксай	0,48	Умеренно засушливо
Уральск	0,52	Умеренно засушливо
Таскала	0,47	Умеренно засушливо
Шынгырлау	0,40	Умеренно засушливо
Жымпиты	0,36	Сильно засушливо
Чапаев	0,36	Сильно засушливо
Казталовка	0,32	Сильно засушливо
Каратобе	0,36	Сильно засушливо
Жалпактал	0,34	Сильно засушливо
Жанибек	0,43	Умеренно засушливо
Тайпак	0,22	Сильно засушливо
Хан Ордасы	0,33	Сильно засушливо



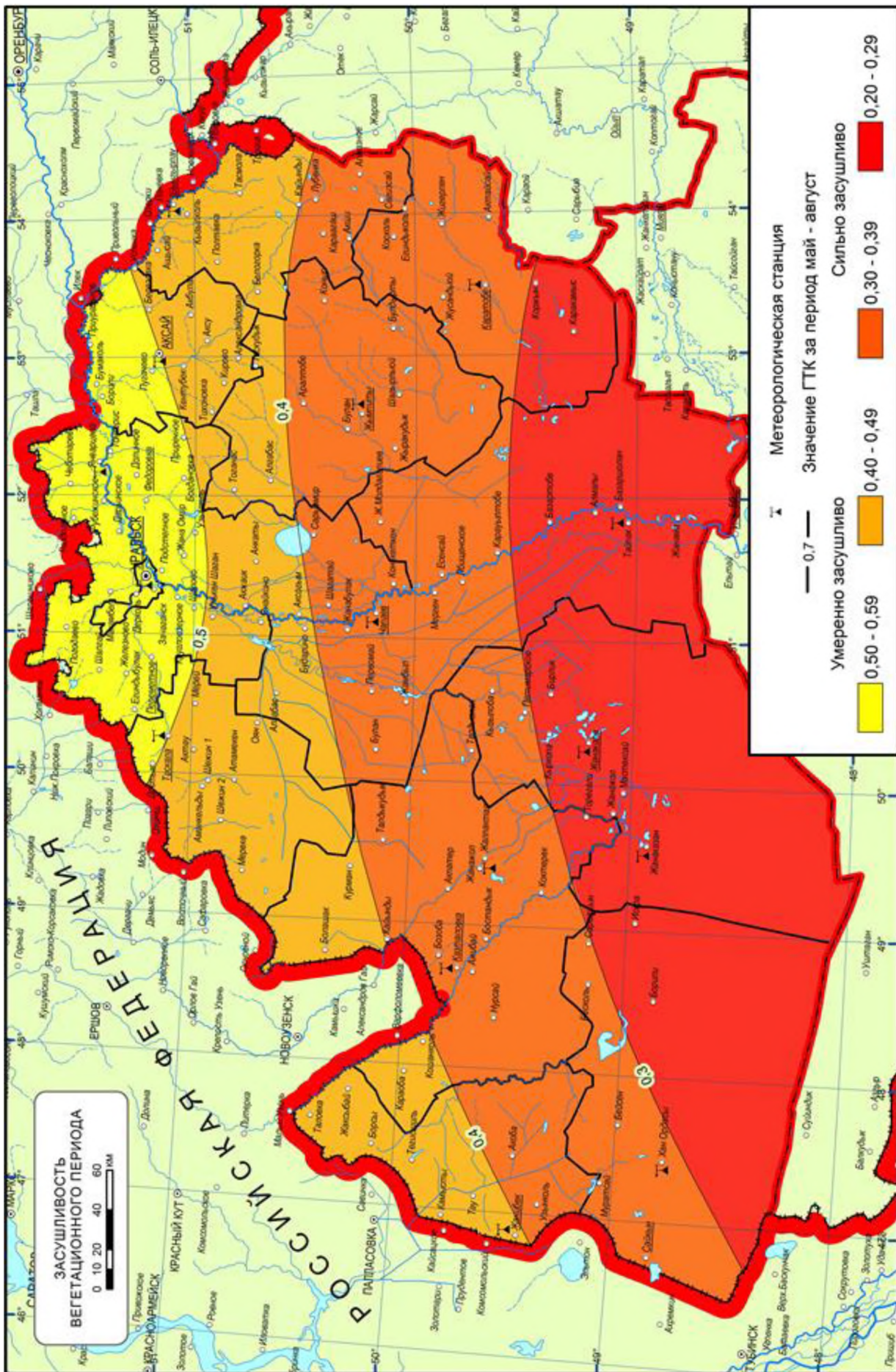


Рисунок 3.11 – Засушливость вегетационного периода

### 3.5 Биоклиматический потенциал

Для комплексной оценки почвенно–климатического потенциала с помощью имитационной системы «Климат–Почва–Урожай» был рассчитан биоклиматический потенциал (БПК) территории области.

Вычислительная система «Климат–Почва–Урожай» (Россия, ГУ «ВНИИСХМ»), основу которой составляет динамическая модель продукционного процесса и водно–теплового режима агроценоза «Погода–Урожай», позволяет вести расчёт биоклиматического потенциала (БПК) территории. В качестве входной информации используются данные метеорологических и агрометеорологических наблюдений, а также данные о водно–физических свойствах почвы и уровне её плодородия.

В нашем случае БПК характеризует урожайность яровой пшеницы (ц/га) при естественном увлажнении территории. Для расчета БПК были использованы среднемесячные данные метеорологических станций области.

В таблице 3.38 представлены значения биоклиматического потенциала по МС области. В северной части области БПК превышает 30 ц/га, в центральной полосе составляет 25-30 ц/га, а в южной части – менее 25 ц/га.

Надо отметить, что значения БПК в южной части области не относятся к почвам не пригодной для земледелия, т.е. это бурые пустынные почвы, солонцы, солончаки и пески. Здесь в долинах рек и озер распространены луговые, лиманно-луговые, пойменные луговые и лесолуговые почвы, а также лугово-каштановые, светло-каштановые и лугово-бурые почвы.

Таблица 3.38 – Биоклиматический потенциал при естественном увлажнении (ц/га)

НП (МС)	БПК, ц/га
Январцево	34
Аксай	32
Уральск	33
Таскала	33
Шынгырлау	31
Жымпиты	28
Чапаев	28
Казталовка	29
Каратобе	29
Жалпактал	27
Жанибек	30
Тайпак	23
Хан Ордасы	25

На рисунке 3.12 представлено пространственное распределение БПК по территории Западно-Казахстанской области. Значение БПК зависит от климатических и почвенных условий. Если пространственное распределение климатических показателей более устойчивы по территории, то почвенные показатели (тип, мех состав, балл бонитет) распределяются не равномерно. Поэтому изолинии БПК характеризуют общую закономерность их пространственного распределения по территории области.

Анализ показал, что максимальная урожайность яровой пшеницы по административным районам области составляет около 50% от БПК. Это означает, что в области верхний уровень использования биоклиматического потенциала составляет примерно 50%. Это указывает на недостаточно высокий уровень земледелия, но в то же время – на имеющийся потенциал. К примеру, западноевропейский уровень использования БПК составляет 80–85 %.



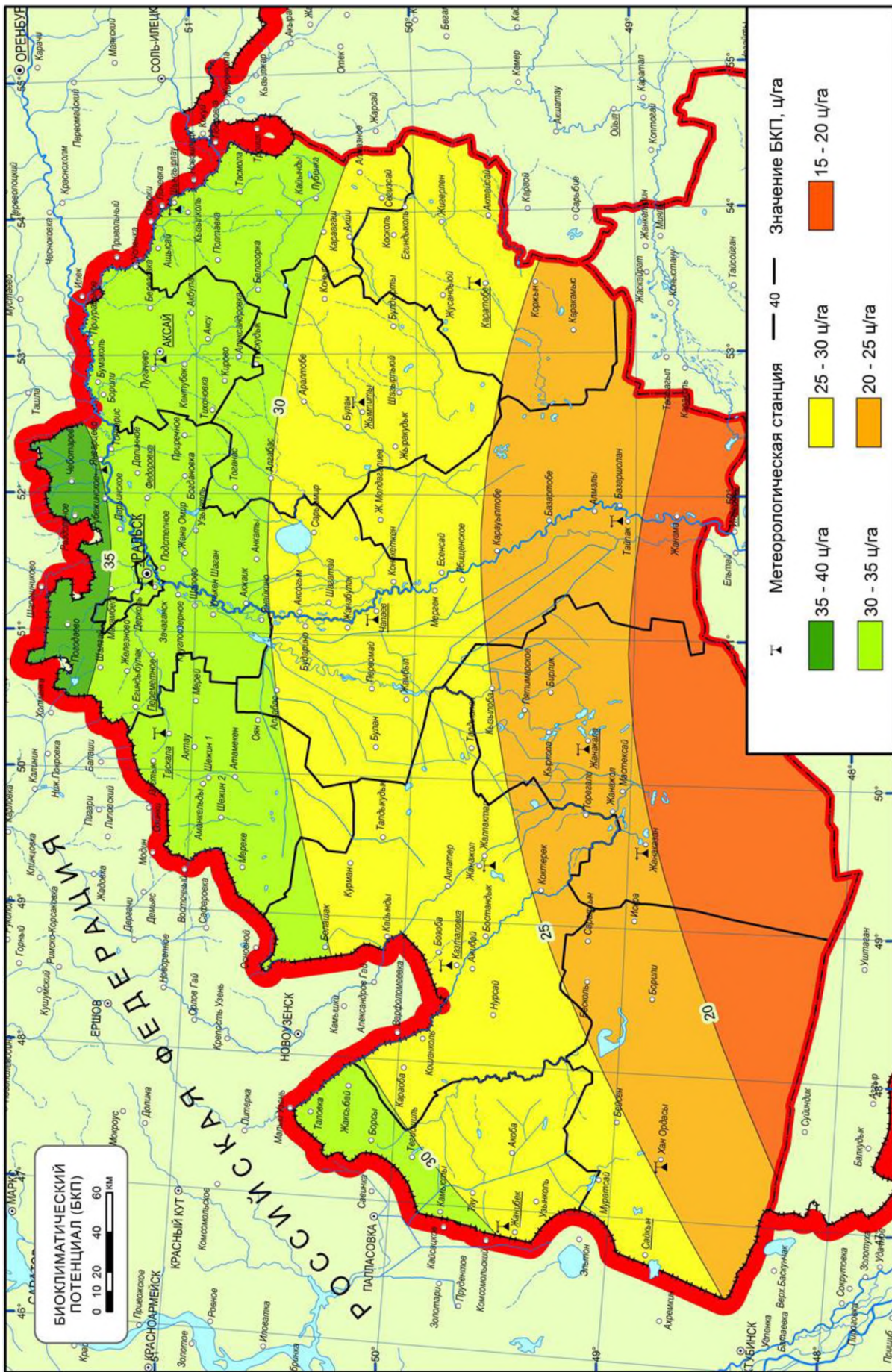


Рисунок 3.12 – Биоклиматический потенциал территории Западно-Казахстанской области

### 3.6 Режим влажности воздуха

Влажность воздуха также влияет на процесс роста, развития и созревания сельскохозяйственных культур. Низкая влажность воздуха в период вегетации, означающая сухость воздуха вызывает интенсивное испарение и отрицательно влияет на растение и может привести к щуплости зерна (захват зерна). Влажность воздуха ниже 30% является признаком засушливости. Высокая влажность воздуха в период уборки урожая может привести к прорастанию зерна в валках. От влажности воздуха также зависит работа комбайна и его производительность.

На территории Западно-Казахстанской области приземный атмосферный воздух является достаточно влажным. Средняя годовая относительная влажность воздуха колеблется в пределах 62-70% и уменьшается с севера на юг (таблица 3.39). Относительная влажность воздуха растет от лета к зиме (рисунок 3.13). Наименьшие значения относительной влажности воздуха наблюдаются в северной части области в май - июне (54-56%), а на остальной части – в июнь - июле (41-53%). В зимние месяцы относительная влажность воздуха повышается до 80% и выше.

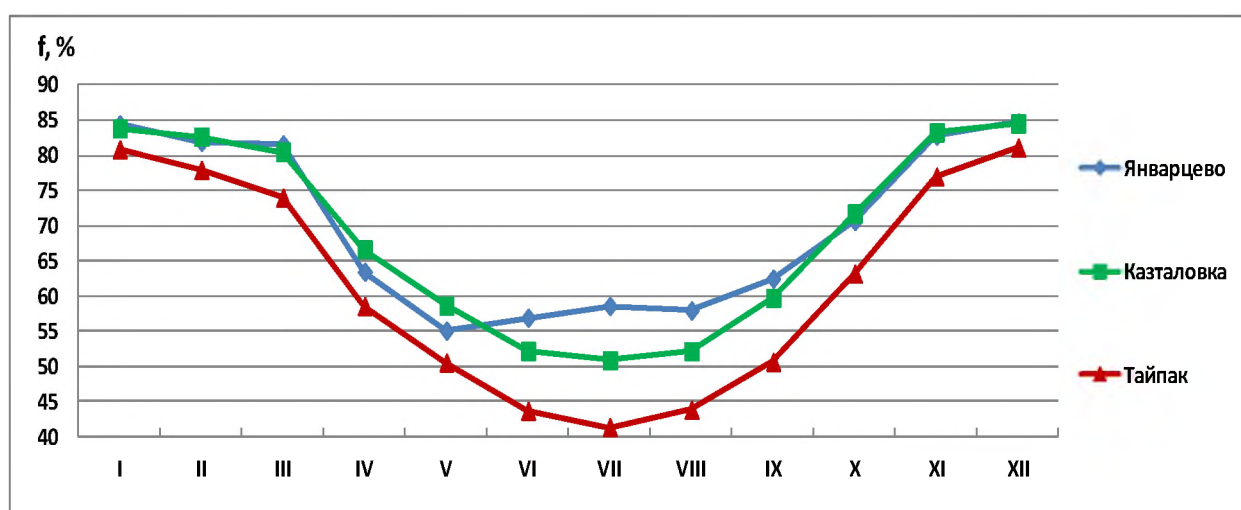


Рисунок 3.13 – Годовой ход относительной влажности воздуха

Таблица 3.39 – Месячная и годовая относительная влажность воздуха, %.

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Январцево	84	82	82	63	56	56	59	58	62	71	83	85	70
Аксай	83	82	83	66	56	54	56	55	60	72	84	84	70
Уральск	82	80	80	64	54	56	57	57	62	72	82	83	69
Таскала	84	82	81	69	57	54	54	55	63	74	83	84	70
Шынгырлау	80	78	78	65	54	53	53	53	58	70	80	81	67
Жымпиты	82	81	80	66	55	49	48	49	56	69	81	82	67
Чапаев	84	83	80	64	54	50	50	51	58	69	82	83	67
Казталовка	84	83	80	67	59	52	51	52	60	72	83	85	69
Каратобе	83	82	81	64	55	52	51	51	55	68	82	84	67
Жалпактал	85	83	82	67	56	49	48	49	57	71	84	86	68
Жанибек	83	81	78	65	56	51	48	48	57	70	81	84	67
Тайпак	81	78	74	59	50	44	41	44	51	63	77	81	62
Хан Ордасы	83	82	75	60	50	46	44	45	55	67	81	84	64

### 3.7 Режим ветра

Ветровой режим также оказывает определенное влияние на растение. Ветер способствует интенсивному испарению почвенной влаги. При высокой температуре воздуха



умеренный ветер вызывает суховеи. Сильный ветер может привести к полеганию посевов.

По территории Западно-Казахстанской области скорость ветра распределяется не равномерно. В течение года скорость ветра ослабевает летом, а к зиме - усиливается (рисунок 3.14). Центральная полоса области более ветренее, чем северная и южная части. Наибольшие скорости ветра наблюдаются в районе п. Казталовка и п. Каратобе, где среднегодовая скорость ветра превышает 4,0 м/с. Наименее ветренными являются районы п. Январцево и п. Тайпак, где среднегодовая скорость ветра равна 2,2 м/с (таблица 3.40).

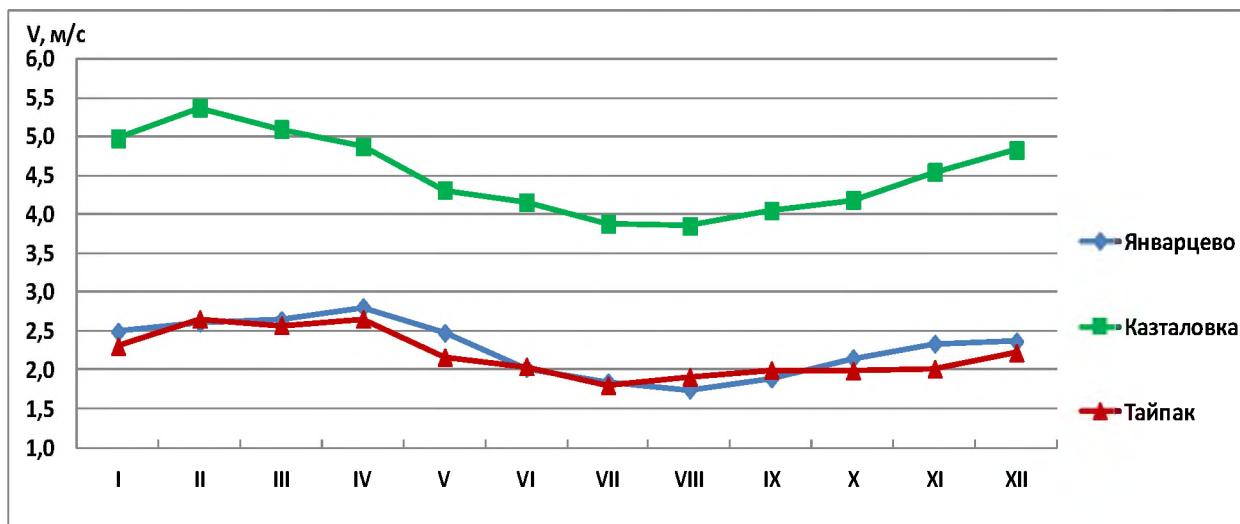


Рисунок 3.14 – Годовой ход средних месячных скоростей ветра

Таблица 3.40 – Средняя за месяц и за год скорость ветра, м/с

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Январцево	2,5	2,6	2,6	2,8	2,5	2,0	1,8	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	2,3
Аксай	4,7	4,6	4,5	4,4	3,7	3,5	3,1	3,0	3,4	3,6	4,0	4,2	3,9
Уральск	3,0	2,9	2,9	2,9	2,6	2,3	2,0	2,0	2,2	2,5	2,8	2,9	2,6
Таскала	3,5	3,5	3,0	2,9	2,7	2,4	2,2	2,2	2,5	2,7	2,8	3,2	2,8
Шынгырлау	3,2	3,4	3,1	3,3	2,9	2,6	2,4	2,3	2,4	2,5	2,6	2,9	2,8
Жымпиты	4,4	4,4	4,4	4,3	3,8	3,7	3,4	3,3	3,6	3,7	3,9	4,0	3,9
Чапаев	3,6	3,8	3,7	3,6	3,1	2,8	2,7	2,7	2,8	3,0	3,2	3,4	3,2
Казталовка	5,0	5,4	5,1	4,9	4,3	4,2	3,9	3,8	4,0	4,2	4,5	4,8	4,5
Каратобе	4,4	4,7	4,7	4,5	4,0	3,5	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,0
Жалпактал	3,8	4,1	4,0	3,9	3,4	3,3	3,0	2,9	3,1	3,1	3,4	3,6	3,5
Жанибек	3,8	4,1	3,9	3,9	3,4	3,2	2,8	2,9	3,2	3,3	3,5	3,7	3,5
Тайпак	2,3	2,7	2,6	2,7	2,2	2,0	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2
Хан Ордасы	3,3	3,6	3,7	3,7	3,2	2,9	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,2

Рассмотрим повторяемость направления ветра и штиля на 4 МС, расположенных на севере, на западе, на востоке и на юге области (Январцево, Казталовка, Каратобе, Тайпак). Повторяемость штиля (безветрие) за год в северной МС Январцево составляет 21%, на южной МС Тайпак – 31%, а на западной и восточной МС Казталовка и Каратобе – менее 8% (таблица 3.41).

Повторяемость направлений ветра по 8 румбам и построенные на их основе розы ветров показали, что преобладающие направления ветров на рассматриваемых станциях почти схожи. В январе на всех МС преобладает ветер южного направления (ЮЗ-ЮВ), в июле преобладает северо-западный (СЗ) ветер, а в среднем за год – в основном западные (З) и восточные (В) ветра (таблица 3.41 и рисунок 3.15 - 3.18).



Таблица 3.41 – Повторяемость направления ветра и штиля, %

НП (МС)	Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
Январцево	I	5	9	17	13	21	18	11	6	18
	VII	16	13	14	7	6	12	16	16	24
	год	10	11	16	11	13	15	14	10	21
Казталовка	I	9	10	13	14	12	16	16	10	2
	VII	18	15	10	8	6	8	16	19	3
	год	11	13	14	13	10	12	15	12	3
Каратобе	I	4	10	20	22	15	15	8	6	5
	VII	15	16	12	9	6	10	13	19	9
	год	8	13	17	17	12	13	10	10	8
Тайпак	I	8	9	17	18	13	14	13	8	31
	VII	18	12	12	6	6	9	19	18	33
	год	11	11	16	15	10	12	15	10	31

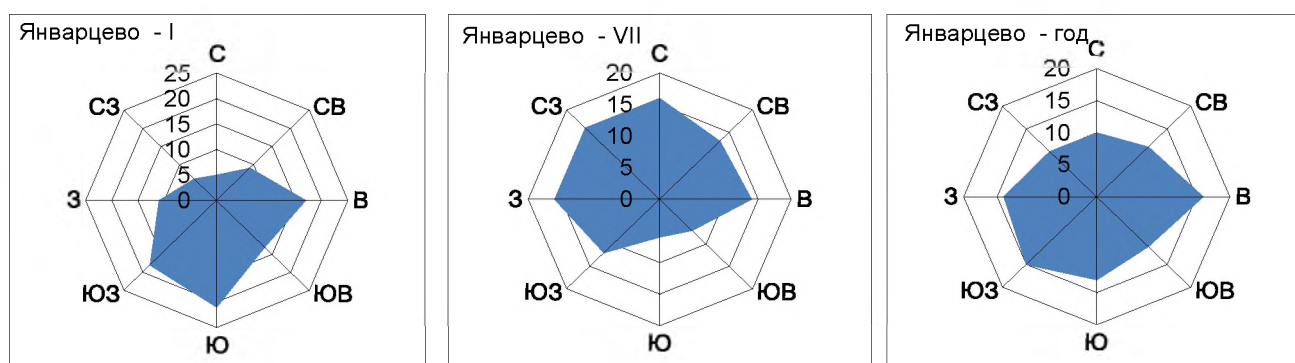


Рисунок 3.15 – Роза ветров на МС Январцево

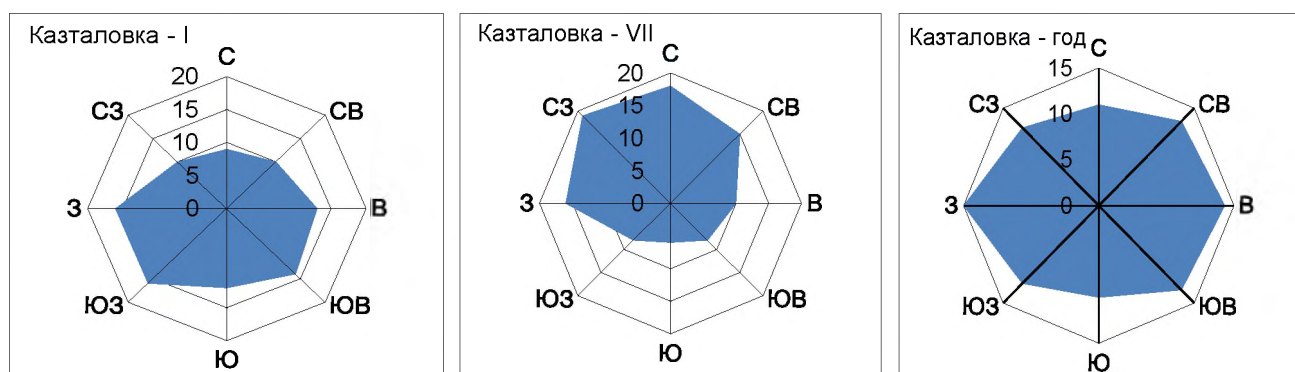


Рисунок 3.16 – Роза ветров на МС Казталовка

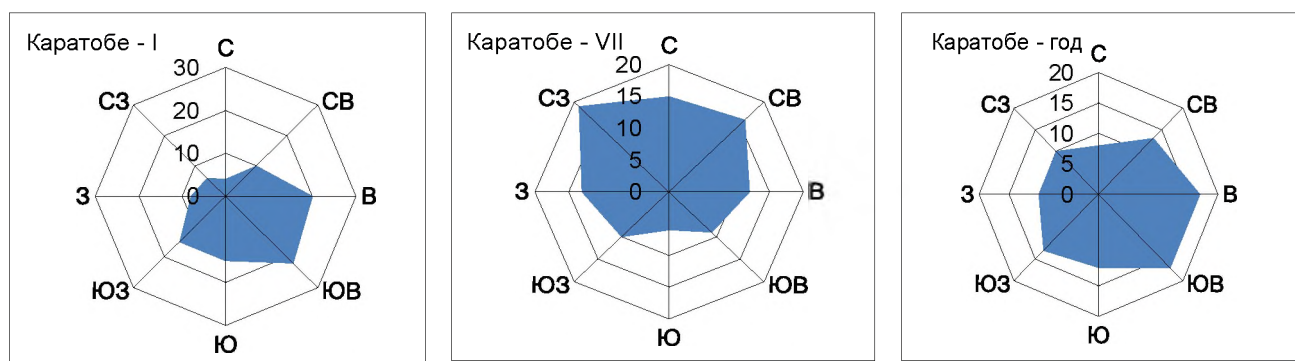


Рисунок 3.17 – Роза ветров на МС Каратобе

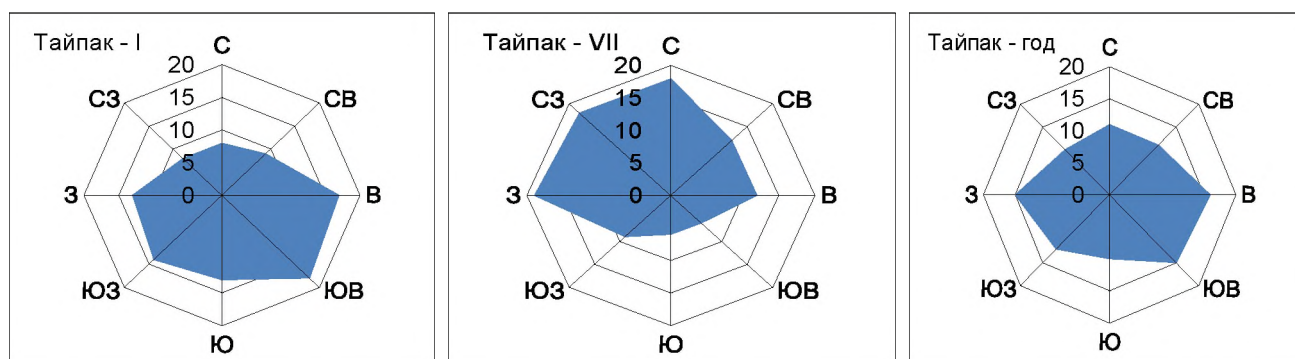


Рисунок 3.18 – Роза ветров на МС Тайпак

При рассмотрении режима ветра большое значение имеет его энергетический ресурс. Для ветроэнергетики особый интерес представляет распределение скоростей ветра по градациям скорости. Например, скорость ветра менее 3,0 м/с является бесперспективной для ветроэнергетических установок, 3,0–3,5 м/с – малоперспективной, 3,5–4,0 м/с – перспективной для маломощных установок, более 4,0 м/с – перспективной [64, 65].

В таблице 3.42 приведены повторяемость среднемесячных скоростей ветра по двум градациям. На рассматриваемых нами МС повторяемость благоприятных для работы ветроэнергетических установок скоростей ветра ( $\geq 4,0$  м/с) в среднем за год составляет от 27% на МС Тайпак до 59% на МС Казталовка.

Таблица 3.42 – Повторяемость скорости ветра по градациям, %

Градация, м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Январцево													
0-3,9	68	68	64	60	68	74	77	81	76	70	67	67	70
$\geq 4,0$	32	32	36	40	32	26	23	19	24	30	33	33	30
МС Казталовка													
0-3,9	35	31	34	39	46	46	47	50	47	45	40	36	41
$\geq 4,0$	65	69	66	61	54	54	53	50	53	55	60	64	59
МС Каратобе													
0-3,9	45	42	41	45	51	57	62	62	59	54	49	46	51
$\geq 4,0$	55	58	59	55	49	43	38	38	41	46	51	54	49
МС Тайпак													
0-3,9	69	66	69	68	73	73	76	78	76	74	74	72	73
$\geq 4,0$	31	34	31	32	27	27	24	22	24	26	26	28	27

Для расчета средней удельной мощности ветрового потока (ветроэнергетического потенциала на  $1 \text{ м}^2$  -  $N_{cp}$ ) по средней скорости ветра ( $V$ ) можно использовать формулу [66]:

$$N_{cp} = 1,16 * V^3 \quad (2.1)$$

Расчеты показали, что среднегодовой ветроэнергетический потенциал превышает 100 Вт/м<sup>2</sup>\*с только на МС Казталовка. На МС Аксай, Жымпиты и Каратобе ветроэнергетический потенциал превышает 100 Вт/м<sup>2</sup>\*с только в холодный период года. На остальных МС ветроэнергетический потенциал составляет менее 70 Вт/м<sup>2</sup>\*с (таблица 3.43). В районе МС Казталовка, где наблюдается наибольшая скорость ветра, ветроэнергетический потенциал достигает максимума в феврале (180 Вт/м<sup>2</sup>\*с), а минимума - в августе (66 Вт/м<sup>2</sup>\*с).

При таком среднегодовом ветроэнергетическом потенциале ( $106 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{с}$ ), его суточное значение на  $1 \text{ м}^2$  рабочей поверхности составляет  $9,2 \text{ МВт/м}^2 \cdot \text{сут}$ , а годовое –  $3310 \text{ МВт/м}^2 \cdot \text{год}$ .

Таблица 3.43 – Удельная мощность ветрового потока,  $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{с}$

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Январцево	18	20	21	26	18	10	7	6	8	11	15	15	14
Аксай	118	112	106	96	57	48	34	33	44	53	73	89	68
Уральск	31	29	28	29	20	14	9	10	12	18	25	27	20
Таскала	49	49	32	28	24	17	12	12	18	23	25	37	25
Шынгырлау	37	47	35	41	28	20	16	14	17	18	21	28	25
Жымпиты	102	102	100	91	62	58	45	43	54	60	66	76	70
Чапаев	53	61	58	53	33	26	22	23	26	33	38	46	38
Казталовка	143	180	154	134	93	83	68	66	77	85	109	131	106
Каратобе	98	117	122	105	74	51	39	42	49	61	70	77	72
Жалпактал	66	79	73	68	46	42	32	27	34	36	44	56	48
Жанибек	66	78	71	67	44	37	27	30	37	43	48	59	49
Тайпак	14	22	20	22	12	10	7	8	9	9	9	13	12
Хан Ордасы	42	55	61	57	38	27	22	24	31	34	39	43	38

Надо отметить, что эти величины ветровой энергии являются верхними пределами запасов ветровых ресурсов, так как не учитывают потерей преобразования при работе ветровых установок. На практике используется лишь определенная часть потенциального ветроэнергетического ресурса, которая называется техническим ветроэнергетическим ресурсом, и зависит от характеристик конкретной ветровой установки.

Для более эффективного использования ветровой энергии, ветровые установки устанавливаются на больших высотах, нежели флюгарка ветроизмерительного прибора. Большие высоты обладают еще большим ветроэнергетическим потенциалом, так как скорость ветра с высотой увеличивается по логарифмическому закону. Например, скорость ветра на высоте 30 м выше в 1,7 раза, на высоте 100 м – 2,4 раза, чем на высоте 10 м [64].

Для практических целей большой интерес представляют и максимальные скорости ветра, так как при очень больших скоростях ветра ветряные установки необходимо отключать, с целью предотвращения их разрушения. В зависимости от конструкции они имеют различные пределы рабочего диапазона. Как видно из таблицы 3.44 наибольшие максимальные скорости ветра и наибольшие порывы ветра наблюдаются в январе. Месячные максимальные скорости ветра колеблются от 16 до 24 м/с, а порывы до 34 м/с.

Надо отметить, что максимальные скорости ветра также важны для сельского хозяйства, строительства и другой деятельности человека. Сильные ветры при определенных условиях могут принести значительный ущерб населению и хозяйственной деятельности. Особенно неблагоприятны для сельского хозяйства такие явления как ветровая эрозия и суховеи.

Таблица 3.44 – Максимальная скорость и порывы ветра, м/с

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Январцево	20 (28)	18 (20)	16 (20)	16 (21)	14 (18)	16 (20)	16 (21)	12 (16)	20 (28)	15 (18)	16 (20)	16 (22)	20 (28)
Казталовка	20 (24)	17 (20)	20 (24)	17 (20)	17 (20)	17 (20)	17 (20)	17 (20)	20 (24)	18 (20)	20 (24)	20 (28)	20 (28)
Каратобе	24 (28)	22 (26)	18 (24)	20 (24)	16 (20)	18 (22)	16 (20)	16 (20)	16 (20)	18 (22)	18 (22)	16 (24)	24 (28)
Тайпак	20 (28)	20 (24)	20 (24)	20 (28)	18 (26)	24 (34)	18 (20)	16 (24)	18 (20)	18 (24)	20 (24)	24 (28)	24 (34)

### 3.8 Температурный режим почвы

От температурного режима почвы зависит сроки проведения весенних полевых работ и сева сельскохозяйственных культур, их рост и развитие. Поэтому особо важным является температурный режим почвы в начале вегетационного периода.

В таблице 3.45 приведены данные по температуре поверхности почвы на период проведения весенне-полевых работ и сева сельскохозяйственных культур. Например, в мае средняя месячная температура поверхности почвы по области колеблется от 6-10°C (утром) до 32-43°C (после полудня), и в среднем составляет 17-22°C.

Таблица 3.45 – Температура поверхности почвы, °С

НП (МС)	Апрель			Май			Июнь		
	ср.	ср. макс	ср. мин	ср.	ср. макс	ср. мин	ср.	ср. макс	ср. мин
Январцево	9	25	0	21	43	7	27	50	12
Аксай	8	22	0	19	38	6	25	45	12
Уральск	9	23	0	20	40	6	26	47	12
Таскала	7	18	0	17	32	6	23	40	11
Шынгырлау	9	20	1	19	36	8	25	42	14
Жымпиты	9	22	1	19	37	7	25	45	12
Чапаев	9	23	1	19	38	7	26	45	13
Казталовка	10	24	2	19	39	7	26	47	13
Каратобе	10	24	1	19	37	7	26	46	12
Жалпактал	11	23	3	20	37	8	27	46	14
Жанибек	11	26	2	20	40	8	26	46	13
Тайпак	11	23	3	21	37	9	28	47	15
Хан Ордасы	12	27	3	22	40	10	28	48	15

В таблице 3.46 приведены данные по средней декадной температуре поверхности почвы. В среднем поверхность почвы прогревается в третьей декаде апреля до 13-16°C, в первой декаде мая – до 18-21°C, в третьей декаде мая - доходит до 19-24°C, а в первой декаде июне – доходит до 21-26°C.

Таблица 3.46 – Средняя декадная температура поверхности почвы, °С

НП (МС)	Апрель			Май			Июнь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Январцево	3	10	15	18	21	24	25	28	28
Аксай	2	9	13	16	18	21	23	25	26
Уральск	3	10	14	17	20	22	25	26	27
Таскала	2	8	11	15	16	19	21	23	24
Шынгырлау	3	9	14	17	19	21	23	25	27
Жымпиты	4	10	13	16	19	21	23	26	27
Чапаев	5	10	13	17	19	22	24	26	27
Казталовка	6	10	13	17	19	22	25	26	27
Каратобе	5	10	14	17	19	21	24	26	27
Жалпактал	7	11	14	17	19	23	25	27	28
Жанибек	7	11	15	17	20	23	25	26	26
Тайпак	7	12	15	18	21	23	26	28	29
Хан Ордасы	8	13	16	19	21	24	26	28	29

В таблице 3.47 приведена средняя месячная температура пахотного слоя почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см, по колечатым термометрам. В среднем за май месяц температура в верхнем 5 см слое почвы составляет около 18°C на севере и около 20°C на юге области, а на глубине 20 см – около 15°C и 18°C соответственно. В июне пахотный слой почвы

прогревается в среднем за месяц до 23-26°C в 5 см глубине, до 21-24°C в 20 см глубине. Разница в температуре почвы севера и юга области составляет около 3°C.

Таблица 3.47 – Средняя месячная температура верхних слоев почвы (5, 10, 15 и 20 см), °С

НП (МС)	Май (глубина, см)				Июнь (глубина, см)			
	5	10	15	20	5	10	15	20
Уральск	17,8	16,8	15,9	15,1	23,5	22,5	21,6	20,8
Жанибек	18,2	17,5	16,5	16,2	23,2	22,3	21,5	21,0
Тайпак	19,8	18,9	18,2	18,0	26,5	25,2	24,4	24,0

Осенью с понижением температуры воздуха почвенный покров начинает промерзать с поверхности в глубь почвы. Весной после таяния снежного покрова в условиях повышения температуры воздуха почва начинает оттаивать, также с поверхности в глубь. Промерзание почвы является одним из факторов, обуславливающих перезимовку озимых культур и производства весенних полевых работ. Промерзание почвы зависит от множества факторов: типа и механического состава почвы, степени увлажнения, высоты снежного покрова, температуры воздуха, рельефа и т.д.

В Западно-Казахстанской области устойчивое промерзание почвы в среднем начинается на севере в середине ноября, на юге – в конце ноября, а в годы с холодной осенью – в середине октября – начале ноября. Весной верхний 10 см слой почвы оттаивает на юге в середине марта, на севере – в начале апреля. Почва полностью оттаивает на юге - в конце марта, на севере – до середины апреля. Самая поздняя дата полного оттаивания почвы наблюдалась 13 мая на МС Таскала (таблица 3.48).

Таблица 3.48 – Даты начала устойчивого промерзания и полного оттаивания почвы

НП (МС)	Дата начала устойчивого промерзания почвы			Средние даты оттаивания на глубинах, см			Дата полного оттаивания почвы		
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	10	20	30	средняя	самая ранняя	самая поздняя
Уральск	15.11	11.10	10.12	02.04	04.04	05.04	04.04	16.03	17.04
Таскала	11.11	14.10	18.12	03.04	05.04	09.04	14.04	10.03	13.05
Жанибек	28.11	05.11	26.12	20.03	29.03	30.03	29.03	17.02	25.04
Тайпак	30.11	11.11	30.12	09.03	14.03	15.03	25.03	24.02	11.04

На территории области в среднем глубина промерзания составляет в ноябре 14-31 см и нарастает к зиме, достигая глубины более 150 см. Однако в районе МС Таскала и Жанибек средняя глубина промерзания не превышает 100 см. Максимальная глубина промерзания составляет около и более 150 см (таблица 3.49).

Таблица 3.49 - Глубина промерзания почвы, см

НП (МС)	Месяц					из максимальных за период		
	XI	XII	I	II	III	средняя	наибольшая	наименьшая
Уральск	24	62	>150	>150	>150	-	>150	43
Таскала	14	46	65	74	74	77	107	59
Жанибек	18	45	67	73	36	85	126	33
Тайпак	31	61	87	>150	>150	-	>150	67

## 4. НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ПОГОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

### 4.1 Засуха

Для оценки засухи в Казахстане можно использовать запасы влаги в почве, ГТК, коэффициент увлажнения К и урожайность яровой пшеницы. В связи с ограниченностью данных по запасам влаги оценку засухи проведем по ГТК и урожайности яровой пшеницы.

В начале, засуху оценим по средней областной урожайности яровой пшеницы за период с 1966 по 2016 год. На основе расчета показателя доли погоды в формировании урожая пшеницы были определены годы с разной интенсивностью засухи. Далее были определены повторяемости засух средней и сильной интенсивности.

В таблице 4.1 приведены результаты расчетов, т.е. повторяемость засухи (снижающая урожай на 20% и более), умеренной засухи (снижающая урожай на 20-50%) и сильной засухи (снижающая урожай на 50% и более).

Таблица 4.1 – Повторяемость засухи за период 1966-2016 гг. (%)

Повторяемость, %			Вероятность, 1 раз в ... лет		
засуха	средняя засуха	сильная засуха	засуха	средняя засуха	сильная засуха
39	24	16	3	4	6

Таким образом, в Западно-Казахстанской области повторяемость засухи составляет 39%, т.е. засуха имеет вероятность проявления 1 раз в 3 года. Повторяемость сильной засухи, когда урожайность снижается на 50% и более составляет 16%, т.е. имеет вероятность проявления 1 раз в 6 лет. Надо отметить, что данная оценка характеризует северную часть области, где возделывается яровая пшеница.

Однако по территории области, в зависимости от распределения температуры воздуха и осадков, интенсивность и повторяемость засухи имеют неравномерное распределение. Поэтому для более подробного рассмотрения засухи используем ГТК.

Для оценки вероятности установления засухи, по данным МС Западно-Казахстанской области были рассчитаны ГТК за период май-август. В качестве засухи во внимание брались только умеренные и сильные засухи, согласно критериям интенсивности засухи по ГТК: сильная засуха – ГТК < 0,40; умеренная засуха – ГТК = 0,40-0,60. Далее по многолетнему ряду данных ГТК были определены повторяемость сильной засухи и повторяемость умеренной засухи. Для определения повторяемости засухи в целом суммировались повторяемости сильной и умеренной засух. Далее на основе повторяемости вычислялась вероятность установления засухи и сильной засухи. Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Повторяемость и вероятность установления засухи

НП (МС)	Повторяемость, %		Вероятность, 1 раз в ... лет	
	засуха	сильная засуха	засуха	сильная засуха
Январцево	55	33	2	3
Уральск	62	34	1-2	3
Аксай	72	39	1	3
Таскала	74	44	1	2
Шынгырлау	79	47	1	2
Жымпиты	87	60	1	2
Чапаев	85	62	1	2
Казталовка	90	66	1	2
Каратобе	87	61	1	2
Жалпактал	92	72	1	1
Жанибек	82	51	1	2
Тайпак	98	80	1	1
Хан Ордасы	92	73	1	1

В Западно-Казахстанской области с севера на юг растет повторяемость засухи. На крайнем севере области (Январцево) повторяемость засухи составляет 55%, т.е. имеет вероятность установления 1 раз в 2 года. Но здесь повторяемость сильных засух, которые снижают урожайность культур на 50% и более, составляет около 33%, т.е. она имеет вероятность 1 раз в 3 года.

От широты Уральска до центральной части области повторяемость засухи составляет 60-80%, т.е. имеет вероятность 1 раз в 1-2 года, повторяемость сильных засух - 34-47% и имеет вероятность 1 раз в 2-3 года.

На остальной, т.е. южной части Западно-Казахстанской области повторяемость засухи превышает 80%, и она возможна ежегодно, а сильная засуха, имея повторяемость более 50% вероятна 1 раз в 2 года.

На рисунке 4.1 представлено пространственное распределение повторяемости засухи по территории Западно-Казахстанской области. Наименьшая повторяемость засухи (40-60%) свойственна крайнему северу области. В центральной части области засуха имеет повторяемость 60-80%. В южной половине области повторяемость засухи составляет 80-100%.

На рисунке 4.2 представлено пространственное распределение повторяемости сильной засухи по территории Западно-Казахстанской области. Повторяемость сильной засухи на севере области составляет 20%, т.е. повторяется 1 раз в 5 лет. В центральной части области засуха имеет повторяемость 50%, т.е. повторяется 1 раз в 2-3 года, а в южной окраине сильная засуха повторяется 1 раз в 2 года.



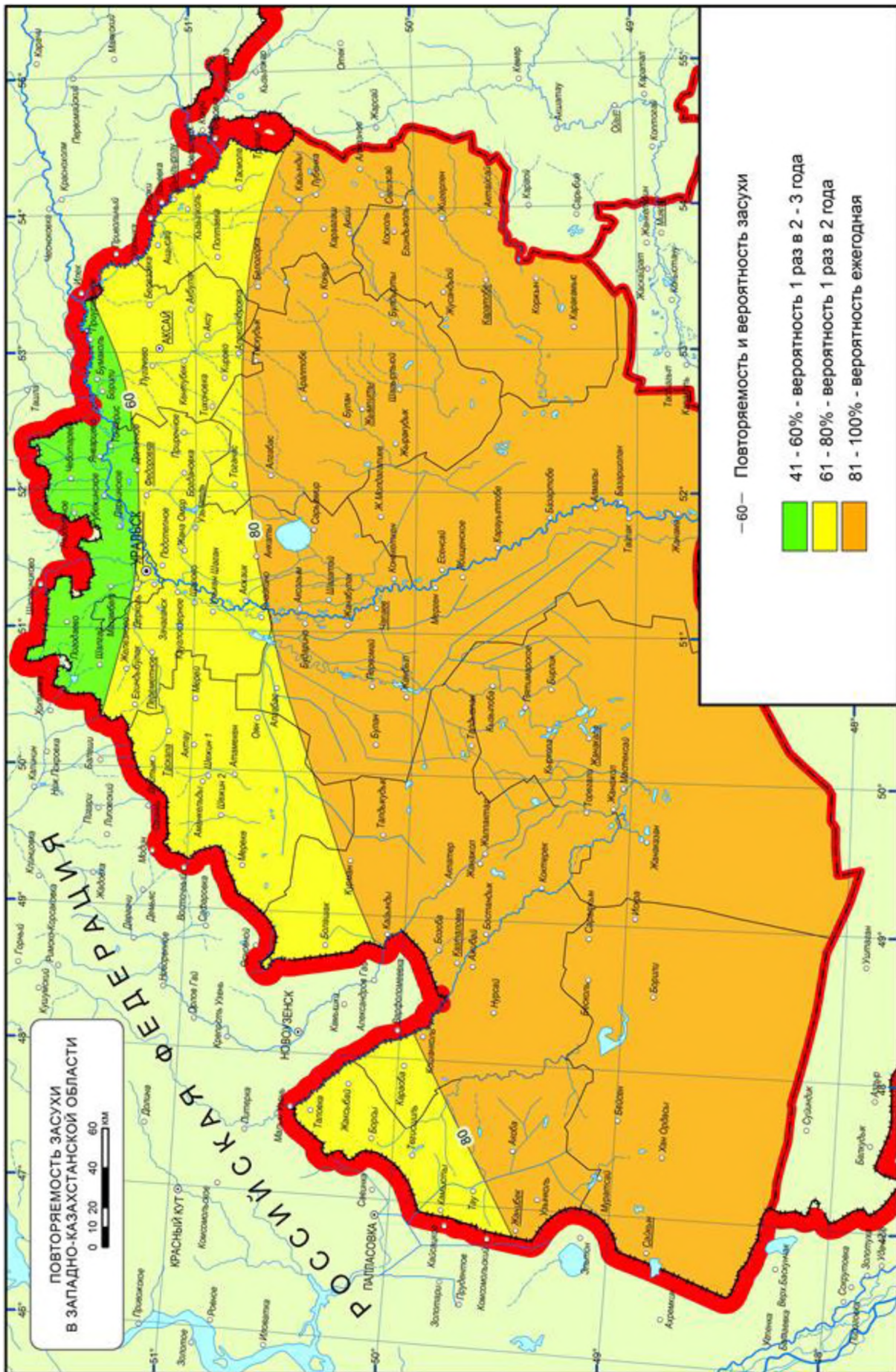


Рисунок 4.1 – Повторяемость засухи



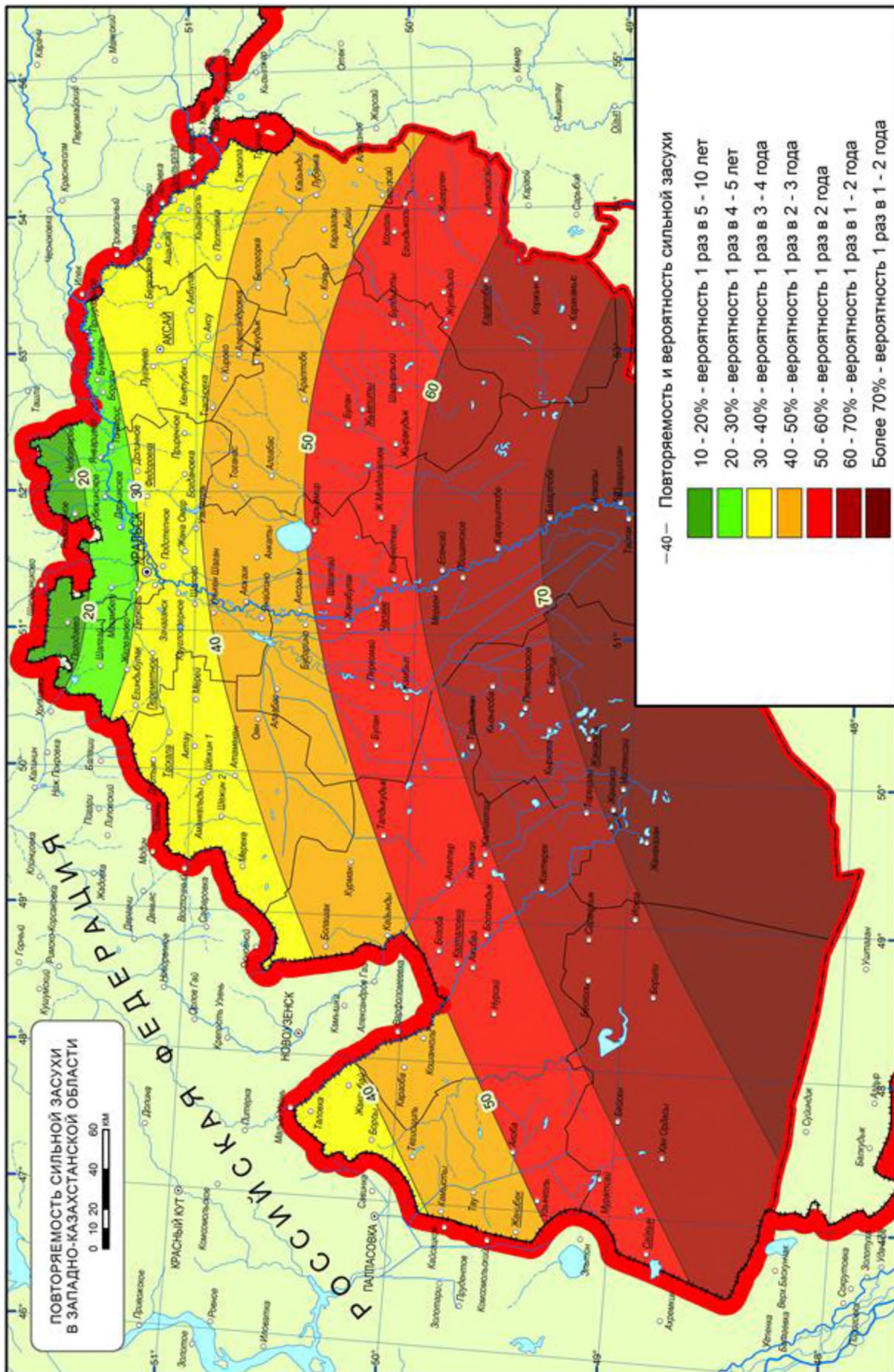


Рисунок 4.2 – Повторяемость сильной засухи

#### 4.2 Суховей

Суховей – сложное погодное явление, возникающее при скорости ветра более 5 м/с, высокой температуре воздуха более 25°C и влажности воздуха менее 20%, а при температуре 30°C более – скорость ветра 3 м/с и более. Под воздействием суховея происходит интенсивное испарение почвенной влаги, нарушение водного баланса растений и обезвоживание тканей растений. В результате растения засыхают и погибают, даже при достаточном запасе влаги в почве, так как корневая система не успевает подавать в наземную часть достаточное количество воды.

Согласно критериям оценки интенсивности суховея, день считается суховейным, если в околополуденное время дефицит влажности воздуха превышает 20 мб (слабый), 30 мб (умеренный) и 40 мб (интенсивный) при скорости ветра менее 8 м/с. Соответственно нами на основе средней за декаду максимального дефицита влажности воздуха были определены суховейные декады. Надо отметить, что максимальное значение дефицита влажности воздуха устанавливается в околополуденное время суток и в области летом средняя скорость ветра не превышает 8 м/с.

В таблице 4.3 представлено годовое количество суховейных дней слабой, умеренной и сильной интенсивности по Западно-Казахстанской области. В области суховея наблюдаются в теплый период года, с апреля по сентябрь месяцы. Годовое количество суховейных дней колеблется от 74 дня на севере до 117 дней на юге области. Из них суховея умеренной интенсивности, оказывающее существенное отрицательное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур, составляет на крайнем севере области около 20 дней, в центральной части – 30-37 дней, а на юге – около 40 дней. Интенсивный суховей, когда дефицит влажности воздуха превышает 40 мб, наблюдается на крайнем севере около 5 дней в году, в центральной части – около 10 дней, а на юге – около 20 дней.

Таблица 4.3 – Годовое количество суховейных дней

НП (МС)	Количество суховейных дней			
	слабый	умеренный	интенсивный	всего
Январцево	51	19	4	74
Уральск	61	21	5	87
Аксай	62	20	5	87
Таскала	60	23	5	88
Шынгырлау	59	22	5	86
Жымпиты	59	33	12	104
Чапаев	63	32	11	106
Казталовка	59	34	10	103
Каратобе	61	35	12	108
Жалпактал	56	35	10	101
Жанибек	55	37	11	103
Тайпак	53	41	21	115
Хан Ордасы	57	40	20	117

На рисунке 4.3 представлено пространственное распределение по территории области среднемноголетнего количества дней в году с суховеями умеренной и сильной интенсивности. На севере области в течение года суховейными бывают в среднем 20 суток, в центральной части – около 40 суток, а в южной части – более 60 суток.



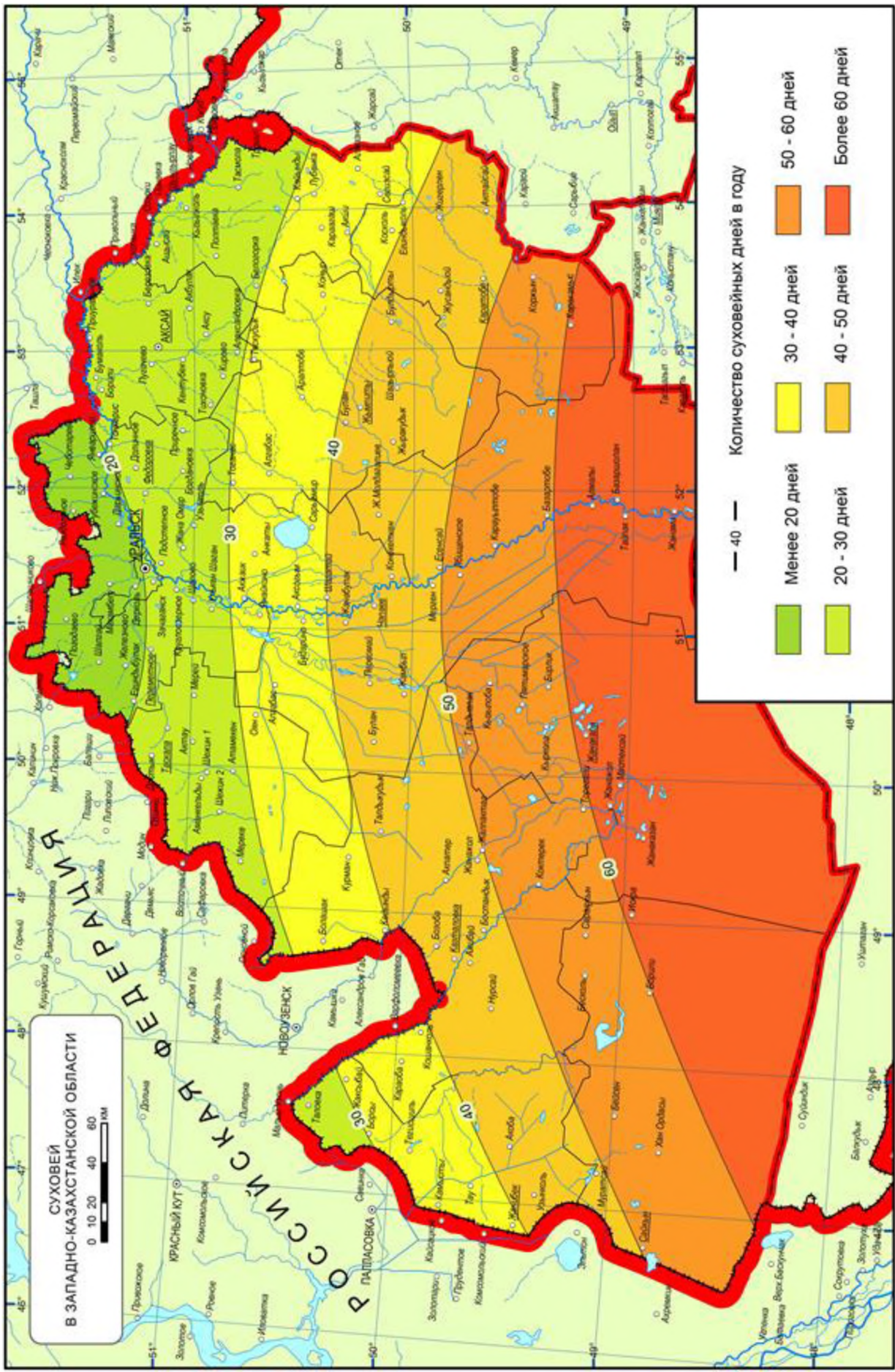


Рисунок 4.3 - Количество дней в году с суховеями умеренной и сильной интенсивности

### 4.3 Заморозки

Заморозком называется кратковременное понижение температуры воздуха или поверхности почвы (травостоя) до 0°C и ниже на фоне положительных средних суточных температур воздуха. Для сельскохозяйственных культур особую опасность представляют поздние весенние и ранние осенние заморозки. Устойчивость растений к заморозкам и степень их повреждения зависят от многих факторов: времени наступления, интенсивности и продолжительности заморозка, вида, сорта и фазы развития растений, условий выращивания, скорости оттаивания тканей растений, поврежденных заморозком и т.п.

На большей части в Западно-Казахстанской области последние весенние заморозки в воздухе наблюдаются на юге и юго-западной части области 12-16 апреля (МС Хан Ордасы, Тайпак) центральной части - в конце апреля, на севере - в начале мая. В годы с поздней и затяжной весной заморозки в воздухе на большей части прекращаются во второй декаде мая, на севере - в начале июня (МС Таскала, Аксай) (таблица 4.4).

По области первые осенние заморозки в воздухе наблюдаются 23-27 сентября на северных метеостанциях (Аксай, Таскала, Уральск) и в начале октября в южных регионах.

В годы с ранней и прохладной осенью самые ранние заморозки начинаются в первой декаде сентября на севере и во второй декаде сентября на юге. На МС Аксай самые ранние заморозки в многолетнем периоде были зафиксированы в 28 августа.

По области средняя продолжительность беззаморозкового периода увеличивается с севера на юг от 142 (Аксай) до 182 (Хан Ордасы) суток.

Таблица 4.4 – Среднемноголетние даты последних весенних и первых осенних заморозков, продолжительность беззаморозкового периода в воздухе

НП (МС)	Весенняя дата			Осенняя дата			Продолжительность, сутки
	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	
Январцево	23.04	20.03	23.05	03.10	08.09	22.10	163
Аксай	04.05	02.04	04.06	23.09	29.08	18.10	142
Уральск	26.04	02.04	25.05	29.09	13.09	21.10	156
Таскала	04.05	02.04	10.06	27.09	05.09	30.10	146
Шынгырлау	25.04	26.03	03.06	30.09	08.09	23.10	158
Жымпиты	24.04	31.03	03.06	02.10	07.09	01.11	161
Чапаев	21.04	25.03	05.06	04.10	11.09	31.10	166
Казталовка	22.04	01.04	25.05	04.10	17.09	24.10	165
Каратобе	25.04	31.03	23.05	30.09	10.09	19.10	158
Жалпактал	19.04	25.03	18.05	05.10	14.09	31.10	169
Жанибек	21.04	18.03	04.06	06.10	11.09	04.11	168
Тайпак	16.04	25.03	17.05	08.10	17.09	01.11	175
Хан Ордасы	12.04	18.03	09.05	11.10	17.09	05.11	182

На рисунке 4.4 приведено распределение по территории области продолжительности беззаморозкового периода в воздухе. Продолжительность растет с севера на юг от 150 до 180 суток.



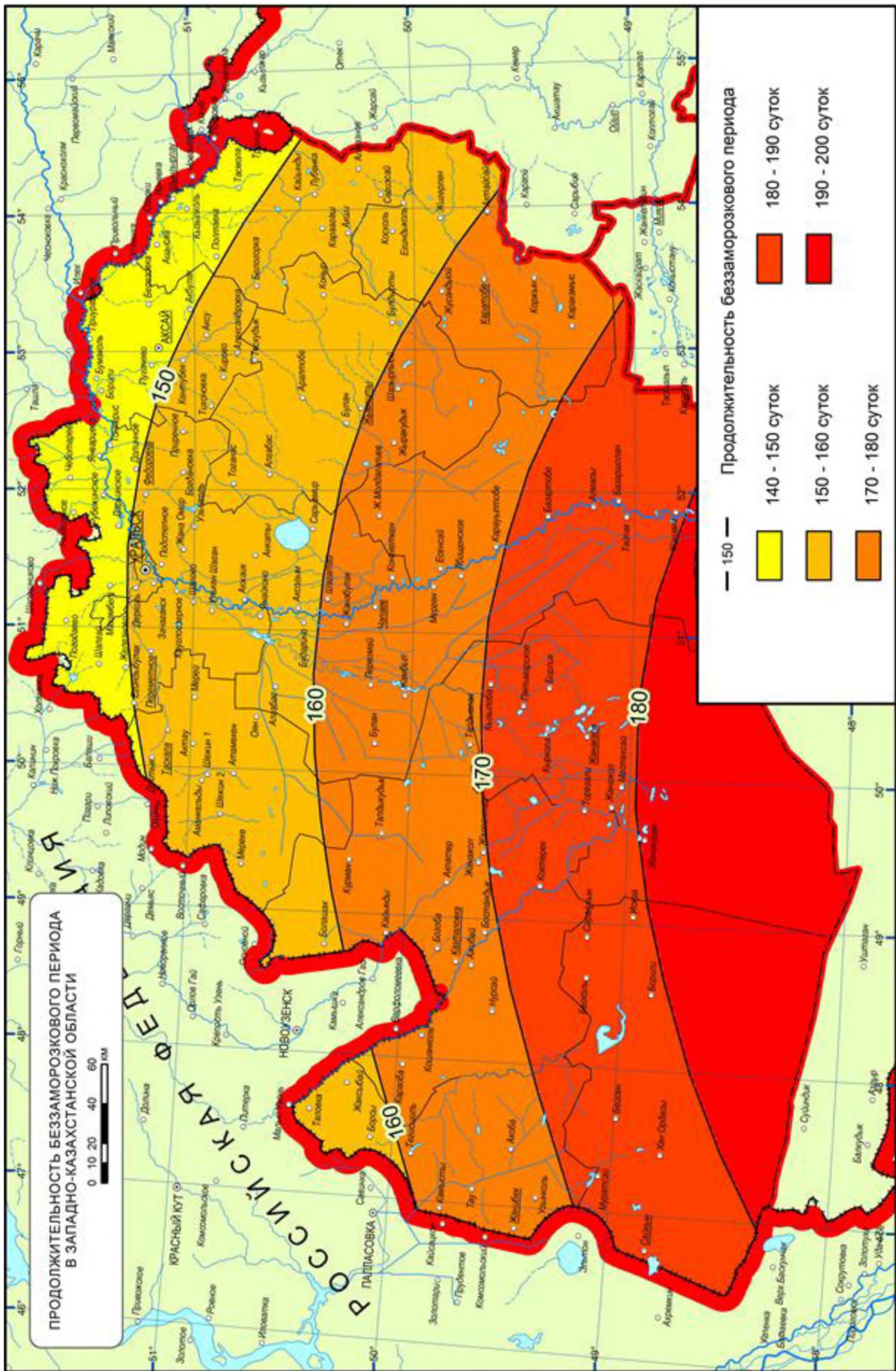


Рисунок 4.4 - Продолжительность беззаморозкового периода в воздухе

На почве последние весенние заморозки отмечаются позже, чем в воздухе. На большей части области весенние последние заморозки на почве в среднем отмечаются с 25 апреля (МС Хан Ордасы, Тайпак) по 21 мая. В годы с прохладной весной последние заморозки на почве могут отмечаться с 23 мая по 14 июня (таблица 4.5).

Первые осенние заморозки на почве по области наступают раньше, чем в воздухе в среднем на 11-16 дней. Первые осенние заморозки по области наблюдаются во второй половине сентября, лишь на крайнем юго-западе (Хан Ордасы) заморозки наступают в начале октября. В годы с ранней и прохладной осенью на большей территории области первые заморозки могут наблюдаться в последней декаде августа месяца, за исключением МС Тайпак и Хан Ордасы (14 и 21 сентября соответственно).

Средняя продолжительность безморозкого периода на почве составляет от 114 (Аксай) до 160 (Хан Ордасы) суток.

Таблица 4.5 – Среднемноголетние даты последних весенних и первых осенних заморозков, продолжительность безморозкого периода на почве

НП (МС)	Весенняя дата			Осенняя дата			Продолжительность, сутки
	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	
Январцево	12.05	15.04	31.05	19.09	31.08	10.10	130
Аксай	21.05	05.05	13.06	13.09	29.08	29.09	114
Уральск	20.05	24.04	10.06	15.09	20.08	03.10	119
Таскала	20.05	29.04	13.06	13.09	29.08	02.10	116
Шынгырлау	11.05	15.04	06.06	20.09	30.08	10.10	132
Жымпиты	15.05	03.04	13.06	15.09	29.08	04.10	123
Чапаев	10.05	02.04	06.06	22.09	29.08	14.10	136
Казталовка	05.05	11.04	23.05	23.09	30.08	11.10	141
Каратобе	14.05	12.04	14.06	16.09	29.08	04.10	125
Жалпактал	28.04	01.04	27.05	26.09	30.08	15.10	151
Жанибек	07.05	01.04	05.06	22.09	29.08	20.10	138
Тайпак	28.04	01.04	06.06	30.09	21.09	28.10	155
Хан Ордасы	25.04	04.04	23.05	01.10	14.09	21.10	160

#### 4.4 Гроза

Гроза – комплексное метеорологическое явление, представляющее собой электрические разряды в атмосфере, сопровождаемые молнией и громом. Грозы сопровождаются сильными шквалистыми ветрами и ливневыми осадками, нередко градом. Молнии могут привести к гибели людей и скота, лесным пожарам, а также возгоранию созревших посевов сельскохозяйственных культур.

В Западно-Казахстанской области период с грозой начинается в апреле и длится до ноября месяца. Годовое количество дней с грозой на территории Западно-Казахстанской области варьирует от 6 на МС Жанакала до 27 дней на МС Январцево. Наиболее часто грозы наблюдаются в районах МС Январцево, МС Аксай и МС Уральск (таблица 4.6).

Максимальное количество дней с грозой колеблется в пределах 13-39 дней, и наибольшее значение отмечается в северной части области на МС Январцево.



Таблица 4.6 – Годовое количество дней с грозой, его максимальное и минимальное значение

НП (МС)	Среднее	Макс.	Мин.
Январцево	27	39	13
Аксай	24	37	10
Уральск	22	39	14
Таскала	19	38	4
Шынгырлау	13	32	2
Жымпиты	12	29	1
Чапаев	12	26	3
Казталовка	11	21	3
Каратобе	6	14	1
Жалпактал	19	32	8
Жанибек	12	21	4
Жанакала	6	13	2
Тайпак	11	25	3
Хан Ордасы	16	35	4

#### 4.5 Градобитие

Выпадение града приносит ущерб сельскому хозяйству, особенно при выпадении крупного града с диаметром более 20 мм. Град выпадает в теплое время года из мощных кучево-дождевых облаков, обычно вместе с ливневым дождем. Интенсивный град может уничтожить посевы, привести к гибели животных и повреждению техники.

Обычно град проходит узкой полосой. Поэтому их трудно зафиксировать, из-за больших расстояний между метеостанциями. Соответственно фактическая ситуация может отличаться от наблюдаемых на метеорологических станциях.

В Западно-Казахстанской области, не смотря на грозовую активность, выпадение града наблюдается редко. В области в год бывает не более 5 случаев выпадения града. Максимум отмечается на МС Январцево и Аксай – 4 случая с градом (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Годовое количество дней с градом, его максимальное и минимальное значение

НП (МС)	Среднее	Макс.	Мин.
Январцево	1	4	0
Аксай	1	4	0
Уральск	1	3	0
Таскала	0	2	0
Шынгырлау	0	3	0
Жымпиты	0	3	0
Чапаев	1	3	0
Казталовка	0	1	0
Каратобе	0	1	0
Жалпактал	0	2	0
Жанибек	0	1	0
Жанакала	0	0	0
Тайпак	0	2	0
Хан Ордасы	0	1	0

#### 4.6 Пыльные бури

Пыльная буря – перенос сильным ветром больших количеств пыли и песка, приводящий к значительному ухудшению видимости. Сильные пыльные бури препятствуют проведению агротехнических мероприятий (обработка почвы, посев, внесение удобрения, уборка урожая), а также могут ломать стебли растений, привести к полеганию посевов.

На территории области годовое количество суток с пыльной бурей составляет от 0 (на МС Каратобе пыльные бури не отмечены) до 27 (МС Тайпак) суток в год. Максимальное количество пыльных бурь отмечались на МС Жалпактал, МС Аксай и МС Тайпак – 27, 55 и 81 суток год соответственно (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Годовое количество суток с пыльной бурей

НП (МС)	Среднее	Макс.	Мин.
Январцево	1	4	0
Аксай	16	55	1
Уральск	2	12	0
Таскала	1	7	0
Шынгырлау	5	15	0
Жымпиты	4	9	0
Чапаев	3	11	0
Казталовка	1	7	0
Каратобе	0	0	0
Жалпактал	9	27	0
Жанибек	2	10	0
Жанакала	2	22	0
Тайпак	27	81	0
Хан Ордасы	1	13	0

#### 4.7 Метели

Метели способствуют образованию заносов и ухудшению видимости, затрудняют движение транспорта, создают неблагоприятные условия для животноводства и для перезимовки озимых культур.

Наибольшее количество дней с метелью отмечается на востоке области - МС Жымпиты и МС Аксай (18 дней). Наименьшее число дней с метелями зафиксировано на юге и юго-западе (МС Хан Ордасы, Тайпак) (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Годовое количество суток с метелью

НП (МС)	Среднее	Макс.	Мин.
Январцево	3	12	0
Аксай	18	40	1
Уральск	8	21	0
Таскала	14	28	0
Шынгырлау	8	19	0
Жымпиты	18	64	1
Чапаев	5	13	0
Казталовка	6	22	0
Каратобе	10	23	0
Жалпактал	4	11	0
Жанибек	6	20	0
Жанакала	7	15	2
Тайпак	4	19	0
Хан Ордасы	6	19	0

## 5. КЛИМАТИЧЕСКИЕ СРОКИ ФАЗ РАЗВИТИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

### 5.1 Климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур

Срок посева является одним из решающих факторов, который определяет уровень и качество урожая. Своеобразие климатических условий Казахстана требует особого подхода к выбору оптимальных сроков посева яровых зерновых культур. Здесь главным критерием определения срока сева ранних яровых зерновых культур является обеспечение растений в наиболее критический период их развития необходимым количеством влаги.

При отклонении сроков сева от оптимальных, ритм метеорологических условий перестает соответствовать биологическим требованиям культуры, что в конечном итоге скажется на урожайности. Знание сроков сева необходимо для планирования процесса посева, подготовки посевного материала и техники.

При отклонении сроков сева от оптимальных ритм метеорологических условий перестает соответствовать биологическим требованиям культуры, что в конечном итоге скажется на урожайности. Знание сроков сева зерновых культур необходимо для планирования процесса посева, подготовки посевного материала и техники.

Оптимальные сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур совпадают со временем достижения почвы мягкопластичного состояния.

По методике Л.К. Пятовской, описанной в разделе 1.8, были определены климатические сроки достижения почвы мягкопластичного состояния. Весенние полевые работы и сев начинается через 4–10 дней после просыхания почвы до мягкопластичного состояния, иногда разрыв составляет 15–20 дней. Выпадение осадков в этот период может помешать проведению полевых работ и отодвинуть сроки посева.

На основе температуры воздуха были определены климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур на легких (супесчаные) и тяжелых (суглинистые) почвах. Полученные расчеты представлены в таблице 5.1. В южных районах области не возделываются зерновые культуры, но, тем не менее, для них тоже были проведены расчеты.

Таблица 5.1 – Климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур по МС

НП (МС)	Супесчаные почвы	Суглинистые почвы
Январцево	28.04	02.05
Аксай	28.04	02.05
Уральск	27.04	02.05
Таскала	27.04	02.05
Шынгырлау	27.04	02.05
Жымпиты	26.04	30.04
Чапаев	26.04	30.04
Казталовка	26.04	30.04
Каратобе	25.04	30.04
Жалпактал	25.04	29.04
Жанибек	24.04	29.04
Тайпак	23.04	27.04
Хан Ордасы	22.04	27.04

Весенние полевые работы и сев ранних зерновых культур на суглинистых почвах в среднем можно начинать на юге области с 27 апреля, на севере области – с 2 мая. Климатические сроки начала полевых работ на супесчаных почвах наступает на 4-5 суток раньше, т.е. на юге области – с 22 апреля, а на севере – с 28 апреля. В эти сроки в области

температура воздуха переходит через 10°C, пахотный слой почвы прогревается и бывает благоприятным для прорастания зерна. В годы с ранней и поздней весной сроки начала весенних полевых работ могут отклоняться до 5-7 суток в обе стороны. Весенние полевые работы и сев необходимо провести в короткие сроки, желательно в течение 5-7 суток.

На рисунке 5.1 представлена карта климатических сроков начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур на суглинистых почвах Западно-Казахстанской области.

## 5.2 Климатические сроки созревания и начала уборки урожая ранних яровых зерновых культур

Скорость роста и развития растений в условиях достаточной влагообеспеченности зависит в основном от температуры воздуха. Чем выше температура (до определенного предела) тем больше скорость роста. А.А. ШигOLEVым, Л.Н. Бабушкиным и другими учеными были установлены значения сумм эффективных температур воздуха, необходимые для прохождения межфазных периодов развития сельскохозяйственных культур, при условии достаточной влагообеспеченности [8, 11].

Нами были проведены расчеты климатических сроков наступления восковой спелости яровой пшеницы и ячменя, при условии достаточной влагообеспеченности для роста и развития. Им необходимо для прохождения вегетации от посева до восковой спелости одинаковая сумма эффективных температур воздуха 1190°C. При этом накопление сумм температур необходимо начинать от даты завершения посева.

Анализ показал, что расчетные даты наступления восковой спелости пшеницы при сроках сева на супесчаных почвах и на суглинистых почвах имеют отличие на 1-2 дня, т.е. к моменту восковой спелости состояние посевов выравниваются. Климатические сроки достижения ранних яровых зерновых культур (пшеница и ячмень) восковой спелости представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Климатические сроки достижения ранних яровых зерновых культур восковой и полной спелости

НП (МС)	Восковая спелость	Полная спелость
Январцево	23.07	25.07
Аксай	23.07	25.07
Уральск	23.07	24.07
Таскала	23.07	25.07
Шынгырлау	22.07	24.07
Жымпиты	17.07	18.07
Чапаев	17.07	16.07
Казталовка	16.07	18.07
Каратобе	15.07	17.07
Жалпактал	14.07	15.07
Жанибек	16.07	16.07
Тайпак	11.07	10.07
Хан Ордасы	12.07	10.07

При посеве зерновых культур в климатические сроки и при достаточной влагообеспеченности вегетационного периода, восковая спелость яровой пшеницы и ячменя в среднем наступает на юге области в середине июля, на севере области – в начале августа. В аномально засушливые или влажные годы могут отклоняться в более ранние или поздние сроки.

Пространственное распределение климатических сроков наступления восковой спелости у ранних яровых зерновых культур по Западно-Казахстанской области представлено на рисунке 5.2.

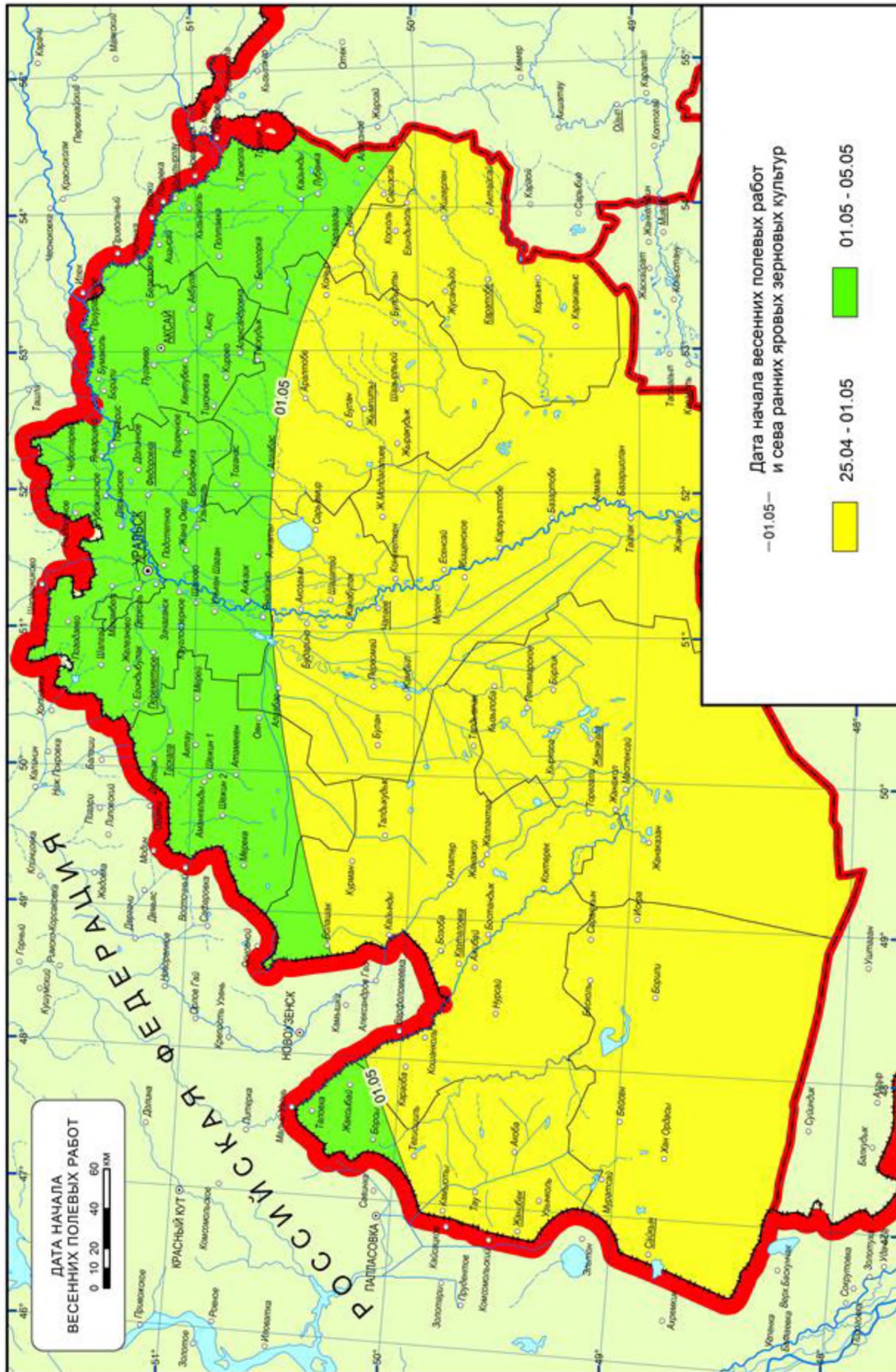


Рисунок 5.1 – Климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур



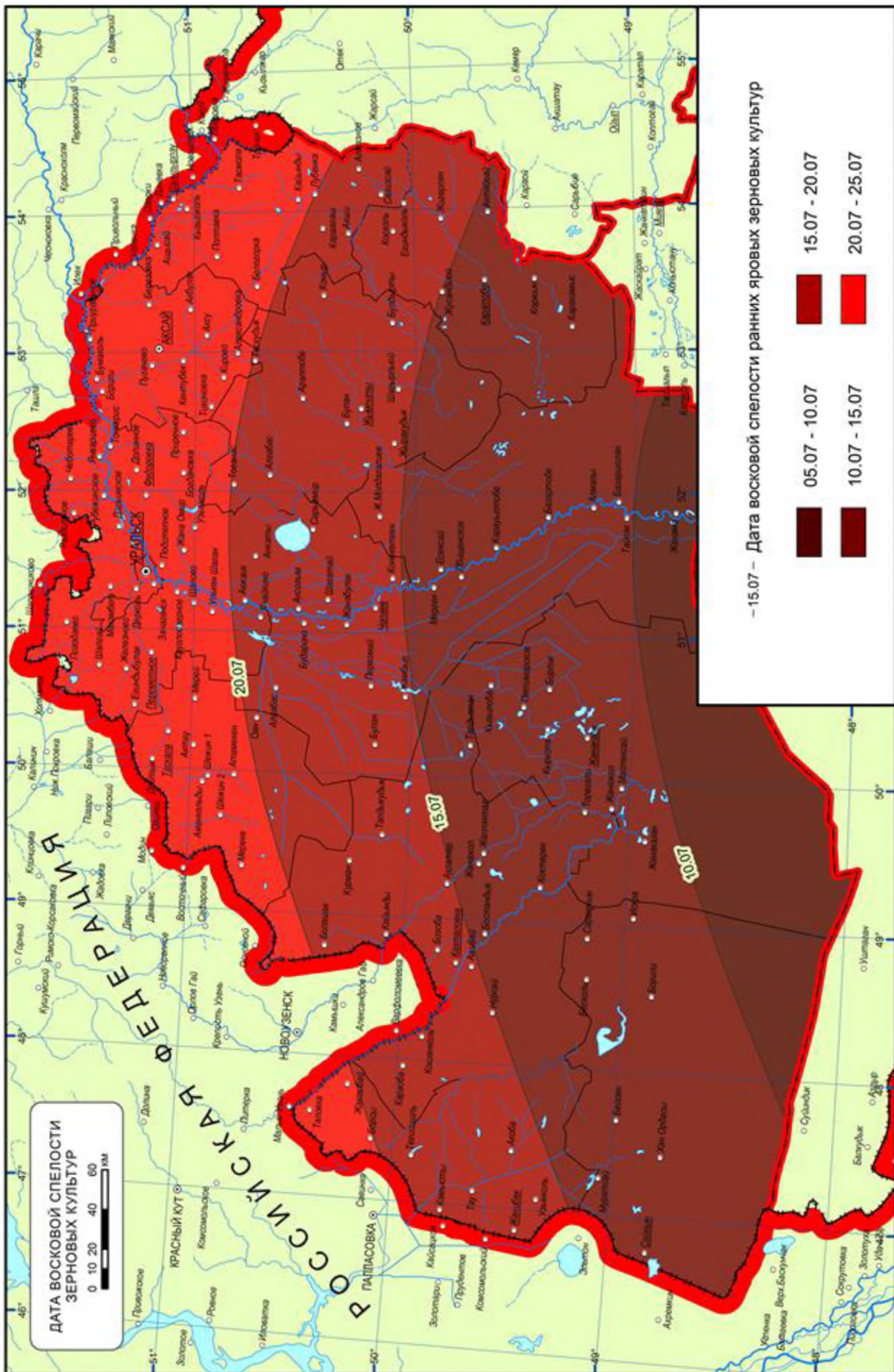


Рисунок 5.2 – Климатические сроки восковой спелости ранних яровых зерновых культур



Полная спелость зерновых культур является показателем начала уборки урожая, т.е. начала прямой уборки или обмолота высушенных валков. Соответственно за климатические сроки начала уборки урожая ранних яровых зерновых культур берется дата их полного созревания. В определенных условиях уборка урожая проводится в два этапа. Например, при высокой влажности почвы, после восковой спелости растение скашивается в валки, для дальнейшего просыхания и дозревания. Второй этап уборки проводится после просыхания растений в валках.

Скорость перехода от восковой спелости к полной спелости находится в тесной зависимости от влажности воздуха. Чем выше дефицит влажности в период высыхания хлебов, тем меньше продолжительность этого периода [37, 38]. В определенных условиях, например при высокой влажности почвы, после восковой спелости растение скашивается в валки, для дальнейшего просыхания и дозревания.

Для северной половины Казахстана установлено, что для просыхания хлебов от скашивания (влажность зерна 35-37%) до кондиционной влажности зерна (14-15%) потребуются сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха 40-45 гПа, а для стоящих на корню – около 70 гПа. Эти критерии были использованы для определения климатических сроков полной спелости и начала уборки урожая.

Климатические сроки полного созревания зерновых культур (пшеница и ячмень) восковой спелости, рассчитанные на основе климатических данных по температуре и дефициту влажности воздуха.

В Западно-Казахстанской области, при средних климатических условиях, через 4-6 суток после восковой спелости, зерновые культуры полностью дозревают. Климатические сроки полной спелости в среднем наступает на юге области в середине июля, а на севере – в конце июля (таблица 5.2). При этом надо помнить, что эти сроки правильны при условии сева зерновых культур в климатические сроки и при достаточной влагообеспеченности. Однако в аномально засушливые или влажные годы возможны отклонения в ранние или поздние сроки.

Пространственное распределение климатических сроков наступления полной спелости у ранних яровых зерновых культур по Западно-Казахстанской области представлено на рисунке 5.3. Ранние яровые зерновые созревают в центральной части области в период 20–25 августа, северной части области – в период 25-30 августа. Соответственно эти же сроки считаются климатическими сроками начала уборки ранних яровых зерновых культур.

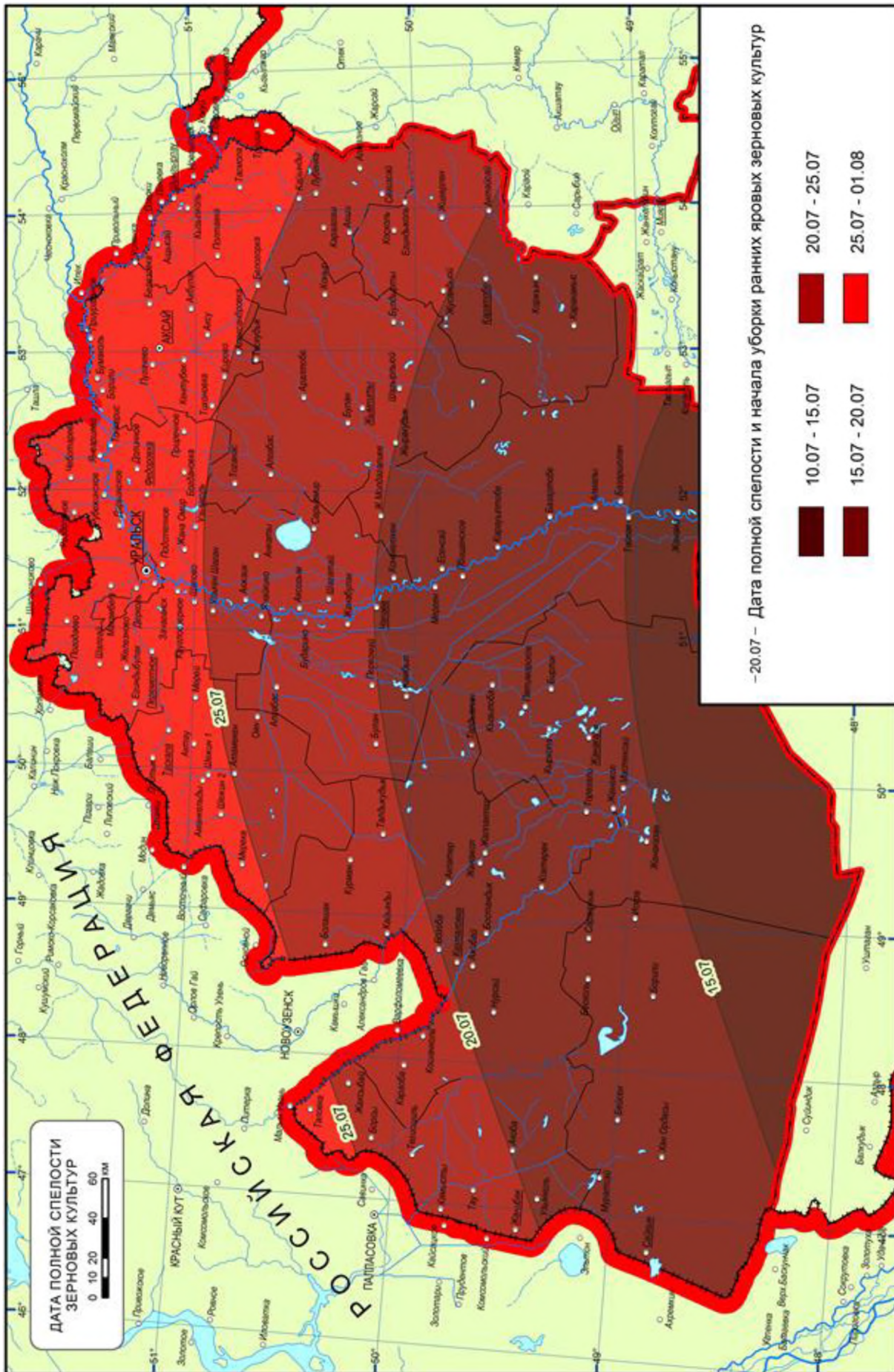


Рисунок 5.3 – Климатические сроки полной спелости и начала уборки ранних яровых зерновых культур

## 6. АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

На основе пространственного распределения агроклиматических показателей теплообеспеченности, влагообеспеченности, биоклиматического потенциала (БКП), фотосинтетической активной радиации (ФАР), заморозков, условий перезимовки, а также с учетом типов почвы было проведено агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур по территории Западно-Казахстанской области.

Нами были рассмотрены 29 видов сельскохозяйственных культур, возделываемых в Казахстане, у которых известны потребности в тепле и влаге. Потребности в тепле были выражены в биологической сумме температур воздуха за период вегетации, т.е. от начала роста до созревания (см. таблицу 1.10). Также были известны потребности в тепле их сортов по скороспелости (раннеспелые, среднеспелые, позднеспелые).

Для определения возможности возделывания растений по влагообеспеченности (при естественном увлажнении атмосферными осадками) использовался коэффициент увлажнения К. При этом в качестве южной границы сухого земледелия использовался изолиния  $K(80\%) = 0,40$ .

Для оценки соответствия ресурсов климата требованиям культур нами были использованы значения сумм активных температур воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  соответствующей 90%-ной обеспеченности, значение коэффициента увлажнения К соответствующей 80%-ной обеспеченности.

### Яровые культуры

На территории Западно-Казахстанской области месячные суммы ФАР при средней облачности в вегетативно активный период (с мая по август) составляет 284-336 МДж/(м<sup>2</sup>·мес) на севере области, 293-348 МДж/(м<sup>2</sup>·мес) на юге области. С мая по август месяцы в среднем за месяц солнце сияет в течение 9,6–10,6 часов в сутки. Территория области больше подходит для роста и развития растений длинного дня, ресурсы солнечной радиации в естественных условиях достаточны для оптимальной жизнедеятельности сельскохозяйственных культур.

Продолжительность вегетационного периода для ранних яровых культур составляет 193-211 суток. Продолжительность вегетационного периода для поздних яровых культур растет с севера на юг от 160 до 179 суток, а для теплолюбивых культур – от 110 до 120 суток.

За весь вегетационный период (с температурой воздуха выше  $5^{\circ}\text{C}$ ) на территории области накапливается от  $3100^{\circ}\text{C}$  до  $3800^{\circ}\text{C}$  тепла. За период с температурой воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  накапливается тепло  $2900-3600^{\circ}\text{C}$ . В северной части области на 90% обеспечено  $2270^{\circ}\text{C}$  тепла, на юге – около  $3520^{\circ}\text{C}$  тепла за период с температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$ . Применительно к теплолюбивым культурам (при температуре выше  $15^{\circ}\text{C}$ ) ресурсы тепла составляют 2400 -  $3100^{\circ}\text{C}$ .

На территории области за теплый период года в среднем выпадают 113-226 мм осадков, из них 63-136 мм выпадают в период активной вегетации сельскохозяйственных культур. На севере области за этот период на 90% обеспечено около 70 мм осадков, а на юге – около 45 мм, что маловато для нормального развития сельскохозяйственных культур.

По территории области коэффициент увлажнения К составляет от 0,33 до 0,74. В северной части области влагообеспеченность вегетационного периода характеризуется как «недостаточная влагообеспеченность», в центральной части - как «умеренный дефицит влаги», а южной части области – как «Дефицит влаги».

Период активной вегетации растений (май-август) климатически является в северной и северо-западных частях области «умеренно засушливым», в центральной и южной частях - «сильно засушливым».

При естественном увлажнении в северной половине области БПК превышает 30 ц/га, а на крайнем севере – более 35 ц/га. В центральной части области БПК имеет значение в пределах 20–30 ц/га, а южная часть области характеризуется БПК менее 20 ц/га.

В таблице 6.1 приведены основные агроклиматические показатели вегетационного периода, используемые для определения возможности возделывания сельскохозяйственных культур. Были выбраны:

- дата перехода температуры воздуха через 10°С ( $D_{10}$ );
- дата сева ранних яровых зерновых культур ( $D_c$ );
- сумма активных температур воздуха выше 10°С (отсчитанная от даты сева) 90% обеспеченности ( $\Sigma t_{10}$ );
- коэффициент увлажнения 80% обеспеченности ( $K$ );
- средняя дата весенних последних заморозков в воздухе ( $D_{з.в.}$ );
- средняя дата первых осенних заморозков в воздухе ( $D_{з.о.}$ );
- продолжительность беззаморозкового периода ( $N_z$ ).

В области температуры воздуха в среднем устойчиво переходит через 10°С 14–24 апреля. Климатические сроки сева ранних яровых зерновых культур приходится на период с 27 апреля по 2 мая (таблица 6.1).

Вегетационный период (от климатической даты сева) на 90% обеспечено теплом 2750–3380°С.

Вегетационный период на 80% обеспечено коэффициентом увлажнения  $K=0,25–0,55$ , что характеризует влагообеспеченность вегетационного периода в северной половине области как «умеренный дефицит влаги», в южной половине – как «Дефицит влаги». Надо отметить, что сухое земледелие, т.е. земледелие без орошения, возможно при  $K>0,40$ . Соответственно в южной половине области невозможно возделывание сельскохозяйственных культур без орошения.

В среднем весенние последние заморозки в воздухе отмечаются в конце апреля - начале мая, а беззаморозковый период продолжается в течение 140–180 суток. Осенью первые заморозки проявляются в конце сентября - начале октября (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Агроклиматические показатели вегетационного периода

НП (МС)	$D_{10}$	$D_c$	$\Sigma t_{10}$ (90%)	$K$ (80%)	$D_{з.в.}$	$D_{з.о.}$	$N_z$
Январцево	23.04	02.05	2750	0,55	23.04	03.10	163
Аксай	23.04	02.05	2767	0,46	04.05	23.09	142
Уральск	23.04	02.05	2773	0,46	26.04	29.09	156
Таскала	24.04	02.05	2724	0,45	04.05	27.09	146
Шынгырлау	23.04	02.05	2788	0,41	25.04	30.09	158
Жымпиты	21.04	30.04	2970	0,30	24.04	02.10	161
Чапаев	19.04	30.04	3071	0,32	21.04	04.10	166
Казталовка	19.04	30.04	3031	0,31	22.04	04.10	165
Каратобе	19.04	30.04	3016	0,35	25.04	30.09	158
Жалпактал	18.04	29.04	3156	0,37	19.04	05.10	169
Жаныбек	18.04	29.04	3125	0,43	21.04	06.10	168
Тайпак	15.04	27.04	3340	0,25	16.04	08.10	175
Хан Ордасы	14.04	27.04	3381	0,36	12.04	11.10	182

В результате анализа соответствия агроклиматических условий требованиям основных сельскохозяйственных культур территория Западно-Казахстанской области была разделена на четыре зоны, и куда были сгруппированы административные районы (таблица 6.2):

1. Зеленовский, Уральск г. а., Борилинский, Шынгырлауский (север, центр), Теректинский, (север), Таскалинский (север, центр), Сырымский (северная окраина) и Жанибекский (северная окраина) районы. В этих районах агроклиматические условия

позволяют возделывать из зерновых культур яровую пшеницу (мягкие и твердые сорта), ячмень, овес, просо, гречиху и раннеспелых сортов кукурузы. Также можно возделывать озимую рожь и озимую пшеницу. Из зернобобовых культур можно возделывать горох, чечевицу, чину, нут, бобы, фасоль, люпин и раннеспелых сортов сои. Климатические условия также позволяют возделывать лён, подсолнечник, рапс, раннеспелых и среднеспелых сортов сахарной свеклы, картофель, капусту, огурец и томаты;

2. Шынгырлауский (юг), Теректинский (юг), Таскалинский (юг), Сырымский (центр, юг), Жанибекский (центр, юг), Казталовский (север, центр), Акжайыкский (север) и Каратобинский (север, центр) районы. Здесь агроклиматические условия позволяют возделывать, кроме культур первой зоны, среднеспелых сортов кукурузы, раннеспелых сортов сорго, среднеспелых сортов сои и позднеспелых сортов сахарной свеклы. Однако надо отметить, что примерно посередине данной зоны проходит линия южной границы сухого земледелия. Южнее этой линии (Жанибекский (юг), Казталовский (центр), Акжайыкский (центр), Сырымский (юг), Каратобинский (центр)) затруднено возделывание сельскохозяйственных культур без орошения. Здесь вегетационный период климатически является сильно засушливым;

3. Казталовский (юг), Акжайыкский (юг), Каратобинский (юг), Бокейординский и Жанакалинский районы. Здесь вегетационный период климатически является сильно засушливым и атмосферные условия увлажнения не достаточны для возделывания сельскохозяйственных культур. Надо отметить, что здесь и почвы являются в основном не пригодными для земледелия. Это бурые пустынные почвы, солонцы, солончаки и пески.

Таблица 6.2 – Агроклиматическое районирование основных сельскохозяйственных культур

№	Район	Зерновые культуры	Зернобобовые культуры	Масличные и технические культуры	Овощные культуры
1	Зеленовский Уральск г. а. Борилинский Шынгырлауский (север, центр) Теректинский (север) Таскалинский (север, центр) Сырымский (северная окраина) Жанибекский (северная окраина)	Пшеница (м, т) Озимая пшеница Озимая рожь Ячмень Овес Просо Гречиха Кукуруза-р	Фасоль Горох Чечевица Чина Нут Бобы Люпин Соя-нр Соя-р	Лён Подсолнечник Рапс Сах.свекла-р Сах.свекла-с	Картофель Капуста Огурец Томат
2	Шынгырлауский (юг) Теректинский (юг) Таскалинский (юг) Сырымский (центр, юг) Жанибекский (центр, юг) Казталовский (север, центр) Акжайыкский (север) Каратобинский (север, центр)	Пшеница (м) Озимая пшеница Озимая рожь Ячмень Овес Просо Гречиха Кукуруза-р Кукуруза-с Сорго-р	Фасоль Горох Чечевица Чина Нут Бобы Люпин Соя-нр Соя-р Соя-с	Лён Подсолнечник Рапс Сах.свекла	Картофель Капуста Огурец Томат
3	Казталовский (юг) Акжайыкский (юг) Каратобинский (юг) Бокейординский Жанакалинский	Условия увлажнения не достаточны для возделывания сельскохозяйственных культурных растений			



В таблицах 6.3-6.5 обобщенно по административным районам Западно-Казахстанской области приведено агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур, с учетом их сортов по скороспелости (нр-наиболее раннеспелые, р-раннеспелые, с-среднеспелые, сп-среднепоздние, п-позднеспелые).

Таблица 6.3 – Агроклиматическое районирование зерновых культур

Район	Пшеница-р	Пшеница-с	Пшеница-п	Ячмень-р	Ячмень-с	Ячмень-п	Овес-р	Овес-с	Овес-п	Просо-р	Просо-с	Просо-п	Гречиха-р	Гречиха-с	Гречиха-п	Кукуруза-р	Кукуруза-с	Кукуруза-сп	Кукуруза-п	Сорго-р	Сорго-с	Сорго-п	Озимая рожь	Озимая пшеница	Озимый ячмень
Акжайыкский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+			+	+	
Бокейординский																									
Борилинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+	+	
Жанакалинский																									
Жанибекский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+			+	+	
Зеленовский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+	+	
Казталовский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+			+	+	
Каратобинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+			+	+	
Сырымский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+	+	
Таскалинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+	+	
Теректинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+	+	
Шынгырлауский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+	+	
Уральск г.а.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+	+	

Таблица 6.4 – Агроклиматическое районирование зернобобовых культур

Район	Горох-р	Горох-с	Горох-п	Фасоль-р	Фасоль-с	Фасоль-п	Чина-р	Чина-с	Чечевица-р	Чечевица-с	Нут-р	Нут-с	Нут-п	Люпин-р	Люпин-с	Люпин-п	Соя-нр	Соя-р	Соя-с	Соя-сп	Соя-п	
Акжайыкский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Бокейординский																						
Борилинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Жанакалинский																						
Жанибекский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Зеленовский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Казталовский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Каратобинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Сырымский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Таскалинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Теректинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Шынгырлауский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Уральск г.а.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

Таблица 6.5 – Агроклиматическое районирование масличных, технических и овощных культур

Район	Лён-р	Лён-с	Подсолнечник-р	Подсолнечник-с	Подсолнечник-п	Рапс-р	Рапс-с	Сах. свекла-р	Сах. свекла-с	Сах. свекла-п	Картофель-р	Картофель-с	Картофель-п	Капуста-р	Капуста-с	Капуста-п	Огурец-р	Огурец-с	Огурец-п	Томат-р	Томат-с	Томат-п
Акжайыкский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Бокейординский																						
Борилинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Жанакалинский																						
Жанибекский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Зеленовский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Казталовский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Каратобинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сырымский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Таскалинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Теректинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Шынгырлауский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Уральск г.а.	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

На рисунке 6.1 представлена карта агроклиматического районирования сельскохозяйственных яровых культур (зерновые, зернобобовые, масличные, технические и овощные культуры) на территории Западно-Казахстанской области. Однако здесь учтена только тепло- и влагообеспеченность.

Территория области делится на 3 зоны. В первой зоне можно возделывать культур, которым для прохождения всей вегетации необходимо тепло до 2400°C, во второй зоне – до 2600°C, в третьей – до 2800°C.

В первую зону входит северная часть области, во вторую зону – центральная полоса области, в третью – южная часть области.

В первой зоне агроклиматические условия удовлетворяют требования культур с 1 по 6 группы, во второй зоне – с 1 по 7 группы. Однако примерно посередине второй зоны проходит южная граница сухого земледелия, ниже которой земледелие невозможно без орошения. В третьей зоне климат является сильно засушливым и агроклиматические условия не позволяют возделывать сельскохозяйственных культур без орошения. Надо отметить, что в данной зоне почвенный покров имеет низкое плодородие и в основном не пригоден для земледелия. Принадлежность культур к группам приведена в таблицах 1.14–1.17 в подразделе 1.7.

### Озимые зерновые культуры

Для определения возможности возделывания озимых зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень) кроме агроклиматических показателей теплого периода необходимо рассмотреть и показатели холодного периода.

Климатические условия теплого периода года удовлетворяют озимых зерновых культур на территориях, где возделываются их яровые виды.

Для определения благоприятности климатических условий холодного периода для успешной перезимовки озимых зерновых культур необходимо изучить температурные условия приземного слоя воздуха и верхнего слоя почвенного покрова.

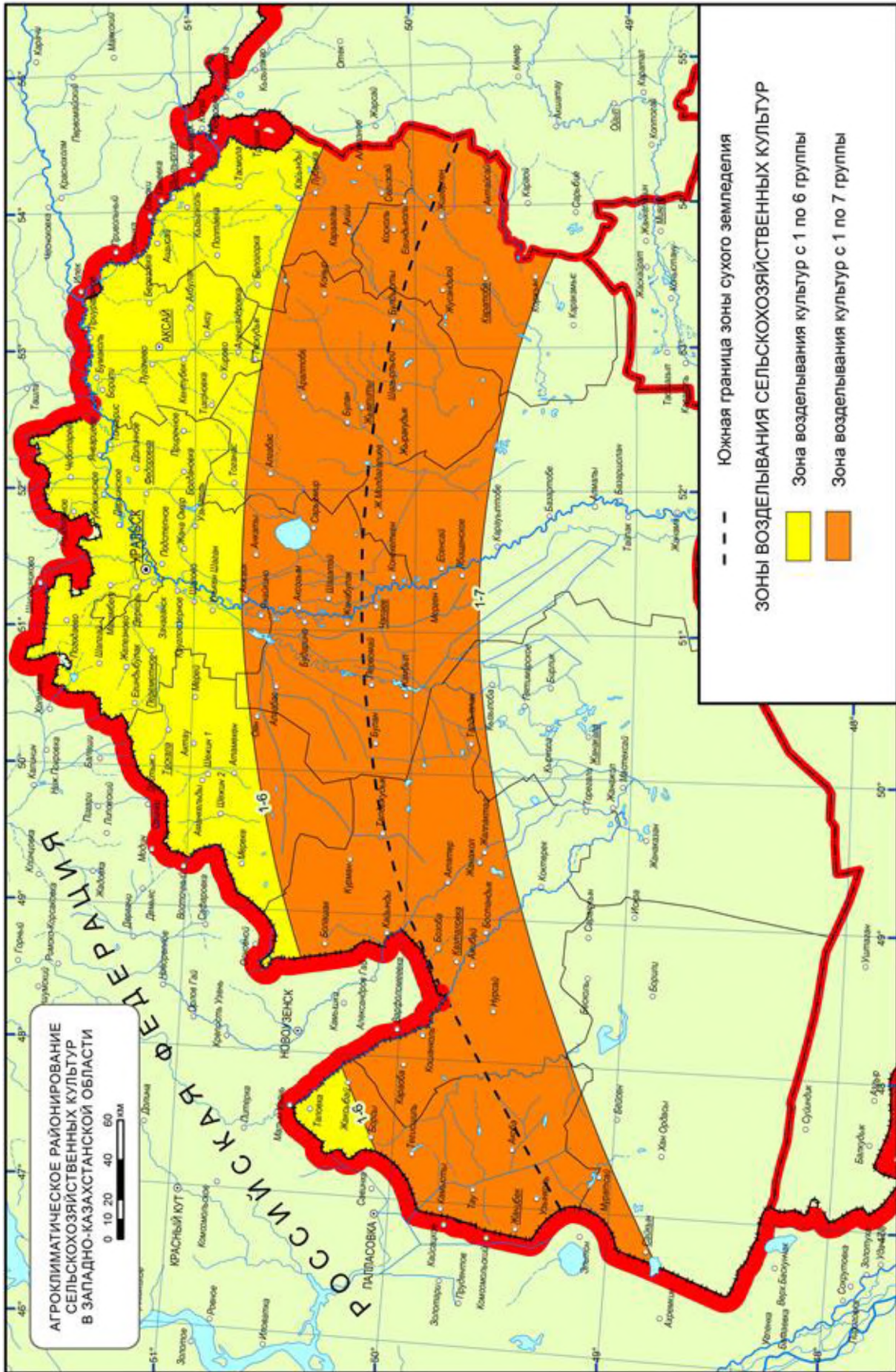


Рисунок 6.1 – Агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур

В связи с ограниченностью данных по температуре почвы на глубине узла кушения, для оценки условий перезимовки озимых зерновых культур были использованы другие показатели, такие как средняя минимальная температура воздуха за январь ( $t_{\text{мин(ср)}}$ ), различное соотношение абсолютной минимальной температуры воздуха ( $t_{\text{мин(абс)}}$ ) и средней за зиму высоты снежного покрова ( $h_c$ ), обеспечивающее сохранность посевов, а также показатель суровости зимы по А.М. Шульгину ( $K_c$ ).

В зависимости от зимостойкости сорта и условия осенней заделки критическая температура вымерзания находится у озимого ячменя в пределах минус 13°C – минус 16°C, у озимой пшеницы – в пределах минус 18°C – минус 22°C, у озимой ржи – в пределах минус 20°C – минус 24°C (на глубине узла кушения).

В земледельческой территории области (северная половина) средняя минимальная температура воздуха февраля колеблется от минус 13,1°C до минус 16,0°C (таблица 6.6). Такие условия при невысоком снежном покрове исключают успешную перезимовку озимого ячменя, но дают возможность перезимовки озимой пшеницы и ржи без значимых повреждений.

В земледельческой территории области абсолютная минимальная температура воздуха составляет от минус 37,6°C до минус 41,1°C. При таких температурных условиях средняя высота снежного покрова, обеспечивающая укрытие поля озимых культур, должна быть более 23 см (см. таблицу 1.8). На всей территории области средняя высота снежного покрова составляет менее 23 см, что не может обеспечить сохранность посевов озимых зерновых культур при сильных морозах.

Также показатель суровости зимы для озимых культур ( $K_c$ ) показал, что из 13 МС области зима бывает на 4 МС – суровой ( $K_c = 1,0-2,9$ ), на 9 МС - весьма суровой ( $K_c \geq 3,0$ ). Такие условия не гарантируют успешную перезимовку озимых зерновых культур. Основной причиной является низкая высота снежного покрова.

Таким образом, в Западно-Казахстанской области климатические условия зимы не позволяют возделывать озимый ячмень, но позволяют возделывать озимую рожь и пшеницу. Озимую пшеницу и рожь можно возделывать в Таскалинском, Зеленовском, Уральск г.а., Теректинском, Борилинском и Шынгырлауском районах, а также на севере Жанибекского, Казталовского, Акжайыкского, Сырымского и Каратобинского районов. При этом с целью утепления посевов обязательно нужно проводить снегозадержание, особенно в первую половину зимы, когда накопление снежного покрова значительно отстает от понижения температуры воздуха. В годы с холодной зимой, которая наблюдается в 2 годах из 10, высока вероятность вымерзания озимой пшеницы и ржи.

Таблица 6.6 – Агроклиматические показатели холодного периода

НП (МС)	$t_{\text{мин(ср)}}$	$t_{\text{мин(абс)}}$	$h_c$ зима	$K_c$		
				декабрь	январь	февраль
Январцево	-15,6	-40,2	22	2,4	1,3	1,0
Аксай	-16,0	-41,1	15	3,2	2,1	1,3
Уральск	-15,2	-39,1	21	2,3	1,3	0,9
Таскала	-15,1	-38,6	18	2,6	1,6	1,1
Шынгырлау	-15,1	-39,4	19	2,3	1,5	1,1
Жымпиты	-14,9	-40,5	13	3,7	2,3	1,5
Чапаев	-14,0	-37,9	14	3,5	2,2	1,2
Казталовка	-13,1	-37,6	14	3,3	1,9	1,3
Каратобе	-15,2	-40,3	15	3,3	2,0	1,2
Жалпактал	-13,2	-35,7	11	3,6	2,3	1,7
Жаныбек	-11,8	-33,5	7	4,7	3,4	2,4
Тайпак	-13,0	-37,1	10	3,6	2,6	1,8
Хан Ордасы	-10,7	-34,8	8	3,9	3,1	2,3

Хорошо раскустившиеся и хорошо закаленные озимые зерновые лучше переносят суровые зимние условия. Осенью в условиях понижения температуры у озимых культур протекают сложные физиологические процессы, обеспечивающие подготовку их к зимовке, так называемая закалка растений. Закалка растений по И.И. Туманову состоит из двух фаз. Первая фаза закаливания проходит в условиях хорошего освещения при понижении средней суточной температуры воздуха от 5°C до 0°C (дневная - 10-15°C, ночная – ниже 0°C). В этой фазе растение интенсивно накапливает сахара, выполняющие функцию защитных веществ, и длится около 12–14 суток. Данная фаза закаливания лучше протекает при солнечной погоде. После прохождения первой фазы закаливания озимые зерновые выдерживают понижение температуры почвы на глубине узла кущения до минус 12°C [10, 11, 32].

Далее при понижении средней суточной температуры воздуха от 0°C до минус 5–10°C растения проходят вторую фазу закаливания, в течение 8–12 суток. Она возможна и при установлении полей снежного покрова. В этой фазе закаливания происходит обезвоживание тканей растений, с переходом свободной воды в связанную и увеличения концентрации клеточного сока. При этом крахмал в клетках растений частично превращается в сахара, увеличивая их запасы. После прохождения второй фазы закаливания значительно повышается зимостойкость озимых зерновых культур. Например, критическая температура вымерзания озимой пшеницы среднезимостойких сортов понижается до минус 18°C, высокозимостойких сортов – до минус 22°C, а у озимой ржи – в пределах минус 20°C – минус 24°C.

Также большое значение имеет влажность почвы в период осенней вегетации озимых зерновых культур. Недостаток влаги приводит к слабому развитию растений.

Развитость растений на момент прекращения осенней вегетации имеет большое значение при перезимовке. Слаборазвитые и переросшие растения менее морозостойкие, чем растения с кустистостью 3-5 побегов. В них меньше накапливаются сахара, вследствие малой биомассы или наоборот интенсивного роста осенью. Озимой ржи и пшенице для достижения фазы кущения 3-5 побегов необходима сумма положительных среднесуточных температур воздуха около 550-600°C, при достаточных запасах влаги в почве. Соответственно от правильного выбора сроков сева зависит развитость растений к моменту прекращения осенней вегетации, успешность прохождения закаливания и степень зимостойкости растений. Неблагоприятные зимние условия могут быть значительно ослаблены при соблюдении оптимальных сроков сева.

Для определения климатически оптимальных сроков сева озимых зерновых культур были определены даты, при которых к моменту перехода температуры воздуха через 5°C, накопятся 550-600°C. При этом считалось, что запасы влаги в почве достаточны для роста и развития озимых зерновых культур. Результаты расчетов, проведенные по земледельческой зоне области (северная половина), представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Оптимальные сроки сева озимых зерновых культур

НП (МС)	Дата
Январцево	28.08–01.09
Аксай	29.08–02.09
Уральск	29.08–02.09
Шынгырлау	28.08–01.09
Таскала	29.08–02.09
Жымпиты	01–05.09
Чапаев	02–06.09
Казталовка	02–06.09
Жаныбек	02–06.09

Таким образом, в Западно-Казахстанской области при средних климатических условиях необходимо произвести сев озимой пшеницы и ржи на севере в период с 29 августа по 2 сентября, в центральной части – с 2 по 6 сентября.



## 7. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

При анализе современного состояния почвенного покрова территории Павлодарской области использовались опубликованные и фондовые материалы Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами РГП «НПЦзем» МНЭ РК, акимата Западно-Казахстанской области, ТОО «КазНИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова» МСХ РК, ТОО «Институт географии» МЭ РК и др. [67–76].

### 7.1 Типы почв

Почвенный покров в Западно-Казахстанской области подчинен общим закономерностям природной широтной зональности. Постепенное изменение биоклиматических факторов с севера на юг предопределило формирование на территории трех широтных почвенных зон и трех подзон [72, 73, 75]:

1. Степная зона с 2-мя подзонами:

умеренно-засушливых степей на черноземах южных и сопутствующих им почвах;

сухих степей на темно-каштановых, включая малогумусные (средне-каштановые), и им сопутствующих почвах;

2. Пустынно-степная (полупустынная) зона на светло-каштановых и сопутствующих им почвах, по Л. С. Бергу [75].

3. Пустынная зона (холодных евразийских пустынь) с подзоной:

северных, местами остепненных пустынь на бурых и сопутствующих им почвах.

Для отражения на карте пространственного распределения почв на территории области и его анализа была использована классификация почв, основанная на таксономических категориях, разработанных А.А.Соколовым, О.Г. Ерохиной, К.М. Пачикиным, М.М. Кусаиновой применительно для территории Казахстана и выделенная ими на почвенных картах [70–71].

Территория Западно-Казахстанской области представлена рядом зональных почвенных типов, подтипов и родов почв, распространение которых показано на карте «Почвы Западно-Казахстанской области» 1:2500000 масштаба (рисунок 7.1) и к ее легенде (рисунок 7.2):

1) Тип: черноземы.

Подтип: черноземы южные.

2) Тип: каштановые.

Подтип: темно-каштановые. Род: темно-каштановые карбонатные, местами остаточно-карбонатные; темно-каштановые солонцеватые.

Подтип: средне-каштановые. Род: средне-каштановые карбонатные, местами остаточно-карбонатные; средне-каштановые солонцеватые.

Подтип: светло-каштановые. Род: светло-каштановые солонцеватые.

3) Тип, подтип: лугово-каштановые.

4) Тип: бурые.

Подтип: бурые пустынные. Род: бурые пустынные солонцеватые; бурые пустынные малоразвитые щебнистые.

5) Тип, подтип: лугово-каштановые.

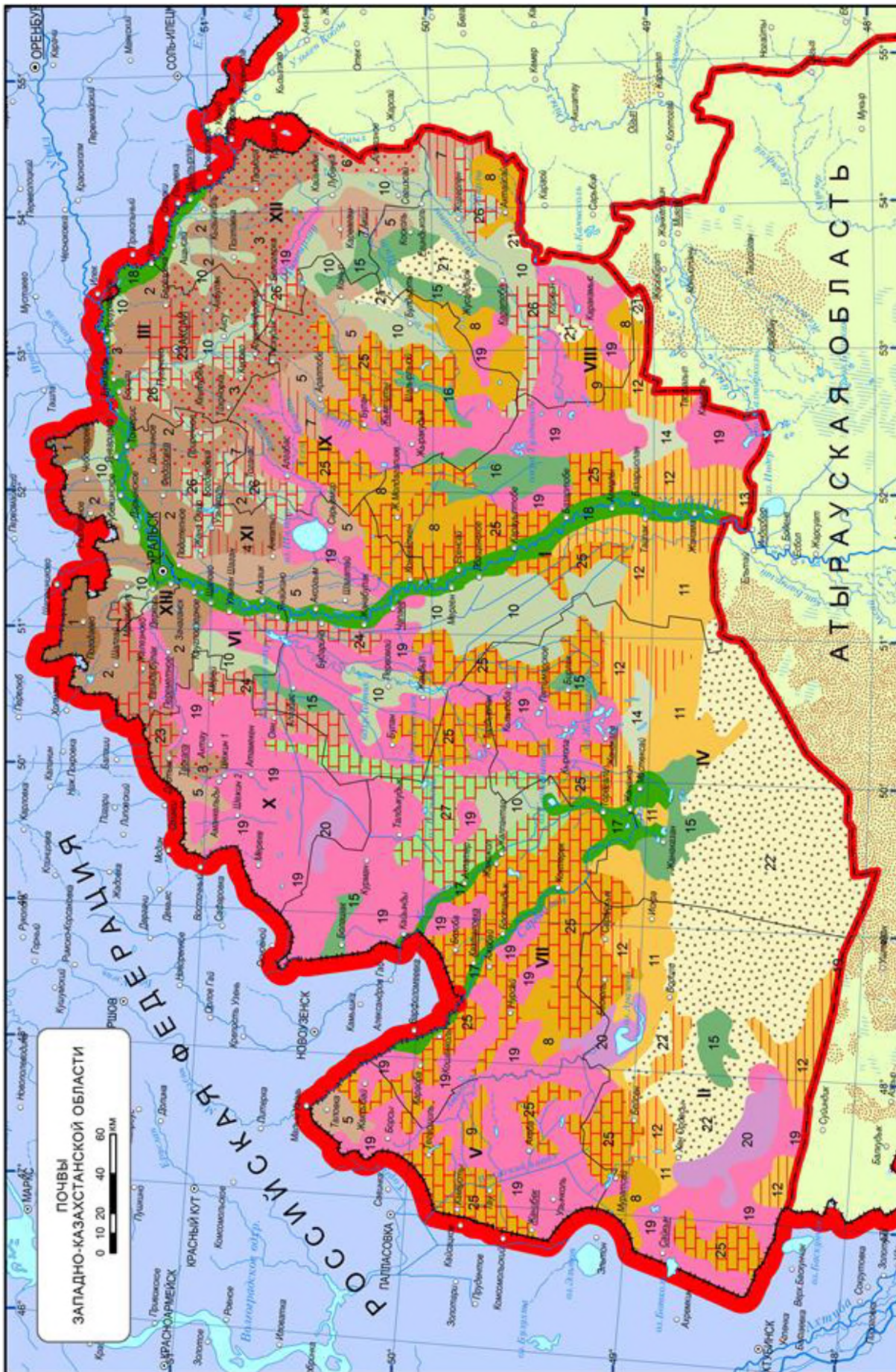
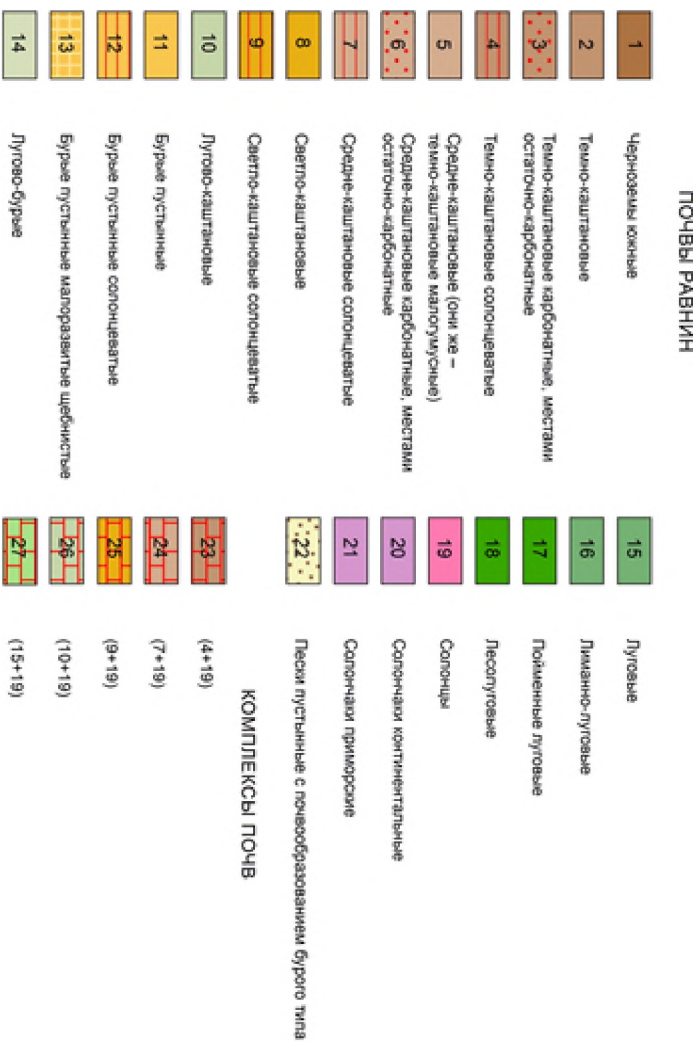


Рисунок 7.1 – Почвы Западно-Казакстанской области





№	Административный район
I	Ақжаніскіі
II	Бөкейордііскіі
III	Бурдііскіі
IV	Джангалііскіі
V	Жанібекскіі
VI	Зелііновскіі
VII	Қағаловскіі
VIII	Қаратобііскіі
IX	Сырдыскіі
X	Тасқалыіскіі
XI	Теректііскіі
XII	Чіітірдіілускіі
XIII	Уралск г.а.

Рисунок 7.2 – Легенда к карте

## **Характеристика почв**

*Черноземы южные* расположены в подзоне умеренно-засушливых степей степной зоны. Почвы простираются в крайней северной части области на территории Зеленовского района. Мощность гумусового горизонта почв составляет от 35–40 до 55–60 см, в том числе перегнойно-аккумулятивный – 15–20 см. Содержание гумуса на целине составляет 5–6 до 7%, азота 0,3–0,35%, на старопахне соответственно 4–5 и 0,25–0,30%. Характеризуются низким содержанием фосфора.

*Темно-каштановые почвы нормальные* развиваются в условиях сухих степей. Почвы широко распространены на территориях Зеленовского, Теректинского, Борилинского, Шынгырлауского административных районов и Уральской городской администрации. Мощность гумусового горизонта варьирует в пределах 38–45 см. Содержание гумуса сверху на целине составляет 3,5–4,5%, на старопахне – 2,5–3,5%, азота 0,2–0,32% и 0,15–0,2% соответственно. Характерной особенностью почв является повышенная опесчаненность профиля. Легкорастворимые соли присутствуют на глубине 130–150 см, то есть профиль данных почв практически не засолен.

*Темно-каштановые карбонатные, местами остаточо-карбонатные почвы* приурочены к приподнятым выровненным слабодренированным равнинам и широким речным долинам, сложенными карбонатными тяжелыми суглинками и глинами. Значительное распространение почвы получили в северной части Таскалинского, Борилинского и Шынгырлауского районов. Мощность гумусового горизонта составляет 30–50 см. Воднорастворимые соли, представленные в основном сульфатами, отмечаются глубже 80–100 см. Содержание гумуса в пахотном слое темнокаштановых карбонатных почвах составляет 3,0–4,0%, азота 0,20–0,25%.

*Темно-каштановые солонцеватые почвы* формируются по выположенным участкам водораздельных поверхностей, верхним террасам рек, часто встречаются в комплексе с солонцами. Почвы распространены преимущественно на территории Теректинского района. Характерной особенностью почв является относительно близкое к поверхности залегание выделений растворимых солей. С глубины 90–110 см в почвах обнаруживаются гипс и легкорастворимые соли. Мощность гумусового горизонта колеблется в пределах 30–50 см. Содержание гумуса в верхнем горизонте изменяется в пределах 2,5–4,5%, азота 0,15–0,30%. *Комплексы темно-каштановых солонцеватых почв с солонцами* развиты в западной, центральной части Зеленовского, северной части Таскалинского района.

*Средне-каштановые (они же – темно-каштановые малогумусные) почвы* распространены в северной части Жанибекского, Таскалинского, Каратобинского, западной и юго-восточной части Теректинского и в северо-восточной части Сарымского районов. Мощность гумусового горизонта почв составляет 35–45 см, а содержание гумуса в них не превышает 2,5–3,5%. В соответствии с малой гумусностью находится и емкость поглощения почв, не превышающая 15–25 мг/экв. В составе обменных оснований преобладает кальций – 80–90%, магния содержится 15–25%, натрия не более 1–3%. Растворимые соли обнаруживаются на глубине 100–120 см и выше.

*Средне-каштановые карбонатные, местами остаточо-карбонатные почвы* распространены по водораздельной поверхности в юго-восточной части территории Шынгырлауского административного района. *Средне-каштановые солонцеватые почвы* на территории области получили значительное распространение на террасах озер, отдельными массивами и в комплексе с солонцами в долинах рек. Отдельные массивы почв развиты в восточной части территории Теректинского, в северной части Сарымского, юго-западной части Шынгырлауского и в восточной части Каратобинского административных районов. *Комплексы средне-каштановых солонцеватых почв с солонцами* представлены в западной части Таскалинского, северо-западной и северо-восточной части Акжайыкского административных районов.

*Светло-каштановые почвы* развиваются в условиях пустынно-степной (полупустынной) зоны. *Светло-каштановые нормальные почвы* распространены на

территориях Казталовского, Каратобинского, в северной части Акжайыкского, юго-восточной части Сарымского административных районов. Мощность верхнего горизонта почв обычно 15–18 см. Содержание гумуса сверху чаще составляет 2–2,5 до 3%, азота 0,07–0,15%. *Светло-каштановые солонцеватые* почвы распространены в восточной части территории Жанибекского и в юго-западной части Каратобинского административных районов. *Комплексы светло-каштановых солонцеватых почв с солонцами* занимают значительные площади территории Сарымского, Жанибекского, Казталовского, Акжайыкского и северной части Жанагалинского административных районов.

*Лугово-каштановые* залегают среди каштановых почв, но в понижениях рельефа (низкие равнины, надпойменные речные и озерные террасы), где получают дополнительное увлажнение водами поверхностного стока или от неглубоких (3–6 м) грунтовых вод, либо одновременно за счет влияния и поверхностных и грунтовых вод. Мощность гумусового горизонта почв составляет 60–80 см. Содержание гумуса изменяется от 4–6% в суглинистых разновидностях до 1,5–2% на супесчаных и песчаных. Характеризуются также промытостью почвенного профиля от карбонатов и воднорастворимых солей на значительную глубину. *Комплексы лугово – каштановых почв с солонцами* развиты преимущественно в восточной части области, на правом берегу р. Жайык, в западной части Борилинского, северо-западной Шынгырлауского, западной и восточной части Каратобинского административных районов,

*Бурые пустынные* почвы расположены в подзоне северных, местами остепненных пустынь в пустынной зоне (холодных евразийских пустынь). *Бурые пустынные нормальные* почвы представлены на юге области преимущественно в северной части Бокейординского, центральной части Жанагалинского административных районов. Мощность гумусового горизонта бурых почв равна 25–35 см. Содержание гумуса сверху обычно равно 1–1,5 до 2 %, азота – 0,05–0,1 %. Почвы бедны азотом и фосфором. Реакция почвенного раствора щелочная и сильно щелочная – рН – 7,5–8,5.

*Бурые пустынные солонцеватые* почвы значительное распространение получили на территориях Бокейординского, Жанагалинского и в южной части Акжайыкского административных районов. Аридность климата и геолого-геоморфологические особенности подзоны бурых почв определяют их повышенную засоленность. Суглинистые разновидности этих почв обычно имеют водорастворимые соли с глубины одного метра, содержание которых может достигать до 2%. *Бурые пустынные малоразвитые щебнистые почвы* представлены на крайнем юге области, в южной части территории Акжайыкского административного района.

*Лугово – бурые почвы* залегают в понижениях рельефа, где получают дополнительное увлажнение в основном от неглубоких (3–6 м), обычно минерализованных грунтовых вод и отчасти за счет вод поверхностного стока. Почвы встречаются на территориях Жанагалинского и в южной части Акжайыкского административных районов. Почвенный профиль напоминает бурые почвы, но зачастую они имеют увеличенную мощность и гумусность, а также сероватые тона окраски. Мощность гумусового слоя обычно до 25 см, но может быть и высоким. Содержание гумуса колеблется в основном в пределах 1,5–2,5 %, иногда несколько больше или меньше.

*Луговые почвы* залегают в депрессиях рельефа с близкими (1,5–3,0 м) пресными или слабо минерализованными грунтовыми водами, за счет которых, а также за счет вод поверхностного стока, они дополнительно увлажняются. Почвообразующие породы чаще древнеаллювиальные. Луговые почвы широко представлены в северо-западной части Акжайыкского, юго-западной части Зеленовского, центральной части Бокейординского, западной и северо-восточной части Жанагалинского, западной части Шынгырлауского, восточной части Сырымского, северо-западной части Каратобинского районов. Для *лиманно-луговых* почв характерно периодическое получение поверхностного увлажнения паводковыми водами. Широкое распространение получили в южной части Сырымского, восточной части Акжайыкского районов.



*Пойменные луговые и лесолуговые почвы* развиваются в поймах крупных рек на слоистых аллювиальных наносах. Пойменные луговые почвы распространены на пойменных участках крупных рек Караозен, Сарыозен на территориях Казталовского и северной части Жанагалинского административных районов. Лесолуговые почвы представлены в пойме р. Жайык. Морфогенетический профиль этих почв существенно варьирует в связи с литологией аллювия, а также в зависимости от зональных условий. Вследствие неодинаковых условий накопления аллювия, резкой слоистости и разновозрастности почв мощность гумусового горизонта пойменных луговых почв непостоянна и изменяется в широких пределах. Содержание гумуса в пойменных луговых почвах обычно не превышает 2.0 %. Накопление его обычно происходит в поверхностном горизонте, а с глубиной резко снижается. Легкорастворимые соли в профиле почв содержатся в количествах, не превышающих 0.1–0.2%, но их концентрации подвержены значительным сезонным колебаниям.

*Солонцы.* По долинам рек, озерным понижениям и водоразделам на всей территории области широко распространены *солонцы*, образующие местами крупные самостоятельные массивы. Значительные по площади распространения массивы солонцов представлены на территориях Таскалинского, Казталовского, Жанибекского северо–западной и юго–восточной части Акжайыкского, западной части Сырымского административных районов. Почвообразующими породами служат преимущественно глинистые и суглинистые породы разного генезиса, засоленные изначально или от грунтовых вод. Реакция солонцов в основном щелочная и сильнощелочная и только в степной зоне надсолонцовые горизонты имеют местами реакцию, близкую к нейтральной. Содержание гумуса в соответствующих горизонтах (А, В) обычно ниже, чем в фоновых почвах, лежащих рядом. Солонцы обычно содержат гумуса в верхнем горизонте 2–3% и более. В зависимости от содержания гумуса колеблется содержание общего азота, но его содержание бывает не более 0,2%. Для солонцов типична бедность валовым фосфором, всего сотые доли процента.

*Солончаки континентальные* залегают по днищам высохших соленых озер или по приозерным впадинам. Характеризуются очень сильной засоленностью, постоянно влажной поверхностью с коркой солей, близким залеганием очень сильно минерализованных (более 100 г/л) грунтовых вод. Распространены на территории Бокейординского, южной части и северо–восточной части Казталовского, южной части Таскалинского районов.

*Пески пустынно–степные* распространены преимущественно в юго–восточной части области на аллювиальных равнинах в местах конечного стока крупных рек. Пески представлены на территориях Каратобинского района и на западной части Сырымского района. *Пески пустынные с почвообразованием бурого типа* представлены в юго–западной части области в пределах Прикаспийской низменности на перевейанных песчаных массивах, сформированных на территориях Бокейординского, Жанагалинского административных районов. Пески из–за периодического перевейания почти постоянно находятся в начальной стадии почвообразования, развитие которого обусловлено зональными условиями, местами дополнительным увлажнением от грунтовых вод, своеобразием растительности, минералогическим составом песков.

Характеристика состояния почвенного покрова территории Костанайской области в разрезе административных районов:

I. Акжайыкский район. Северо–западная часть территории района расположена в пределах почвенной подзоны сухих степей на темно–каштановых почвах, включая малогумусные (средне–каштановые) почвы степной зоны. Наибольшее развитие здесь получили средне–каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами, лугово–каштановые и значительные по площади массивы солонцов. В центральной части территории, находящейся в пустынно–степной (полупустынной) зоне на светло–каштановых почвах преимущественно развиты: на левобережье р. Жайык – лугово–каштановые, светло–каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами; на правобережье – светло–каштановые нормальные, светло–каштановые солонцеватые в комплексе с солонцами.

II. Бокейординский район. Северная и западная часть района расположена в пустынно-степной (полупустынной) зоне на светло-каштановых почвах, остальная часть – в подзоне северных, местами остепненных пустынь на бурых и сопутствующих им почвах пустынной зоны (холодных евразийских пустынь). В зоне светло-каштановых почв представлены почвы светло-каштановые нормальные и в большей степени комплексы светло-каштановых солонцеватых почв с солонцами. В северной части подзоны бурых почв, наиболее развиты бурые пустынные нормальные и бурые пустынные солонцеватые почвы, в южной части – бурые пустынные солонцеватые почвы. Значительную площадь территории района занимают массивы песков пустынных с почвообразованием бурого типа (Рын-пески). Среди песков встречаются луговые почвы. В западной части по периферии песков и в северной части территории района вокруг высохшей части озерной котловины Аралсор распространены солончаки континентальные. В западной части района широкое распространение получили солонцы.

III. Борилинский район. Территория района расположена в подзоне сухих степей на темно-каштановых почвах степной зоны. В северной части района широко распространены темно-каштановые нормальные почвы. В центральной части (в районе г. Аксай) для почвенного покрова характерно усиление солонцеватости и комплексности почв. Здесь преобладает развитие темно-каштановых солонцеватых почв в комплексе с солонцами. Значительное распространение в юго-восточной и юго-западной части района получили темно-каштановые карбонатные почвы. Пойменные участки долины р. Жайык представлены лесолуговыми почвами. В долине рр. Жайык, Шынгырлау широко распространены лугово-каштановые и лугово-каштановые в комплексе с солонцами почвы.

IV. Жанагалинский район. Северная часть района расположена в пустынно-степной (полупустынной) зоне на светло-каштановых почвах, южная часть – в подзоне северных, местами остепненных пустынь на бурых и сопутствующих им почвах пустынной зоны (холодных евразийских пустынь). На большей части территории, находящейся в пустынно-степной зоне на светло-каштановых почвах, почвы характеризуются солонцеватостью и комплексностью. Здесь широко распространены светло-каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами. В северо-западной части также встречаются луговые и лугово-каштановые почвы. По долинам р. Кушум и других водотоков, осложненных озерными понижениями и вокруг оз. Жалтырколь развиты значительные по площади однородные массивы солонцов. А северной части территории, расположенных в подзоне бурых почв, наиболее широкое развитие получили бурые пустынные солонцеватые почвы, к югу – бурые пустынные нормальные. В южной и юго-западной части района значительные по площади территории занимают массивы песков пустынных с почвообразованием бурого типа (Рын-пески). В западной части района, поймы рек Караозен и Сарыозен, представлены пойменно-луговыми почвами. Руслу их нижнего течения достигают расположенной на территории района группы Камыш-Самарских озер, где широкое распространение получили луговые почвы.

V. Жанибекский район. Самая северная часть района расположена в подзоне сухих степей на темно-каштановых, включая малогумусные (средне-каштановые) степной зоны, остальная большая часть – в пустынно-степной (полупустынной) зоне на светло-каштановых почвах. Подтип средне-каштановых почв в подзоне сухих степей на территории представлен средне-каштановыми нормальными родами почв. В зоне светло-каштановых почв резко выражена солонцеватость и комплексность почвенного покрова. Повсеместно на территории широко распространены светло-каштановые солонцеватые и комплексы почв светло-каштановых солонцеватых почв с солонцами. По долинам р. Ащыозен и Волжского канала залегают значительные по площади массивы однородных солонцов.

VI. Зеленовский район. Самая северо-западная и северо-восточная часть района расположена в подзоне умеренно-засушливых степей на черноземах южных степной зоны, остальная большая часть находится в подзоне сухих степей на темно-каштановых, включая малогумусные (средне-каштановые) почвы степной зоны. Подзона черноземов южных

приурочена к увалисто-волнистым равнинам отрогов Общего Сырта, в почвенном покрове преобладают черноземы южные нормальные, формирующиеся на сыртовых глинах. В подзоне сухих степей преимущественно распространение получили темно-каштановые нормальные почвы. В западной части района залегают комплексы почв темно-каштановых солонцеватых с солонцами. В юго-западной и юго-восточной части района распространены средне-каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами. В пределах долинных комплексов рек Деркул, Кушум и Кировского водохранилища сформированы солонцы. К долине р. Жайык приурочены лугово-каштановые почвы. В западной части района на пойменных и террасированных участках р. Жайык распространены лесолуговые почвы

VII. Казталовский район. Территория района расположена в пределах пустынно-степной (полупустынной) зоны на светло-каштановых почвах. Наиболее широкое распространение на всей территории района получили светло-каштановые солонцеватые в комплексе с солонцами почвы и отдельные однородные массивы солонцов. В восточной части территории района значительные площади занимают лугово-каштановые и луговые почвы в комплексе с солонцами, в северной и северо-восточной части – луговые почвы и солончаки континентальные, в западной части – светло-каштановые нормальные почвы и солончаки континентальные. На пойменных и террасированных участках рр. Сарыюзен, Караозен распространены пойменные луговые почвы.

VIII. Каратобинский район. Северо-восточная часть территории района расположена в подзоне сухих степей на темно-каштановых почвах, включая малогумусные (средне-каштановые) почвы степной зоны. В этой подзоне получили развитие средне-каштановые нормальные и средне-каштановые солонцеватые почвы. Большая часть территории района расположена в пустынно-степной (полупустынной) зоне на светло-каштановых почвах. Здесь широко распространены светло-каштановые нормальные, солонцеватые и лугово-каштановые почвы в комплексе с солонцами. В крайней юго-западной части территории, расположенной в подзоне северных, местами остепненных пустынь на бурых почвах, распространены бурые пустынные солонцеватые почвы. В местах дополнительного увлажнения и неглубокого залегания засоленных пород, преимущественно в северной части территории, преобладают лугово-каштановые и луговые почвы, солонцы луговые с галофитнозлаковой, пырейной, вострецовой, галофитнозлаковой растительностью. Также широко распространены однородные массивы солонцов, приуроченные к слабодренированным поверхностям. В центральной и южной части территории встречаются массивы пустынно-степных песков.

IX. Сырымский район. Территория района расположена в пределах подзоны сухих степей на темно-каштановых, включая малогумусные (средне-каштановые) почвы степной зоны и пустынно-степной (полупустынной) зоны на светло-каштановых почвах. Почвы подзоны сухих степей, приуроченные к северной и северо-восточной части территории представлены темно-каштановыми карбонатными, средне-каштановыми нормальными, лугово-каштановыми и луговыми. В центральной, южной, юго-западной и юго-восточной частях территории в почвенном покрове преобладают светло-каштановые солонцеватые почвы, образующие комплексы с солонцами, светло-каштановые нормальные, лиманно-луговые. По увлажненным понижениям в долинах рек и временных водотоков распространены солонцы. В западной части территории района расположен массив пустынно-степных песков.

X. Таскалинский район. Территория района расположена в подзоне сухих степей на темно-каштановых почвах, включая малогумусные (средне-каштановые) почвы. В почвенном покрове территории большие площади занимают однородные массивы солонцов. В крайней северной части распространены темно-каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами. В северо-западной части распространены средне-каштановые нормальные и темно-каштановые карбонатные почвы. В восточной части территории района развиты темно-каштановые нормальные, средне-каштановые солонцеватые почвы в

комплексе с солонцами, лугово–каштановые и комплексы луговых почв с солонцами. В южной части встречается однородный массив солончаков континентальных.

XI. Теректинский район. Территория района расположена преимущественно в подзоне сухих степей на темно–каштановых почвах, включая малогумусные (средне–каштановые) почвы степной зоны, лишь крайняя южная часть – в пустынно–степной (полупустынной) зоне на светло–каштановых почвах. В северной части территории района распространены нормальные, карбонатные, солонцеватые роды подтипа темно–каштановых почв; в западной и юго–восточной части – средне–каштановые нормальные. В северной и восточной части территории развиты комплексы лугово–каштановых почв с солонцами. Вокруг озерной котловины Шалкар и по эрозионным ложбинам временных водотоков сформированы крупные массивы солонцов. На пойменных и террасированных участках р. Жайык широко развиты лесолуговые почвы. В крайней южной части территории распространены светло–каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами.

XII. Шынгырлауский район. Территория района расположена в пределах подзоны сухих степей на темно–каштановых почвах, включая малогумусные (средне–каштановые) почвы степной зоны. В полосе темно–каштановых почв, приуроченных к приподнятым хорошо дренированным равнинам в северной части территории наиболее развиты темно–каштановые нормальные почвы, к югу – на значительной площади распространены темно–каштановые карбонатные почвы, на террасированных и пойменных участках долины р. Жайык представлены лесолуговые и лугово–каштановые почвы. В полосе средне–каштановых почв на территории распространены: в западной части – средне – каштановые нормальные, солонцеваты, в восточной части – средне–каштановые карбонатные. В долинах рр.Шынгырлау, Шили, Калдыгайты развиты лугово–каштановые, луговые почвы. В долине р. Шынгырлау встречаются значительные участки солонцов..

XIII. Уральская городская администрация. Территория администрации расположена в пределах подзоны сухих степей на темно–каштановых почвах степной зоны. В северной части территории наибольшее распространение получили темно–каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами, в центральной части лугово–каштановые в юго–западной части – темно–каштановые нормальные почвы, в юго–восточной части – на пойменных и террасированных участках р. Жайык преобладают лесолуговые почвы.

## **7.2 Механический состав почв**

Разновидности почв определяются по механическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород. От механического состава верхних горизонтов почвенного профиля зависит тепловой, водный и пищевой режим почвы, её химические, физические и воздушные свойства. Так, например, легкие супесчаные и песчаные почвы хорошо и быстро прогреваются солнцем и оттаивают весной, имеют высокую воздухо– и водопроницаемость. В результате высокой аэрации органические вещества растительных остатков и удобрений в таких почвах быстро минерализуются, а процессы гумификации, наоборот, ослабевают. Малая влагоёмкость препятствует накоплению в них влаги и приводит к вымыванию элементов питания и удобрений. Тяжелосуглинистые и глинистые почвы дольше прогреваются, слабо водо– и воздухопроницаемы, плохо впитывают атмосферные осадки. Лучшими являются почвенные разности среднесуглинистого гранулометрического состава [76].

В северной части области в пределах возвышенности Общего Сырта и ее отрогов почвообразующими породами являются сыртовые глины очень тяжелого механического состава. Здесь преобладают элювиальные и элювиально–делювиальные тяжелосуглинистые и глинистые отложения. В восточной части области, в пределах Предсыртового уступа, среди почвообразующих пород преобладают древнеаллювиальные песчаные отложения.

К югу, в пределах Прикаспийской низменности, почвообразование происходит на отложениях Каспийской трансгрессии, представленных в северной части низменности желтовато–коричневыми глинами, засоленными хлоридами, а в южной части – супесями и

песками, породы песчаного гранулометрического состава – незасоленные. Южная часть области заполнена массивами песков, получившими название Рын–пески.

В восточной части области, в пределах Подуральского плато широко распространены элювиальные отложения меловых и третичных пород тяжелосуглинистого гранулометрического состава, чередующиеся с элювиально–делювиальными отложениями, залегающими на склонах. Все эти породы характеризуются различной степенью засоленности и карбонатности [68, 69, 74].

По механическому составу на территории области выделены и отражены на карте (рисунок 7.3) следующие разновидности почв: *глинистые и тяжелосуглинистые; глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные и засоленные; средне– и легкосуглинистые; средне– и легкосуглинистые карбонатные и засоленные; супесчаные; песчаные; щебнистые почвы* [69].

*Глинистые и тяжелосуглинистые* разновидности почв обычно типичны черноземам и темно–каштановым почвам. Они распространены преимущественно на территориях Зеленовского, Борилинского, Таскалинского, Шынгырлауского, северной и восточной Казталовского, северо–восточной и центральной части Жанибекского, северной, восточной и южной части Теректинского, в северной части Акжайыкского (долина р. Жайык), в северо–восточной части Каратобинского районов и Уральской городской администрации.

*Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные и засоленные почвы* распространены по водораздельным равнинам, сложенными карбонатными и засоленными глинами, тяжелыми суглинками. Распространены преимущественно на территориях Сырымского, Казталовского, восточной части Теректинского, юго–западной части Борилинского, северо–восточной и южной части Акжайыкского (правобережье р. Жайык), северной части Бокейординского районов.

Более легкие по механическому составу породы *средне– и легкосуглинистые* с содержанием частиц физической глины около 25–30% распространены преимущественно в в междуречье рр. Жайык, Шынгырлау, Оленты, Шидерты, Калдыгайты, Караозен, Сарыозен, Ащьюзен. Почвы расположены на территориях Казталовского, в северо–западной части Жанагалинского, в северо–западной части Теректинского, центральной части Сырымского, юго–восточной части Борилинского, северо–западной и юго–восточной части Шынгырлауского, северной части Бокейординского районов.

*Песчаные* массивы представлены преимущественно в южной и восточной части области дельтовыми и мелководными морскими образованиями. Песчаные почвы (пески) распространены на территориях Бокейординского, Каратобинского, восточной части Акжайыкского, юго–западной и восточной части Шынгырлауского, северо–западной части Борилинского, центральной части Зеленовского и в северо–восточной части Теректинского, южной и юго–восточной части Сырымского районов.

*Щебнистые почвы* развиты преимущественно в пределах Подуральского плато, покрытой толщей меловых и третичных отложений, представленных в основном элювиально–делювиальными щебнистыми суглинками, подстилаемыми щебнем (реже плотными породами), местами лессовидными суглинками. Распространены преимущественно на территориях: восточной части Теректинского, западной части Сырымского, юго–восточной части Шынгырлауского района.



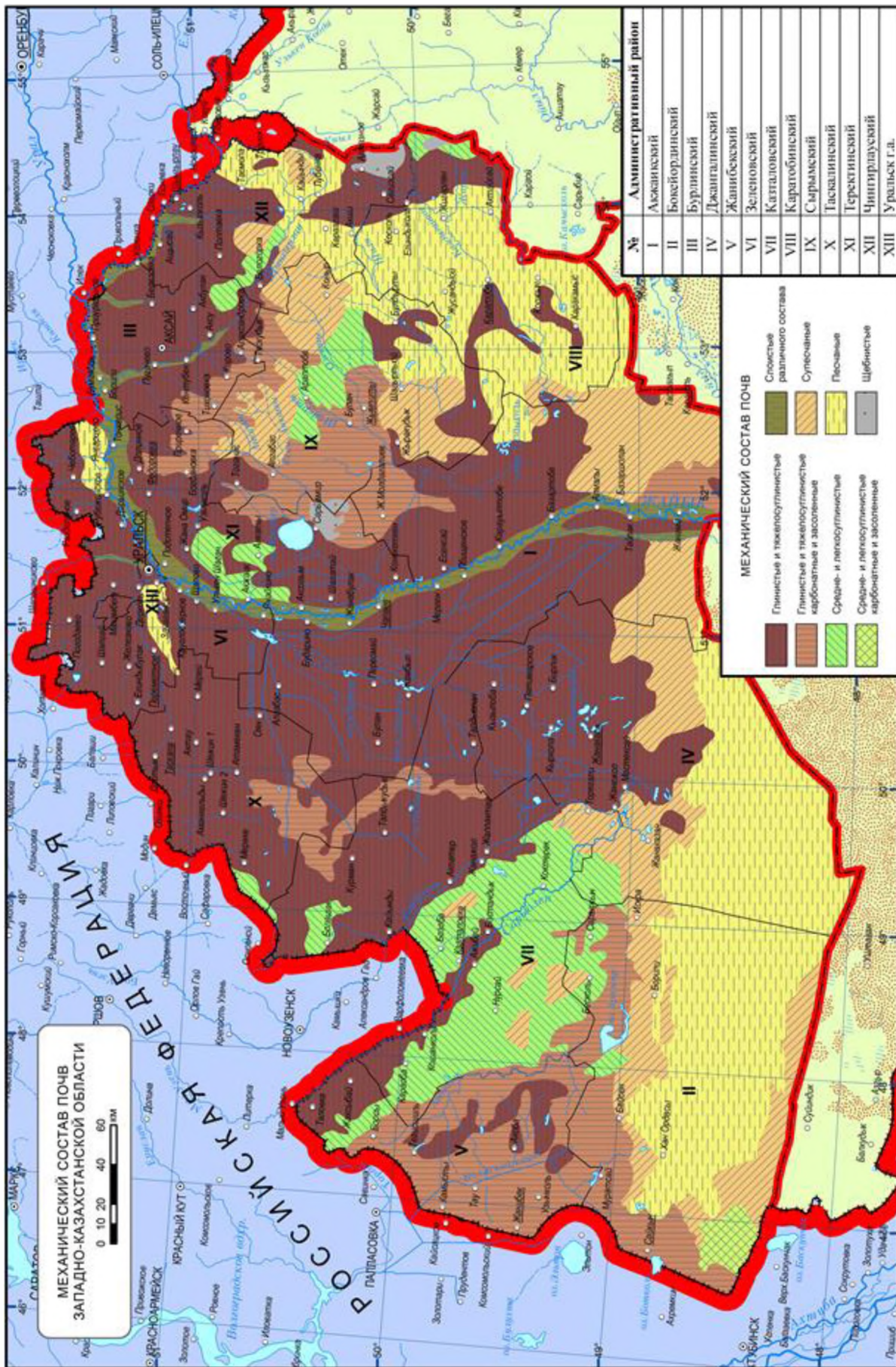


Рисунок 7.3 – Механический состав почв Западно–Казахстанской области

## **8. ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

### **8.1 Зерновые культуры**

#### **Озимая пшеница**

Районированы сорта озимой пшеницы: Жемчужина Поволжья, Мироновская 808, Лютесценс 72, Куйбышевка, Саратовская 90. Сорта озимой ржи: – Саратовская 7, Саратовская 5.

Единственными предшественниками озимых культур в регионе, обеспечивающими гарантированное получение своевременных полных всходов и нормальное развитие растений в осенний период в любые по увлажнению годы, являются кулисные и черные пары. После уборки предшественника проводится поверхностная обработка почвы, вносятся удобрения, а также используются гербициды для уничтожения сорняков.

Проведение приемов по уходу за паровыми полями под озимые культуры может изменяться и уточняться с учетом местных погодных и других условий. Количество обработок должно быть не менее 4-5 за весь период парования. Однако обязательно должны соблюдаться такие основополагающие принципы влагонакопительного и влагосберегающего агрокомплекса, как проведение основной летне-осенней обработки почвы и содержание пара в течение лета под покровом мульчирующего поверхностного слоя почвы в чистом от сорняков виде. С переходом на ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур происходит усовершенствование технологии ухода за паровым полем, суть которой заключается в замене части поверхностных обработок почвы химическими или полностью отказаться от механических обработок, заменив их гербицидными [77, 78, 79].

Система удобрений озимых культур складывается из трех приемов: основного, припосевного и подкормок. Важнейшим приемом удобрения озимых следует считать основное внесение в паровое поле, обеспечивающие их питательными веществами в процессе вегетации. В паровое поле под основную обработку вносится 30-40 т/га навоза. Для обеспечения сбалансированного питания озимых в черном или кулисном прах следует вносить только фосфорные удобрения. Суперфосфат в расчетной норме лучше вносить в три срока на различную глубину: 50% нормы в начале парования на глубину 20-27 см плоскорезами-глубококорытителями, 30% - в первую весеннюю культивацию пара на глубину 8-10 см сеялкой-культиватором с обязательным прикатыванием, 20% нормы с одновременным посевом озимых культур на глубину заделки семян. Важным приемом в системе удобрения озимых культур является припосевное внесение фосфора.

Оптимальный срок посева озимых культур наступает при переходе через среднесуточную температуру воздуха +17,5°C; период летне-осенней вегетации должен быть продолжительностью 55-60 дней с учетом среднегодовой даты прекращения вегетации, которая на севере области наступает 18-20 октября, на юге -1-5 ноября; в третьих, на основании результатов полевых опытов. В северной части области к посеву озимой пшеницы приступают во второй половине августа, а озимой ржи в первой половине месяца, а в южных районах оптимальные сроки посева озимых наступают на 10-14 дней позже.

На чистых полях с выровненным хлебостоем применяется прямое комбинирование, а при неравномерном созревании и при большой хлебной массе – раздельная уборка.

#### **Яровая пшеница**

В Западно-Казахстанской области наиболее перспективными сортами мягкая пшеница – Орал, Саратовская 42, Альбидум 28, Альбидум 31, Альбидум 32, Волгоуральская, Казахстанская 17, Шортандинская 2007; Твердая пшеница – Каргала 69, Светлана.

Лучшим предшественником для яровой пшеницы в регионе является чистый пар, но его эффективнее использовать под озимые культуры. Яровую пшеницу рекомендовано высевать в севооборотах после озимых, пропашных, зернобобовых культур, однолетних

бобово-злаковых смесей и многолетних трав с ранним подъемом пласта [80, 81]. После озимых предшественников снижается засоренность посевов, что прослеживается в 85% лет и показатель устойчивости продуктивности яровой пшеницы здесь несколько выше, чем при ее повторном возделывании. Нут как предшественник имеет примерно одинаковую эффективность с озимыми культурами, благодаря способности увеличивать в почве содержание азота.

Система основной обработки почвы хотя и дифференцируется в зависимости от предшественника, засоренности, агрофизических свойств почвы и складывающихся погодных условий ко времени ее проведения, но основана на вспашке или плоскорезном рыхлении на 25-27 см. В 4 и 5 полных зернопаровых севооборотах рекомендуется под вторую культуру яровую пшеницу проводить, глубокую плоскорезную обработку почвы и только в годы с засушливым послеуборочным периодом на темно-каштановых почвах тяжелого механического состава считается целесообразным уменьшение глубины до 12-14 см [82].

В основу ресурсосберегающих технологий для темно-каштановых и каштановых почв Западного Казахстана положены минимальные мульчирующие и безотвальные осенние обработки при подготовке почвы паровых полей и зяби под яровые зерновые культуры, использование для посева комбинированных посевных агрегатов.

Для минимальной обработки почвы используются комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, культиваторы-плоскорезы, тяжелые противоэрозионные культиваторы различных модификаций.

Весной вместо многократных проходов по полю для проведения боронования, культивации, посева и прикатывания отдельными сельскохозяйственными машинами применяются комбинированные посевные машины.

Установлено, что на темно-каштановых почвах наиболее эффективны обработки почвы с сохранением стерни. Мелкие осенние обработки лучше выполнять культиваторами-плоскорезами и плоскорезами-глубокорыхлителями, а посев по таким фонам проводить стерневыми сеялками.

Положительные результаты от минимальных обработок проявлялись и в годы с более сильным осенним промачиванием, тогда как «нулевые» обработки при высоте стерни в 10-12 см несколько снижали урожайность яровой пшеницы. Важнейшим критерием повышения эффективности «нулевых» обработок является наличие на поле высокого среза стерни. Стерня высотой 25-30 см играет в данном случае не только снегонакопительную роль, но и снижает глубину промерзания почвы, обеспечивая ее более раннее оттаивание и лучшее впитывание талых вод.

Таким образом, обработка почвы под яровую пшеницу приобретает дифференцированный характер. При наличии предшественника способного оставить после себя высокий срез стерни (озимые и яровая пшеница по пару, а также любая другая культура после благоприятных лет вегетации) возможен отказ от проведения основной обработки почвы. В остальных случаях яровую пшеницу необходимо возделывать по минимальной технологии.

Основная доза фосфора вносится в паровое поле в расчете на обеспечение им всех культур высева. При размещении яровой пшеницы по зяби необходимо припосевное внесение  $N_{10-20}$   $P_{10-20}$  в зависимости от предшественника и удаления культуры от пара. Азотные удобрения регулируют рост вегетативной массы, определяющей уровень урожайности, повышают качество зерна, но для этого они должны быть сбалансированы с фосфорными удобрениями.

Оптимальная норма высева яровой пшеницы зависит от влагообеспеченности поля и способа посева. При посеве по отвальной зяби дисковыми сеялками норма высева составляет 2,7-2,8 млн. всхожих семян на гектар. По плоскорезной зяби, где посев производится стерневыми сеялками, норма несколько ниже – 2,5-2,7 млн. на гектар всхожих семян. Задержка с посевом яровой пшеницы необходима при высокой засоренности малолетними



сорняками, особенно овсюгом. В этом случае проводятся 1-2 предпосевные культивации и посев стерневыми сеялками.

Глубина посева зависит от увлажнения посевного слоя, погодных условий, качества посевного материала и других условий. Оптимальной глубиной заделки можно считать 5-6 см, а при необходимости допускается ее увеличение до 7-8 см.

Уборка урожая является завершающим этапом возделывания яровой пшеницы, и она должна выполняться в оптимальные сроки, без потерь, обеспечивать сохранность качества зерна. Прямым комбинированием рекомендуется убирать пшеницу при равномерном созревании и фазу полной спелости зерна, а также посевы прежде всего чистые от сорняков, без подгона, низкорослые или изреженные. Однако зачастую этого не происходит в виду сильного засорения посевов сорняками. Поэтому зачастую применяется двухфазная уборка. В фазе восковой спелости яровая пшеница скашивается в валки с последующим подбором и обмолотом зерна. К скашиванию хлебов приступают при влажности зерна 35%.

### **Ячмень**

В Западно-Казахстанской области районированы сорта: Донецкий 8, Илек 9.

Лучшими предшественниками ячменя являются: озимые по пару, пропашные, зернобобовые.

Средние сроки посева: 1 природно-климатическая зона – 25 апреля - 5 мая; 2 природно-климатическая зона – 20-30 апреля; 3 природно-климатическая зона – 15-25 апреля.

Основную обработку почвы под зернофуражные культуры следует проводить плоскорезами-глубококорыхлителями. Сроки проведения основной обработки почвы должны быть ранними, чтобы обеспечить лучшее накопление влаги еще в осенний период и полнее уничтожить сорные растения. В условиях влажного осеннего периода и при низкой стерне предпочтение следует отдавать минимальной обработке почвы.

В сухую осень целесообразно от основной обработки почвы отказаться вообще. Наличие высокой стерни положительно решает вопрос влагонакопления при нулевой обработке почвы при любой степени увлажнения осеннего периода и глубины промачивания почвы перед уходом в зиму. В данном случае происходит максимальная экономия трудовых и производственных ресурсов.

Если в рамках традиционной технологии боронование почвы является обязательным элементом технологии, то в условиях минимальной и нулевой технологии этот агроприем носит факультативный характер. Мульчирующий слой из растительных остатков (солома урожая и пожнивные остатки от предшественника) надежно защищает почву от испарения. Боронование следует проводить только в том случае, когда растительных остатков (солома, полова) имеется незначительное количество (после неурожайного года).

Так как основное фосфорное удобрение следует вносить однократно на паровом поле в расчете на всю ротацию севооборота, то под ячмень при посеве можно ограничиться  $N_{15-20}$   $P_{15-20}$ .

Семена ячменя для прорастания требуют небольших положительных температур, а всходы выносят заморозки, поэтому для культур приняты ранние сроки посева. Норма высева ячменя в хозяйствах первой и второй природно-экономических зон составляет 2,5-2,7, а в третьей – 2,3-2,5 млн. всхожих семян на 1 га.

Прямым комбинированием убирают низкорослый, изреженный, выращиваемый на небольших полях ячмень при его равномерном созревании, слабой засоренности посевов, без подгонов. Уборку начинают при наступлении полной спелости зерна. Раздельным способом убирают культуры на больших полях при устойчивой благоприятной погоде, засоренности посевов, наличии подгона, нормальной густоте и высоте стеблестоя.

## **Овес**

Районированы сорта овса – Мирный. Для овса лучшими предшественниками также являются озимые, пропашные и зернобобовые, но и как ячмень, он является замыкающей культурой в севооборотах.

Овес менее требовательный к почвенным условиям, что объясняется хорошо развитой корневой системой и высокой ее усваивающей способностью. Характерной особенностью овса является длительный период поступления в растение питательных веществ. Овес особенно реагирует на внесение азотных удобрений, но необходимо иметь в виду, что в условиях засухи увеличение вегетативной массы часто приводит к снижению доли зерна в ней.

Средние сроки посева: 1 природно-климатическая зона – 25 апреля - 5 мая; 2 природно-климатическая зона – 20-30 апреля; 3 природно-климатическая зона – 15-25 апреля.

Овес особенно реагирует на внесение азотных удобрений, но необходимо иметь в виду, что в условиях засухи увеличение вегетативной массы часто приводит к снижению доли зерна в ней. Поэтому для овса следует применять такие же дозы удобрений, как и для ячменя.

Семена ячменя и овса для прорастания требуют небольших положительных температур, а всходы выносят заморозки, поэтому для культур приняты ранние сроки посева. Норма высева овса, который распространен на первой зоне, 2,8-3,0 млн. всхожих семян на 1 га.

Прямым комбинированием убирают низкорослый, изреженный, выращиваемый на небольших полях овес при его равномерном созревании, слабой засоренности посевов. Уборку начинают при наступлении полной спелости зерна. Раздельным способом убирают культуры на больших полях при устойчивой благоприятной погоде, засоренности посевов, наличии подгона, нормальной густоте и высоте стеблестоя овса не менее 60 см.

## **Просо**

В области районированы сорта просо: Саратовское 3, Саратовское 10, Уральское 109, Яркое 7.

Лучшим предшественником проса в полевых севооборотах являются озимые культуры. Кроме того, исследования показывают, что замена яровой пшеницы просом в 4-польном полевом севообороте с озимыми культурами по пару увеличивает выход зерна с 1 га пашни на 0,8 ц/га и показатель устойчивости продуктивности на 7%.

Просо само является хорошим предшественником. Размещенное третьей культурой после пара, оно формирует выше урожайность, чем вторая культура – пшеница, при этом оставляло после себя в метровом слое почвы на 20-30 мм больше продуктивной влаги.

Просо наиболее отзывчиво на дифференцированный подход к определению приемов и способов основной обработки почвы. В подавляющем большинстве лет преимущества имеет мелкая (12-14 см) плоскорезная обработка почвы и вспашка (25-27 см), по сравнению с глубокой плоскорезной обработкой на 25-27 см.

Преимущество мелкой плоскорезной обработки почвы под просо сохранялось как в разрезе влажных, так и сухих лет.

Основная доза фосфора вносится в паровое поле в расчете на обеспечение им всех культур в севообороте. При размещении проса после озимых достаточно припосевного внесения N15P15 для обеспечения ускоренного роста и развития растений в первые периоды жизни. Просо является одной из наиболее отзывчивых культур на этот способ внесения.

Основной обработке почвы должна предшествовать поверхностная для заделки семян сорняков в почву, рыхлении верхнего слоя и сокращения потерь влаги.

Высевают просо рядовым способом, как правило, стерневыми сеялками, которые лучше, чем дисковые заделывают семена во влажный слой почвы. Лучшие результаты получаются при посеве культуры в прогретую до – 10-12°C почву. По календарно это приходится на конец первой - начало второй декады мая.



В засушливые годы просо следует высевать раньше, а во влажные, с холодной весной - позже. Более чистые от сорняков участки необходимо засеять в первую очередь. Важно не допускать разрыва между предпосевной культивацией и севом.

Норма высева зависит от почвенно-климатических условий, сроков и способов посева. Рекомендуется в первой природно-экономической зоне высевать 2,0-2,2 млн. всхожих семян на гектар, во второй и третьей – несколько меньше.

Для получения нормальных всходов проса большое значение имеет глубина заделки семян. Лучше заделывать семена на глубину 5-6 см. При пересыхании верхних слоев почвы семена можно высевать на глубину 7-8 см. Все семена должны попасть во влажный слой почвы и в зависимости от того, на какой глубине он расположен, устанавливается глубина заделки.

Основной способ уборки – раздельный. Просо скашивается в валки за три-четыре дня до наступления полной спелости основной массы метелок, когда зерно в них созревает на 80-85% и влажность не превышает 26-28%. Обмолот зерна начинают при влажности 15-17% и заканчивают за три-пять дней.

## **8.2 Зернобобовые культуры**

### **Нут**

Районированные сорта: Юбилейный, Волгоградский 10.

Лучшие предшественники для нута – озимые культуры, возделываемые по пару и яровые зерновые после озимых. В севооборотах он является почвоулучшителем и может использоваться как разделитель яровых зерновых хлебов.

Нут и сам является хорошим предшественником. Однако не следует сеять нут по нуту (или другим бобовым культурам), чтобы избежать возможности поражения корневой гнилью.

Основная обработка почвы под нут проводится на глубину 25-27 см. При безотвальном способе обработки увеличивается содержание влаги в почве, так как уборка озимых на более высоком срезе обеспечивает увеличение снегового покрова. Вспашка целесообразна при высокой засоренности корневищными сорняками. В этом случае ей должна предшествовать поверхностная обработка дисковыми орудиями для разрезания корневищ на мелкие отрезки. Замена вспашки или глубокого плоскорезного рыхления почвы под нут в качестве зяблевой обработки на минимальную не снижает продуктивность этой культуры.

Нут хорошо отзывается на удобрения, особенно фосфорные. При внесении в паровое поле навоза и фосфорных удобрений на всю ротацию севооборота, под нут достаточно внести при посеве  $P_{10-15}$ . В качестве фосфорного удобрения лучше использовать молибденизированный суперфосфат, усиливающий симбиотическую фиксацию азота.

Нут более требователен к теплу, чем горох, особенно в фазах цветения и созревания, но и устойчив к заморозкам. Наилучшая температура почвы для быстрого прорастания семян и получения дружных всходов - 6-8°C тепла. Поэтому посев нута проводится в ранние сроки в конце сева ячменя, овса и яровой пшеницы. Запаздывать с посевом опасно, так как семена требуют много влаги для прорастания.

Норма высева дифференцируется в зависимости от крупности семян и степени увлажнения почвы перед посевом. По годам колеблется от 0,7 до 0,8 млн. всхожих семян на гектар или 200-235 кг/га. Посев нута проводится стерневыми сеялками на глубину 6-8 см.

В системе мер по уходу за нутом большое значение имеет проведение до- и послевсходового боронования. Этот агроприем уничтожает массовые проростки малолетних сорняков и разрушает почвенную корку, если она образуется после выпадающих осадков.

При одновременном созревании нута уборка проводится прямым комбинированием. Если посевы сильно засорены и наблюдается растянутое созревание семян, применяется раздельная уборка. Скашивание проводится при пожелтении большинства бобов в течение трех-четырех дней. Подбор и обмолот валков нута проводят при влажности зерна 16-20%.

Зерно из-под комбайна необходимо сразу же подвергнуть первичной очистке на току, во избежание потери их всхожести вследствие высокой гигроскопичности.

### **8.3 Масличные культуры**

#### **Горчица**

В области районированы сорта: ВНИИМК 11, Рушена.

Под горчицу отводятся по возможности чистые от сорняков поля. Поскольку в области практикуется посев под полупокров горчицы многолетних трав, то основная обработка почвы под горчицу должна проводиться плугами на глубину пахотного горизонта. В случае посева горчицы в чистом виде основную обработку зяби можно проводить плоскорезами.

Предпосевная обработка почвы заключается главным образом в ранневесеннем бороновании по мере поспевания почвы. Горчица сильно повреждается вредителями. В связи с этим необходимо предусмотреть обработки её пестицидами 2 раза за вегетацию. Уборка горчицы проводится раздельным способом. При побурении 2/3 основной массы стручков горчица скашивается в валок, высота среза при этом может составлять 18-20 см.

Наилучший способ посева – посев с междурядьями 30 см и нормой высева 2,0 млн. всхожих семян на гектар. В весовом отношении это составляет 6-7 кг/га. Оптимальная глубина заделки семян 4-5 см. Перед посевом можно внести аммофос или нитроаммофос из расчета 10-12 кг/га действующего вещества фосфора. После посева обязательным агроприемом является прикатывание.

Горчица сильно повреждается вредителями. В связи с этим необходимо предусмотреть обработки её пестицидами 2 раза за вегетацию. Лучшим приемом защиты молодых всходов от вредителей является заблаговременная инкрустация семян горчицы. Такая обработка обеспечивает защиту не только семян, но и молодых растений в течение 45 дней после всходов.

Уборка горчицы проводится раздельным способом. При побурении 2/3 основной массы стручков горчица скашивается в валок, высота среза при этом может составлять 18-20 см.

#### **Подсолнечник**

В области районированы сорта: Оскил, Кый.

Средние сроки посева: 1 природно-климатическая зона – 5-15 мая; 2 природно-климатическая зона – 25 апреля - 5 мая; 3 природно-климатическая зона – 25 апреля - 5 мая.

Лучшие предшественники для подсолнечника – озимые, идущие по чистым парам, и яровые колосовые, очищенные от сорняков при подготовке почвы. Подсолнечник нельзя размещать после суданки и возвращать на одно и то поле севооборота раньше 5-7 лет.

Глубина основной обработки почвы проводят плугами или плоскорезами – глубокорыхлителями должна быть 25-27 см. Весной после закрытия влаги обязательным условием является проведение предпосевной культивации на глубину 6-8 см с последующим прикатыванием.

Система удобрений подсолнечника складывается из основного и предпосевного внесения. Большую долю минеральных удобрений следует вносить с осени под основную обработку. Уход за посевами состоит из боронования посевов до и после всходов, а также междурядных обработок с использованием приспособлений для уничтожения сорняков в защитной зоне рядка.

Посев подсолнечника лучше всего проводить сеялками СПУ-6,8, СУПН-8 с нормой высева семян, исходя из наличия 20-30 тысяч штук растений на один гектар. Глубина заделки семян не должна превышать 6-8 см. Высевают подсолнечник в сроки, когда почва на глубине заделки семян прогреется до 8-10°C.

Уход за посевами состоит из боронования посевов до и после всходов, а также междурядных обработок с использованием приспособлений для уничтожения сорняков в защитной зоне рядка. Нельзя бороновать посева подсолнечника в фазе появления семядольных листочков. Необходимо дождаться двух-трех пар настоящих листьев.

На силос подсолнечник убирают силосным комбайном в период массового цветения корзинок (50-75% цветущих растений) и заканчивают обязательно до огрубления стеблей.

### **Сафлор**

В области возделывается сафлор сорта Центр 70. Лучшим предшественником для сафлора является озимая пшеница.

Средние сроки посева: 1 природно-климатическая зона – 10-25 мая; 2 природно-климатическая зона – 5-15 мая; 3 природно-климатическая зона – 1-10 мая.

Основная обработка почвы проводится как плугом, так и плоскорезом на глубину пахотного горизонта. Весной обязательным агротехническим приемом является боронование почвы в период её физической спелости.

Посев сафлора проводится в ранние сроки на глубину 2,5-4,0 см. Более глубокая заделка семян приводит к гибели части всходов. Лучше всего выдержать такую глубину заделки семян можно при посеве сафлора дисковыми сеялками. Почву перед посевом необходимо прокультивировать, а после посева прикатать кольчато-шпоровыми катками.

Сеется сафлор нормой высева 500-600 тыс. штук на гектар с шириной междурядий 30 см. при меньшей норме высева наблюдается падение продуктивности из-за изреженности посевов. Увеличение междурядий более 30 см приводит к необходимости дополнительной обработки от сорняков. Экспериментально установлено, что при высева сафлора с междурядьями 30 см рост сорняков угнетается самим сафлором.

Сафлору в основном вредят те же насекомые, которые поражают и подсолнечник, однако имеются и вредители, свойственные только этой культуре – сафлорная мушка. Основной мерой борьбы с сафлорной мушкой считается агротехническая: ранний срок сева и борьба с сорняками, поскольку мушки откладывают яйца на таких сорняках, как чертополох, лопух и другие. Из болезней, поражающих сафлор, наибольшие распространение имеют ржавчина, пятнистость листьев, фузариоз, склеротиния. Для предупреждения развития этих заболеваний необходимо соблюдать меры борьбы, рекомендуемые применительно к подсолнечнику. Семена сафлора устойчивы к осыпанию, поэтому уборку его можно осуществлять после уборки основных зерновых культур.

Созревание сафлора определяется следующими признаками: растение желтеет, семена приобретают нормальный белый цвет и твердость. Семена сафлора устойчивы к осыпанию, поэтому уборку его можно осуществлять после уборки основных зерновых культур.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Колосков П.И. Агроклиматическое районирование Казахстана. – М.: Издательство академии наук СССР, 1947. – 267 с.
- 2 Агроклиматические и водные ресурсы районов освоения целинных и залежных земель. Под ред. Ф.Ф.Давитая. – Л.: Гидрометеиздат, 1955. – 465 с.
- 3 Утешев А.С. Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. 370 с.
- 4 Агроклиматический справочник по Западно–Казахстанской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 127 с.
- 5 Байшоланов С.С. О проблемах агрометеорологического прогнозирования в Казахстане // Вестник КазГУ, Серия географическая Вып. 1(11). 2001. – Алматы, КазГУ. С. 32–37.
- 6 Лосев А.П. Практикум по агроклиматическому обеспечению растениеводства. – СПб.: Гидрометеиздат, 1994. – 243 с.
- 7 Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 200 с.
- 8 Грингоф И.Г., Клещенко А.Д., Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том 1. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия. – Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ–МЦД», 2011. – 808 с.
- 9 Севастьянова Л.М., Николайченко Ю.Н. Потенциальные ветро– и гелиоэнергетические ресурсы в Алтайском крае // Вестник Томского государственного университета. 2012. – № 365. – С. 187–193.
- 10 Мищенко З. А. Агроклиматология: учебник. – К.: КНТ, 2009. – 512 с.
- 11 Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. Санкт–Петербург: Гидрометеиздат, 1992. – 424 с.
- 12 Руководство по агрометеорологической практике. Второе издание. ВМО – №134 Женева, 1981. – С.106–107.
- 13 Педь Д.А. О показателе засухи и избыточного увлажнения. //Тр. ГМЦ СССР. Вып. 156, 1975. – С.19–39.
- 14 Руководство для пользователей стандартизованного индекса осадков // Погода–Климат–Вода. ВМО –№1090, 2012. – 25 с.
- 15 Григорук В.В., Аюлов А.М., Долгих С.В. Байшоланов С.С. Акмолинская область: климат и урожай. Алматы, 2012. – 88 с.
- 16 Байшоланов С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана // Гидрометеорология и экология. № 3. Алматы, 2010. РГП «Казгидромет», С. 27–38.
- 17 Серякова Л.П. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. –180 с.
- 18 Справочник по показателям и индексам засушливости. ВМО–№ 173. 2016. – 60 с.
- 19 Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. Санкт–Петербург: Гидрометеиздат, 2005. –525 с.
- 20 Страшная А.И., Пурина И.Э., Чуб О.В., Задорнова О.И., Чекулаева Т.С. Автоматизированная технология мониторинга и расчета количества декад с почвенной и атмосферно–почвенной засухой под зерновыми культурами // Труды Гидрометцентра России, 2013. Вып. 349. – С. 150–160.
- 21 Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В. Основы оперативной системы оценки развития засух и ее опыт экспериментальной эксплуатации // Труды ВНИИСХМ. 2002. Вып. 34. – С. 48–66.
- 22 Дмитриева Л.И. Оценка временной изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур /Методическое указание/ –Одесса: ОГМИ, 1985. –19 с.
- 23 Муканов Е.Н. Байшоланов С.С. Районирование и оценка засушливости вегетационного периода на территории Казахстана // Материалы международной научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы прикладной гидрометеорологии». – Одесса: ОДЕКУ, 2012. –С. 100–104.

- 24 Пасечнюк, Л.Е., Сенников В.А. Агроклиматическая оценка суховея и продуктивность яровой пшеницы. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 126 с.
- 25 Методические указания по составлению «Научно–прикладного справочника по агроклиматическим ресурсам СССР (серия 2, ч. 1 и 2). – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 149 с.
- 26 Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. – Алматы, 2010. – 264 с.
- 27 Методические указания по определению влияния неблагоприятного природного явления на вегетацию сельскохозяйственных культур для определения факта наступления страхового случая. РГП «Казгидромет». Алматы, 2006. – 24 с.
- 28 Долгих С.А. Опасность сильных дождей // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. – Алматы, 2010. –С. 138.
- 29 Чередниченко А.В. Опасность градобития // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. –Алматы, 2010. –С. 142.
- 30 Байшоланов С.С., Пиманкина Н.В. Риск и опасность сильных метелей // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. –Алматы, 2010. – С. 152–154.
- 31 Агроклиматические ресурсы Алматинской области Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 199 с.
- 32 Агроклиматический справочник по Акмолинской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 135 с.
- 33 Бадина Г.В. Возделывание бобовых культур и погода. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 241 с.
- 34 Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 470 с.
- 35 Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. –М.: Т–во научных изданий КМК. 2006. – 512 с.
- 36 Акшалов К.А. Высокоэффективные технологии возделывания зерновых культур в полузасушливых условиях Северного Казахстана. Методические рекомендации. 2009. –57 с.
- 37 Руководство по агрометеорологическим прогнозам. Том 1. Л.:Гидрометеиздат, 1984. – 290 с.
- 38 Лубнин М.Г. Методическое пособие по оценке агрометеорологических условий периода уборки зерновых культур. Москва: Гидрометеиздат, 1975. – 31 с.
- 39 Колосков П.И. О биоклиматическом потенциале и его распределении по территории СССР // Труды НИИАК Вып. 23. 1953. – С. 90–111.
- 40 Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 248 с.
- 41 Сапожникова С.А. Опыт интегральной сельскохозяйственной оценки климата территории социалистических стран Европы / С.А.Сапожникова // Агроклиматическое районирование пяти основных сельскохозяйственных культур на территории социалистических стран Европы. – София. Изд–во Болгарской АН, 1979. – С. 99–120.
- 42 Батталов Ф.З. Сельскохозяйственная продуктивность климата для яровых зерновых культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 112 с.
- 43 Сиротенко О.Д. Математические модели водно–теплового режима и продуктивности агроэкосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 167 с.
- 44 Павлова В.Н. Развертка информации о возможных изменениях климата для расчетов по динамическим моделям формирования урожая // Труды ВНИИСХМ. Вып. 21. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 84–92.



- 45 Абашина Е.В., Сиротенко О.Д. Прикладная динамическая модель формирования урожая для имитационных систем агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства // Труды ВНИИСХМ Вып. 21. –Л.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 13–18.
- 46 Сиротенко О.Д. Имитационная система климат–урожай СССР // Метеорология и гидрология, № 4. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. –С. 67–73.
- 47 Сиротенко О.Д., Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Абашина Е.В., Павлова В.Н. Современные климатические изменения теплообеспеченности, увлажненности и продуктивности агросферы России // Метеорология и гидрология, №8, – М.: Росгидромет, 2007. –С. 90–103.
- 48 Сиротенко О.Д., Клещенко А.Д., Павлова В.Н., Абашина Е.В., Семендяев А.К. Мониторинг изменений климата и оценка последствий глобального потепления для сельского хозяйства. – Агрофизика, №3, 2011. –С. 31–39.
- 49 Павлова В.Н. Агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России при реализации новых климатических сценариев в XXI веке // Труды ГГО, Вып. 569. 2013. –С. 20–37.
- 50 Республика Казахстан. Окружающая среда и экология. Т.3. Под. ред. Медеу. А.Р. 2–е изд. Алматы, 2010. – С. 366–367.
- 51 Официальный Интернет–ресурс Западно–Казахстанской области [электронный ресурс]. – 2000–2014. – URL: <http://bko.gov.kz> (дата обращения: 25.05.2015).
- 52 Е.Н. Вилесов, А.А. Науменко, Л.К. Веселова, Б.Ж. Аубекеров. Физическая география Казахстана: учебное пособие. – Алматы: Изд–во «Қазақ университеті», 2009. – 362 с.
- 53 Мун А.И., Бектурова А.Б. Распределение микроэлементов в водоемах Казахстана.– Алматы: Наука, 1991.–263 с.
- 54 Веселов В.В., Сыдыков Ж.С. Гидрогеология Казахстана. – Алматы: Институт гидрогеологии им. У.М. Ахмедсафина, 2004. – 484 с.
- 55 Веселов В.В. Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана: (анализ результатов исследований за 1961–2002 гг.). –Алматы, 2002. – 438 с.
- 56 Чуйков Ю.С. Растительный мир Каспийского моря // Каспий – настоящее и будущее. – Астрахань: Изд–во ИТА "Интерпресс", 1996. – с.30–60.
- 57 Мамышева М.В., Дарбаева Т.Е., Бохорова С.Н. Парциальные флоры в пределах Общего Сырта на территории // Известия Самарского научного центра РАН, 2010, том 12, №1–3. – С. 757–759.
- 58 Петренко А.З. Зеленая книга Западно–Казахстанской области. Изд–во РИО, 2001. –194 с.
- 59 Ботаническая география Казахстана и Средней Азии / Под ред. Е.И. Рачковской и др. – СПб., 2003. – 424 с.
- 60 Байдулова Л. Животный мир Западно–Казахстанской области. – Уральск, 2001. – 132 с.
- 61 Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд–во МГУ, 2001. – 528 с.
- 62 Научно–прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 18. Казахская ССР. Книга 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 514 с.
- 63 Сарсенбаев М.Х., Калдарбекова Ж.М. Испаряемость, ее определение и распределение по ландшафтным зонам Казахстана // Гидрометеорология и экология. № 3. –Алматы, 2014. РГП «Казгидромет» С.105–112.
- 64 Журавлев Г.Г., Задде Г.О. Оценка ветроэнергетического потенциала Кемеровской области // Вестник Томского государственного университета. 2013. – № 376. – С. 175–181.
- 65 Дробышев А.Д., Пермьяков Ю.В. Ветровая энергия и ее возможный вклад в ресурсосбережение и экологию Прикамья: учебное пособие. – Пермь: Изд–во Перм. ун–та, 1997. – 112 с.

- 66 Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / под ред. Н.В.Кобышевой и К.Ш.Хайруллина. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 320 с.
- 67 Республика Казахстан. Том 3: Окружающая среда и экология. Под. ред. Медеу. А.Р. 2–е изд. – Алматы, 2010. – С. 134-147.
- 68 Почвы Казахской ССР. – Алма-Ата: Изд-во «Наука», 1983. – 238 с.
- 69 Почвенная карта Казахской ССР. Под редакцией У.У. Успанова. М-ба 1:2500000. – М.: Изд-во «ГУГК», 1976. – 2 с.
- 70 Ерохина О.Г., Кусаинова М.М., Соколов А.А., Пачикин К.М. Почвенная карта // Национальный атлас Республики Казахстан. Том 1: Природные условия и ресурсы. – Алматы, 2006. – С. 96–97.
- 71 Плодородие почв // Национальный атлас Республики Казахстан. Том 3: Окружающая среда и экология. – Алматы, 2006. – 85 с.
- 72 Ерохина О.Г., Кусаинова М.М., Соколов А.А., Пачикин К.М. Почвы Казахстана // Республика Казахстан. Том 1: Природные условия и ресурсы. – Алматы, 2006. – С. 316–361.
- 73 Соколов А.А. Природные зоны Казахстана // Агрохимическая характеристика почв СССР. Казахстан и Челябинская область. – М.: Изд-во «Наука», 1968. – С. 9–24.
- 74 Дурасов А.М., Тазабеков Т.Т. Почвы Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – 152 с.
- 75 Берг Л.С. Географические зоны Советского Союза, учебное пособие. – Т. 2. – М.: Изд-во «Географгиз», 1952. – 510 с.
- 76 Дмитриевский Ю.Д. Природно-ресурсный потенциал и природно-ресурсное районирование // Географические исследования регионального природно-ресурсного потенциала. – Саранск, 1991. – С. 13–20.
- 77 Лиманская В.Б. Озимые зерновые на западе Казахстана. Аграрный сектор: информационно-аналитический и научно-популярный журнал. №1(23). Астана, 2015. – С. 70–73.
- 78 Лиманская В.Б., Зинченко Н.Г. Рекомендации по внедрению влагоресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в Западно-Казахстанской области. РГКП «ЗКАТУ им. Жангир хана. Уральск, 2008. – 50 с.
- 79 Бисенов Г.С., Лиманская В.Б., Чекалин С.Г., Анисимова И.А., Унгарбеков М.К., Зинченко Н.Г., Браун Э.Э., Вьюрков В.В., Турганбаев Т.А. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Западном Казахстане (Западно-Казахстанская область). ЗКФ АО «НЦНТИ», Уральск, 2009. – 152 с.
- 80 Лиманская В.Б., Осипенко Н.В., Чекалин С.Г. Возделывание многолетних трав в адаптивно-ландшафтном земледелии Западного Казахстана. Мат. Междунар. научно-практ. конф. «Эрозия почв: Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства». Ульяновск, 2009. – С. 53–55.
- 81 Чекалин С.Г., Лиманская В.Б., Осипенко Н.В. Ресурсосберегающая технология возделывания полевых культур по пласту многолетних трав (Рекомендации). ЗКФ АО «НЦНТИ». Уральск, 2011. – 57 с.
- 82 Лиманская В.Б., Чекалин С.Г. Минимизация обработки почвы в почвозащитных технологиях возделывания зерновых культур в условиях степных и сухостепных агроландшафтов. Сб. междунар. конф. «Ноу-Тилл и плодосмен – основа аграрной политики ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства», Астана, 2009. – С. 142–145.