

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ»

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ АКМОЛИНСКОЙ 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)  
д.г.н., проф. Клещенко А.Д. (подразделы 1.10, 3.5)  
к.г.н. Мусатаева Г.Б. (раздел 7)  
Жакиева А.Р. (разделы 2, 4)  
Габбасова М.С. (разделы 3, 4)  
Муқанов Е.Н. (разделы 3, 5)  
Акшалов К.А. (раздел 8)  
Чернов Д.А. (картографические материалы)

Агроклиматические ресурсы Акмолинской области: научно–прикладной справочник / Под ред. С.С. Байшоланова – Астана, 2017. – 133 с.

ISBN 978-601-7150-83-9

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 978-601-7150-83-9

## 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.....	42
3.1 Агроклиматические зоны.....	42
3.2 Ресурсы солнечной радиации.....	46
3.3 Ресурсы тепла.....	49
3.3.1 Режим температуры воздуха.....	49
3.3.2 Климатические сезоны года.....	54
3.3.3 Континентальность климата.....	55
3.3.4 Продолжительность вегетационного периода.....	55
3.3.5 Теплообеспеченность вегетационного периода.....	59
3.4 Ресурсы влаги.....	62
3.4.1 Режим атмосферных осадков.....	62
3.4.2 Режим снежного покрова.....	64
3.4.3 Режим увлажнения почвы.....	65
3.4.4 Влагообеспеченность вегетационного периода.....	68
3.4.5 Засушливость вегетационного периода.....	73
3.5 Биоклиматический потенциал.....	75
3.6 Режим влажности воздуха.....	77
3.7 Режим ветра.....	77
3.8 Температурный режим почвы.....	82
4 НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ПОГОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.....	84
4.1 Засуха.....	84
4.2 Суховей.....	88
4.3 Заморозки.....	90
4.4 Гроза.....	92
4.5 Градобитие.....	93
4.6 Пыльные бури.....	93
4.7 Метели.....	94
5 КЛИМАТИЧЕСКИЕ СРОКИ ФАЗ РАЗВИТИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	95
5.1 Климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур.....	95
5.2 Климатические сроки созревания и начала уборки урожая ранних яровых зерновых культур.....	96
6 АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	101

7 ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ.....	110
7.1 Типы почв.....	110
7.2 Механический состав почв.....	120
8 ОСНОВНЫЕ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ.....	123
8.1 Яровые зерновые культуры.....	123
8.2 Зернобобовые культуры.....	125
8.3 Масличные культуры.....	126
8.4 Кормовые культуры.....	128
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	130

## 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 Акмолинской 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.);

– фотопериодический 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, агротехнологии.

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 ( $Im$ ) с некоторыми незначительными изменениями для того, чтобы описать количественно сухие климаты. В этом уравнении [12]:

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

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]:

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

При низких температурах это приближение становится неверно, но обобщение, что  $Im$  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  $Im$  от минус 50 до минус 85. Картер и Матер (1966 г.) определили граничное значение  $Im$  – 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
$\geq 1,40$		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 Байшолановым 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 ежелекадного 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] Байшолановым 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
≥ 0,80	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°C. Закрытые бутоны выдерживают заморозки до минус 4°C.

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

Культура	Начало повреждения и частичная гибель (°C)			Гибель большинства растений (°C)		
	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°C – перезимовка не обеспечена.
- 2) со средней температурой января минус 10-15°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°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°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 – минус 16°C, у озимой пшеницы – минус 18 – минус 22°C, у озимой ржи – минус 20 – минус 24°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°C. При температуре выше минус 18°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 закали 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 [4];
- при низких температурах воздуха порядка минус 25 – минус 35°С благоприятная перезимовка возможна при высоте снежного покрова 25–35 см [4];
- 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 закали растений [31]

Абсолютный минимум температуры воздуха, °С	Средняя высота снежного покрова при различных условиях осенней закали, 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]:

$$K_c = \frac{\bar{T}_m}{C} \quad (1.15)$$

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  $10^{\circ}\text{C}$ .

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, 32].

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; Е – 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); д) – яровые культуры сверхраннего посева, очень морозоустойчивые; е) – яровые культуры раннего посева (переход через 5°C), довольно морозоустойчивые; ф) – яровые культуры позднего посева (переход через 10°C); г) – 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 [33]. 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, 34].

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 [35].

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. 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, 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 [38]. 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 [39] 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 [40].

Ф.З. Батталов [41] 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 [39] 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;

$\sum t_{ак(баз)}$  – 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 [40] 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 энергомассобмена и продуктивности агроэкосистем - имитационная система «Климат–Почва–Урожай» [42-48].

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  $мг/см^2$  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  $5^\circ C$  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

Акмолинская область расположена в северной части Казахстана. На севере граничит с Северо–Казахстанской областью, на западе – с Костанайской областью, на юге – с Карагандинской областью, на востоке – с Павлодарской областью. Площадь территории области составляет 146,2 тыс. км<sup>2</sup>. Протяженность территории области с севера на юг составляет около 350 км, а с запада на восток – более 500 км [49].

В состав Акмолинской области входят 17 административных районов, 2 города областного значения – г. Кокшетау и г. Степногорск. В центре области расположена столица Казахстана г. Астана, административно не входящая в область. Также имеются 8 городов, 15 посёлков, 245 сельских (аульных) округов (таблица 2.1, рисунок 2.1) [50].

Таблица 2.1 – Административное деление Акмолинской области [50]

Район	Районный центр	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>
Астана г.а.	г. Астана	
Кокшетау г.а.	г. Кокшетау	
Степногорск г.а.	г. Степногорск	
Аккольский	г. Акколь	9,4
Аршалынский	п. Аршалы	5,8
Астраханский	с. Астраханка	7,4
Атбасарский	г. Атбасар	10,6
Буландынский	г. Макинск	5,1
Бурабайский	г. Щучинск	5,9
Егиндыкольский	а. Егиндыколь	5,4
Енбекшильдерский	г. Степняк	11,0
Ерейментауский	г. Ерейментау	17,8
Есильский	г. Есиль	8,0
Жаксынский	а. Жаксы	9,7
Жаркайынский	г. Державинск	12,1
Зерендынский	а. Зеренды	7,8
Коргалжынский	а. Коргалжын	9,3
Сандыктауский	с. Балкашино	6,4
Целиноградский	с. Акмол	7,9
Шортандынский	п. Шортанды	4,7

### Рельеф и геологическое строение

На территории Акмолинской области выделяются лесостепная (колочная лесостепь), степная и сухостепная природные зоны.

На рисунке 2.2 представлена физико–географическая карта Акмолинской области. Территория Акмолинской области характеризуется преобладанием увалисто–холмисто–мелкосопочным рельефом. Северную часть занимает возвышенность Кокшетау, с общим уклоном местности – с востока на запад. На крайнем юго–востоке расположены горы Ерейментау. Северо–западная часть (прилегающая к долине Есиль, на участке её поворота к северу) представляет равнинное плато, расчлененное сухими оврагами и балками. Крайняя северо–восточная часть Акмолинской области лежит в пределах Западно–Сибирской низменности.

По характеру рельефа Акмолинскую область можно разделить на 3 части: северо–западную с преобладанием равнинного рельефа, юго–западную с преобладанием равнинного с отдельными холмами и восточную с преобладанием возвышенного рельефа.

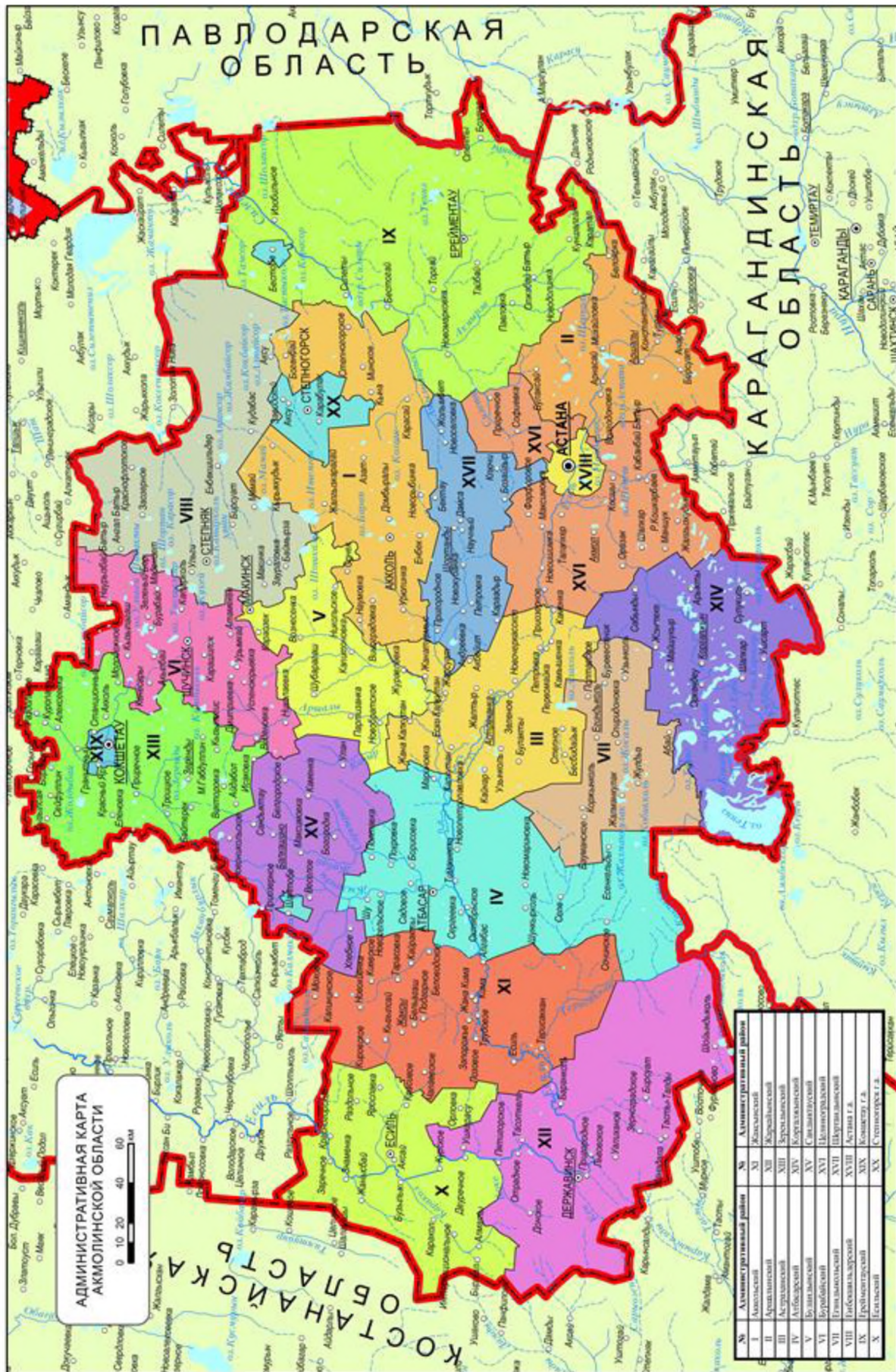


Рисунок 2.1 – Административно-территориальное деление Акмолинской области

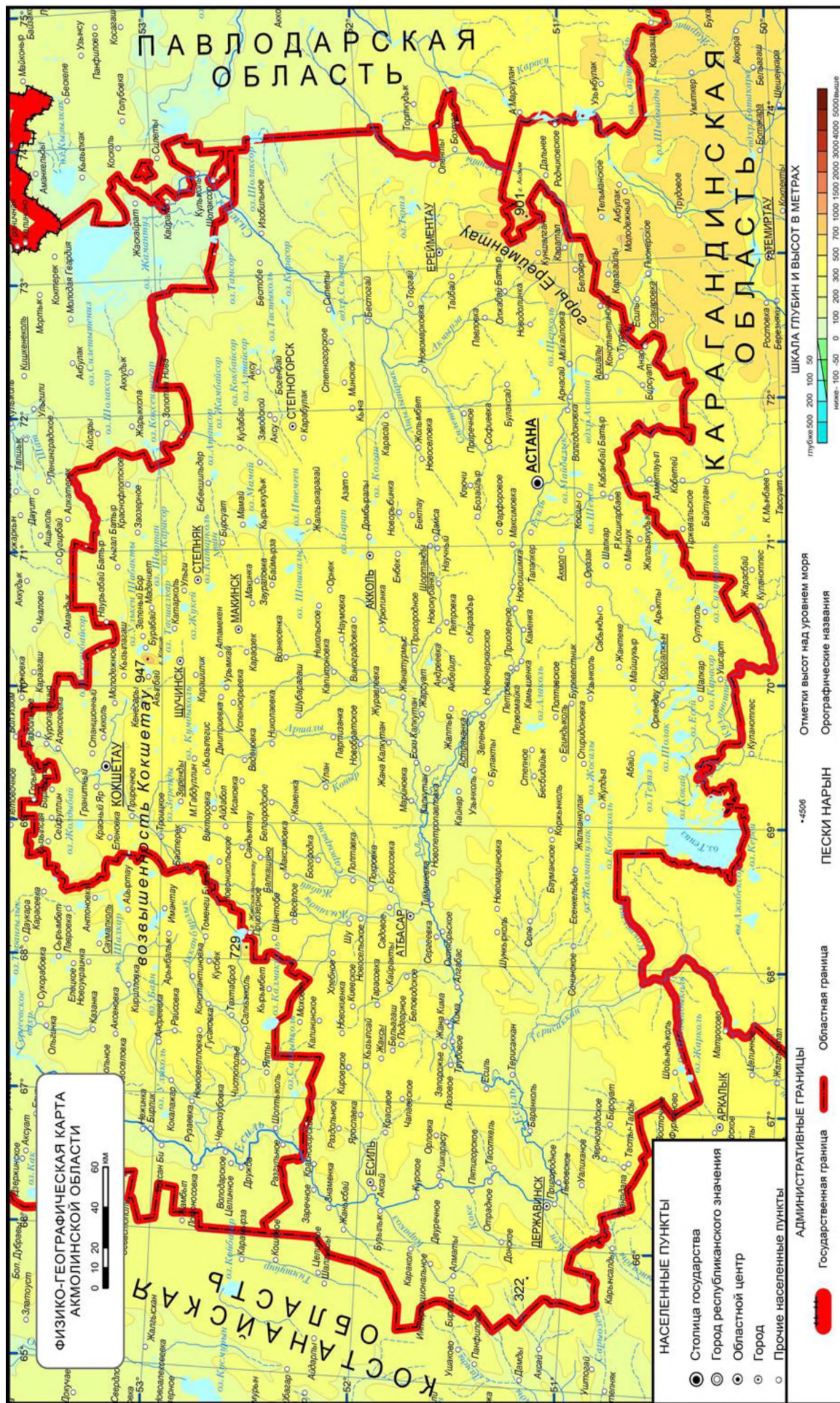


Рисунок 2.2 – Физико-географическая карта Акмолинской области

В понижениях между холмами располагаются котловины различной величины. Замкнутые котловины между сопками, размерами от нескольких десятков метров до нескольких десятков километров в диаметре, заняты озерами.

Понижения между холмами заняты широкими плоскими долинами или замкнутыми неглубокими котловинами. Депрессии рельефа выполнены осадочными породами – песчаниками, глинами, перекрытыми рыхлыми продуктами разрушения коренных пород. По речным долинам распространены аллювиальные отложения, представленные толщами песков, галечников и глин, достигающих мощности 20–30 м (долины рек Нуры, Есиль и некоторых других).

Амплитуда высот в пределах Акмолинской области значительна (около 600 м), что обусловлено не только наличием отдельных возвышенностей, но и расположением этой территории на границе с Западно–Сибирской низменностью. Долины рек Есиль и Селеты имеют абсолютные отметки около 200 м.

Таким образом, основным элементом рельефа Акмолинской области является волнистая равнина с разбросанными по ее поверхности изолированными сопками или группами возвышенностей.

Геологическое строение территории Акмолинской области можно представить следующим образом. Начиная с допалеозоя и до верхнего палеозоя, значительная часть территории области представляла собой море с большим количеством островов, главным образом вулканического происхождения. Весь этот период характеризуется проявлением интенсивной вулканической деятельности и накоплением огромного количества вулканогенных отложений. В девонское время происходит общее поднятие территории на фоне интенсивной вулканической деятельности. В верхнем палеозое территория почти полностью освобождается от моря и происходит накопление континентальных отложений пролювиального генезиса. В продолжение всего мезозоя существовали континентальные условия. Территория представляла типичный пенеплен, который сохранился до настоящего времени. В третичное время отмечается морская трансгрессия небольшими заливами и лагунами по древним речным долинам. В этот период происходит формирование современной гидрографической сети. Четвертичный период характеризовался континентальными условиями. Неоднократные перераспределения суши и моря, изменения климата, интенсивная вулканическая деятельность обусловили большое разнообразие пород по генезису и петрографическому составу.

Таким образом, речные аллювиальные отложения характеризуются выраженной неоднородностью гранулометрического состава и слоистостью. Этот слоистый аллювий представлен суглинками, супесями и песками. Озерно–аллювиальные отложения представлены глинами, тяжелыми иловатыми суглинками, нередко с включением засоленных пород.

### **Гидрография**

Наиболее крупными реками области является Есиль и Чаглинка. Реки мелководны, несудоходны, питаются за счет талых вод и в меньшей степени – грунтовых источников. Летом реки часто пересыхают, вода в них становится соленоватой. Притоками Есиль являются Терсаккан, Жабай, Колутон и др. Многие реки оканчиваются в бессточных озёрах (реки Нура, Селеты, Оленты). На территории области присутствуют около 40 водохранилищ, наиболее крупные – Астанинское водохранилище на реке Есиль, и Селетинское водохранилище на реке Селеты.

В Акмолинской области насчитывается 94 пресных озер. Наиболее крупные: Коргалжын, Кошаколь, Шолакшошар, Балыктыколь, Уялышалкар и др. Крупные соленые озера – Тенгиз, Керей, Кыпшак, Итемген, Мамай, Улькен Сарыоба. Для пополнения озер Коргалжинской системы и улучшения водоснабжения г. Астана через р. Нура пропускается 70–74 млн. м<sup>3</sup> питьевой воды [51].

Щучинско–Боровской район богат озерами. Это главным образом пресные и слабосоленоватые озера. Имеются и целебные озера Майбалык и Балпашсор.

Десятки озер занимают котловины мелкосопочника и возвышенной равнины Акмолинской области. Наибольшие из них – соленые озера Тенгиз около 40 км шириной, Калмыкколь и др., меньшие по размерам – пресноводные Алаколь, Шоиндыколь и др. [49].

Основные источники питания большинства рек – талые снеговые воды и летне–осенние дожди. В соответствии с особенностями источников питания режима стока по сезонам неравномерен: примерно 70 – 80% годового стока приходится на весну и лето, и только 3–5% падают на зимние месяцы [52].

Грунтовые воды залегают на глубине 4–10 м. По качеству воды преобладают солоноватые и пресные, реже соленые. Грунтовые воды не образуют сплошного водного горизонта. Все реки данного региона отличаются устойчивым режимом и имеют постоянное течение.

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

Растительный покров области в видовом отношении весьма разнообразен, здесь произрастает около 830 видов цветковых растений, относящихся к 73 семействам, в т. ч. астровые – 113 вида, злаковые – 65, бобовые – 60, маревые – 51 вид [53].

В северной части области распространены березовые колки, разнотравно-злаковые степи с преобладанием ковылей и типчака, по возвышенностям – сосновые боры. Среднюю и западную часть области занимают злаково-полынные сухие степи на различных комплексах каштановых почв. На юге области, в районе о. Тениз, широко распространены полынно-злаково-солянковые комплексы. Здесь характерен несомкнутый растительный покров из полыней, типчака и кокпека [4].

До массовой распашки целинных и залежных земель в начале 50–х годов XX века, преобладали разнотравно–ковыльные степи. Отдельные нетронутые участки этих степей сохранились, главным образом, на окраинах березовых колков, в окрестностях многочисленных пресных озер и вдоль пологих склонов речных и балочных долин. На ненарушенных участках степей преобладают узколистые дерновинные злаки, такие, как ковыль красный, ковыль волосатик (тырса), тонконог и типчак, к которым в большом количестве примешивается разнотравье – степная люцерна, астрагалы, тимьян, лапчатка, морковник, полынь [51, 54].

На пойменных террасах р. Есиль, Нура, Куланотпес, в низовьях Колутона и по берегам озер Тениз–Коргалжынской группы имеются крупные массивы заливных пырейных, вейниковых, кострцовых лугов, местами сочетающихся с галофитными вострцовыми лугами, используемыми как ценные сенокосные угодья. На северо–восток области в горно–сопочном массиве Ерейментау прослеживаются высотные растительные пояса, где выделяются типы степной, луговой, лесной и кустарниковой растительности.

Степные сообщества (ковыльно–типчаковые, ковыльно–типчаково–разнотравные и типчаково–полынно–разнотравные) распространены преимущественно в предгорных равнинах, шлейфах склонов сопок и низкогорий. Луговая растительность в мелкосопочнике, а также лесной тип растительности встречаются в многочисленных межсопочных понижениях рельефа.

Встречаются редкие растения более 40 видов, особенно значительное их сосредоточение в мелкосопочном массиве Ерейментау. Среди них любянка Дмитриевой, гопсофила Патрэна, горечавка Фетисова, сабельник болотный, гониолимон превосходный, гвоздика узколепестная, тюльпан понижающий, белозер болотный, копеечник Гмелина, молочай приземистый, а из растений, находящихся под угрозой исчезновения, галитцкия лопчатая, крыловия пустынно–степная, серпуха киргизская, ирис кожистый, триния шершавая, прострел желтоватый, прострел раскрытый, адонис волжский, лилия кудреватая, тюльпан Биберштейновский, рябчик малый и др. [55].



Из произрастающих в области растений включены в «Красную книгу Казахстана» адонис весенний, ольха клейкая, тюльпан Шренка, пион Марьин корень (степной). Во второе издание «Красной книги Казахстана» включены редкие виды – лютик кашубский, болотноцветник щитолистый, майник двулистный [54].

Из птиц, населяющих лес – тетерев, белая куропатка, дятлы (большой пестрый и черный), синицы (большая длиннохвостая, князек, черноголовая гаичка). Овсянки (белошапочная, садовая); горлицы (обыкновенная и большая), козодой, кукушка, дрозд, – деря ба, иволга, сорокопуть (серый, чернолобый, кулан), в годы урожая сосны прилетают стаи еловых клестов. В лесостепи встречаются также совы (ушастая, сплюшка, болотная) и хищные дневные птицы (орел–могильник, большой подорлик, обыкновенный сарыч, черный коршун, обыкновенная пустельга, сокол–чеглок), а также сорока, серая ворона, галка, грач [56].

На территории области встречаются следующие животные, занесенные в «Красную книгу Казахстана»: архар, балобан, беркут, дрофа, журавль–красавка, казарка краснозобая, колпицы, кречетка, могильник, орел степной, орланка, скопа, стрепет, фламинго, хохотун черноголовый. В «Красную книгу Казахстана» внесены также лыбка степная, краснотел пахучки, шмель маховый, шмель лезус, мелитурга булавоусая, рофитондес" серый, сколия степная, крыть гигантский, павлинный глаз малый ночной, совка шпорниковая, махаон, подалирий, аполлон [57].

Для охраны редких, исчезающих или ценных видов животных на территории области созданы Кургальджинский государственный заповедник и ряд заказников.

### 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 Акмолинской области сегодня действуют 22 метеорологических станций (МС) и 10 агрометеорологических постов (АМП) РГП «Казгидромет» МЭ РК (рисунок 3.1). Для характеристики климатических условий области были использованы данные 15 метеорологических станций, имеющих непрерывный многолетний ряд наблюдений: Кокшетау, Боровое, Щучинск, Балкашино, Степногорск, Акколь, Есиль, Жаксы, Атбасар, Ерейментау, Жалтыр, Астана, Егиндыколь, Аршалы, Коргалжын. Здесь Боровое является станцией фонового мониторинга (СФМ).

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 ( $K$ ) за вегетативно активный период (май–август) и сумма активных температур воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$ , осредненные за многолетний период.

Анализ распределения по территории Акмолинской области значений  $K$  за вегетативно активный период (май–август) и сумм активных температур воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  позволил выделить на территории области 4 агроклиматических зон. Названия зон и предельные значения  $K$  и сумм температур приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Агроклиматические зоны на территории Акмолинской области

№	Название зоны	$K$	$\Sigma T_{10}, ^{\circ}\text{C}$
I	Умеренно влажная умеренно теплая	1,0–1,2	2000–2200
II	Слабовлажная умеренно теплая	0,8–1,0	2200–2500
III–а	Слабо засушливая умеренно теплая	0,6–0,8	2400–2600
IV–а	Умеренно засушливая теплая	0,5–0,6	2600–2700

На рисунке 3.2 представлена карта агроклиматического зонирования Акмолинской области. По площади половину территории области занимает II – слабовлажная умеренно теплая зона.

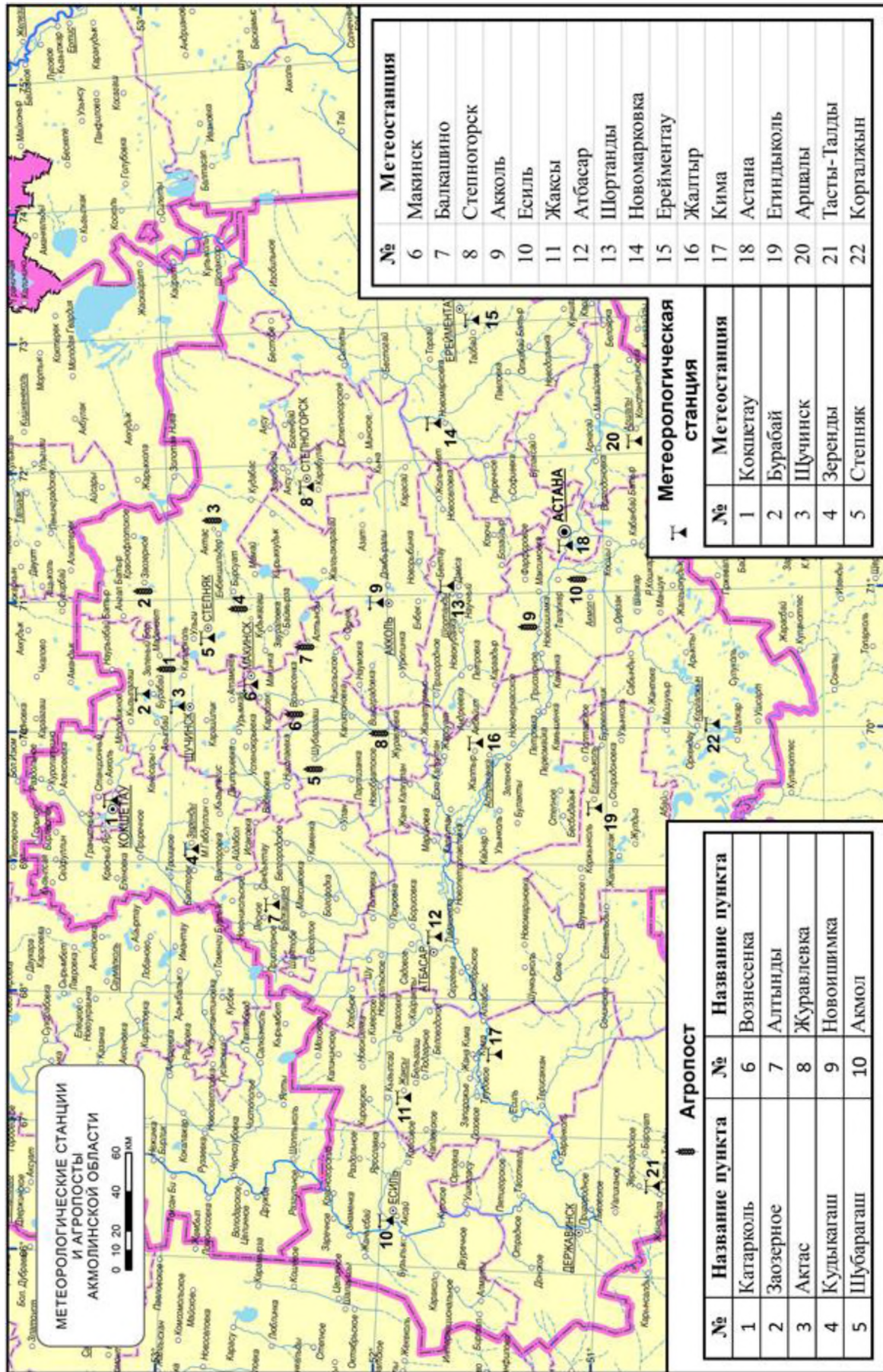


Рисунок 3.1 – Метеорологические станции Акмолинской области

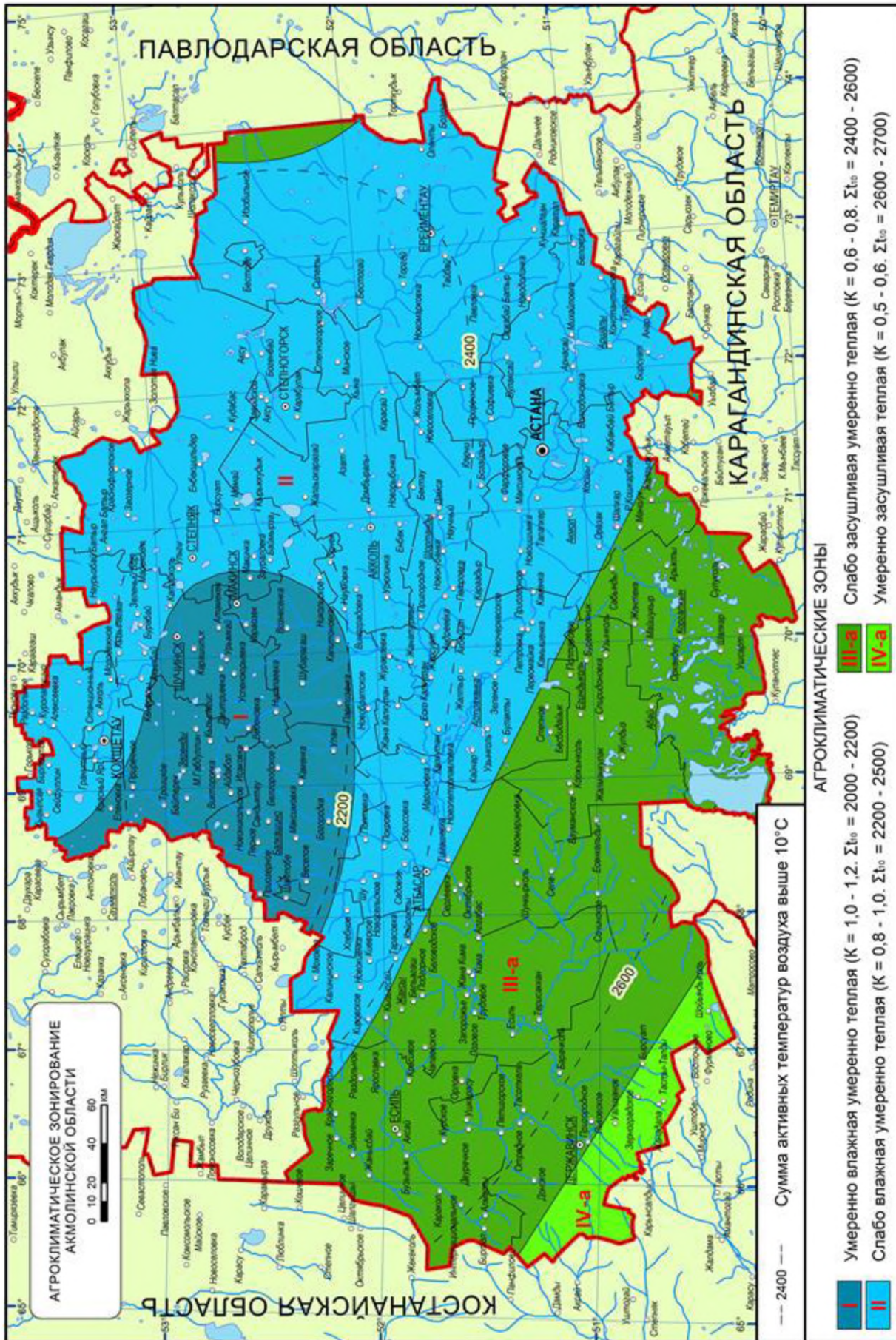


Рисунок 3.2 – Агроклиматическое зонирование территории Акмолинской области

Зона I – «Умеренно влажная умеренно теплая» занимает территорию Кокшетауской возвышенности, характеризуется коэффициентом увлажнения  $K = 1,0-1,2$  и суммой температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  в пределах  $2000-2200^{\circ}\text{C}$ .

Зона II – «Слабовлажная умеренно теплая» окаймляя Кокшетаускую возвышенность занимает центральную и северную части области, характеризуется  $K = 0,8-1,0$  и суммой температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  в пределах  $2200-2500^{\circ}\text{C}$ .

Зона III–а – «Слабо засушливая умеренно теплая» расположена в полосе ниже центральной части области. Зона характеризуется значением  $K = 0,6-0,8$  и суммой температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  в пределах  $2400-2600^{\circ}\text{C}$ .

Зона IV–а – «Умеренно засушливая теплая» занимает юго–западную окраину области, характеризуется значением  $K = 0,5-0,6$  и суммой температур выше  $10^{\circ}\text{C}$  в пределах  $2600-2700^{\circ}\text{C}$ .

В таблице 3.2 приведена принадлежность районов области к агроклиматическим зонам.

Таблица 3.2 – Принадлежность административных районов к агроклиматическим зонам

Агроклиматические зоны	Административный район (районный центр)
I. Умеренно влажная умеренно теплая	Северная часть Акмолинской области: – южная и западная части Зерендынского района (г. Зеренды); – южная половина Бурабайского района (г. Щучинск); – западная окраина Енбекшильдерского района (г. Степняк); – северо–западная половина Буландинского района (г. Макинск); – северная и центральная части Сандыктауского района (с. Балкашино).
II. Слабовлажная умеренно теплая	Северная и центральная части области: – северо–восточная часть Зерендынского района (г. Зеренды); – территория г. а. Кокшетау; – северная часть Бурабайского района (г. Щучинск); – Енбекшильдерский район (г. Степняк), (кроме западной окраины); – южная и восточная части Буландинского района (г. Макинск); – южная окраина Сандыктауского района (с. Балкашино); – Аккольский район (г. Акколь); – территория г. а. Степногорск; – Ерейментауский район (г. Ерейментау); – Шортандынский район (п. Шортанды); – север Жаксынского района (с. Жаксы); – северная половина Атбасарского района (г. Атбасар); – Астраханский район, кроме юго–западной окраины (с. Астраханка); – территория г. а. Астана; – Целиноградский район (с. Акмол), кроме крайнего юга; – Аршалынский район (п. Аршалы).
III–а. Слабо засушливая умеренно теплая	Юго–западная часть области: – Есильский район (с. Есиль); – центральная и южная части Жаксынского района (с. Жаксы); – южная половина Атбасарского района (г. Атбасар); – юго–западная окраина Астраханского района (с. Астраханка); – крайний юг Целиноградского района (с. Акмол); – Егиндыкольский район (с. Егиндыколь); – Коргалжынский район (с. Коргалжын); – северо–восточная часть Жаркайынского района (г. Державинск)
IV–а. Умеренно засушливая теплая	Юго–западная окраина области: – юго–западная часть Жаркайынского района (г. Державинск)

### 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  $\pm 0,3\%$  [58].

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 Акмолинской области измерение интенсивности солнечной радиации проводится на МС Астана, расположенной на юге области. Для характеристики солнечного излучения на севере области были использованы данные наблюдений на МС Рудный (Костанайская область), расположенной на широте МС Кокшетау.

Годовая сумма суммарной солнечной радиации ( $\sum Q$ ) по территории Акмолинской области колеблется в пределах 6100–6500 МДж/м<sup>2</sup> при ясном небе и в пределах 4600–5000 МДж/м<sup>2</sup> при средних условиях облачности (таблица 3.3). При таком раскладе фактически на земную поверхность поступает около 75% от возможной суммарной радиации. Месячные суммы суммарной радиации при ясном небе колеблются от 121–148 МДж/м<sup>2</sup> в декабре до 928 МДж/м<sup>2</sup> в июне. Разница суммарной радиации на юге и на севере области уменьшается к лету и возрастает к зиме.

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> [59]

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
север области (МС Рудный)													
$\sum Q_{\text{я}}$	150	256	476	663	852	913	884	734	532	357	185	121	6123
$\sum Q_{\text{со}}$	118	214	396	513	663	675	666	563	385	222	120	88	4623
юг области (МС Астана)													
$\sum Q_{\text{я}}$	183	296	547	706	893	928	920	764	556	397	208	148	6545
$\sum Q_{\text{со}}$	144	248	423	526	697	759	724	596	431	239	138	111	5036

В области продолжительность солнечного сияния измеряется на МС Астана, МС Щучинск, МС Атбасар и МС Кокшетау. В анализе используем данные МС Астана и МС Кокшетау, расположенные на юге и на севере области.

В среднемноголетнем по территории Акмолинской области годовое количество часов с солнечным сиянием (SS) возрастает с севера на юг от 2298 до 2531 часов, т.е. в среднем за год солнце сияет в течение 7,1–7,6 часов в сутки (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Продолжительность солнечного освещения

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
север области (МС Кокшетау)													
Суммарное солнечное сияние (SS), час	91	127	189	238	294	313	310	256	190	127	90	75	2298
Солнечное сияние за день, час	4,1	5,7	7,1	8,6	9,9	10,6	10,3	8,5	6,9	5,2	4,3	3,7	7,1
Число дней без солнца, дни	9	5	4	3	1	0,5	0,9	1	3	7	9	11	54
юг области (МС Астана)													
Суммарное солнечное сияние (SS), час	108	141	192	245	310	332	330	300	231	152	99	92	2531
Солнечное сияние за день, час	4,7	6,1	7,2	8,6	10,3	11,3	10,8	9,8	8,0	5,9	4,7	4,3	7,6
Число дней без солнца	8	5	4	2	1	0,3	0,3	0,7	1	5	9	10	47

Самыми солнечными месяцами являются май, июнь и июль, когда в среднем солнце сияет в течение дня на юге области 10,3–11,3 часов, на севере 9,9–10,6 часов. К зиме продолжительность солнечного сияния сокращается, достигая минимума 3,7–4,3 часов в сутки в декабре. Солнце сияет более 7 часов в сутки на всей территории области 7 месяцев подряд (март–сентябрь).

В течение года число дней без солнца растет от лета к зиме и их количество за год составляет 47–54 часа. В среднем почти все дни 3 летних месяцев бывают солнечными. Количество дней без солнца более 10 дней за месяц наблюдается в декабре.

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 кВт/м<sup>2</sup> [9]. Согласно приведенным данным в таблице 3.5, поступающая солнечная радиация является технически приемлемой для получения электрической энергии при средних условиях облачности на юге области – с середины апреля до середины августа, на севере – с мая до середины августа, а при условии ясного неба – с марта по сентябрь.

Таблица 3.5 – Интенсивность суммарной солнечной радиации при ясном небе (Qя) и при средних условиях облачности (Qсо) в полуденное время, кВт/м<sup>2</sup> [59]

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
север области (МС Рудный)												
Qя	0,27	0,43	0,60	0,74	0,84	0,88	0,85	0,78	0,64	0,49	0,31	0,23
Qсо	0,21	0,36	0,51	0,58	0,66	0,66	0,65	0,59	0,47	0,29	0,20	0,17
юг области (МС Астана)												
Qя	0,32	0,49	0,69	0,81	0,89	0,92	0,90	0,81	0,68	0,53	0,35	0,27
Qсо	0,25	0,42	0,55	0,61	0,67	0,72	0,68	0,62	0,51	0,31	0,23	0,20

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 ( $\sum Q_{\Phi(со)}$ ). Для характеристики ФАР в южной части области использовались данные МС Астана, а для северной части области – данные МС Рудный (Костанайская область).

Как видно из таблицы 3.6 месячные суммы ФАР при средней облачности в вегетативно активный период (с мая по август) составляет 274–329 МДж/(м<sup>2</sup>·мес) на севере области, 288–365 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 опускается ниже 200 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 418 МДж/(м<sup>2</sup>·мес), на юге – 420 МДж/(м<sup>2</sup>·мес). Указанные значения ФАР являются достаточными для роста и развития сельскохозяйственных культур.

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

Показатель	V	VI	VII	VIII	IX
север области (МС Рудный)					
$\sum Q_{\Phi(я)}$	392	418	407	338	245
$\sum Q_{\Phi(со)}$	322	329	325	274	189
юг области (МС Астана)					
$\sum Q_{\Phi(я)}$	408	420	418	349	255
$\sum Q_{\Phi(со)}$	337	365	350	288	209

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

Акмолинская область находится в пределах 50,1–53,6° северной широты. В период активной вегетации растений (май–август) длина светового дня на севере Акмолинской области составляет 15–17 часов, а на юге – 14–16 часов (таблица 3.7). Соответственно, территория области 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
53°	14:58	15:48	16:34	16:54	16:51	16:28	15:39	14:50
50°	14:39	15:23	16:03	16:20	16:18	15:58	15:16	14:32

Ист.: <http://planetcalc.com/300/>

Для характеристики продолжительности солнечного сияния в вегетационный период были использованы данные МС Кокшетау, Щучинск, Атбасар и Астана. С мая по август месяцы в среднем за месяц солнце сияет на севере области в течение 8,5–10,6 часов в сутки, а на юге – 9,8–11,3 часов в сутки. При этом в среднем за месяц 1 день бывает без солнца (таблица 3.8).

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



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

Показатель	V	VI	VII	VIII
север области (МС Кокшетау)				
Солнечное сияние за день, час	9,9	10,6	10,3	8,5
Число дней без солнца, сутки	1	0,5	0,9	1
МС Щучинск				
Солнечное сияние за день, час	10,0	10,8	10,5	9,0
Число дней без солнца, сутки	1	0,2	0,7	1
МС Атбасар				
Солнечное сияние за день, час	9,8	10,7	10,7	9,4
Число дней без солнца, сутки	1	0,2	0,3	0,6
юг области (МС Астана)				
Солнечное сияние за день, час	10,3	11,3	10,8	9,8
Число дней без солнца, сутки	1	0,3	0,3	0,7

### 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 Акмолинской области в целом свойственно широтное распределение температуры воздуха. Средняя годовая температура воздуха по территории области меняется от 1,6°C на МС Балкашино до 3,6°C на МС Астана. Среднемесячная температура воздуха достигает наибольшего значения в июле, а наименьшего – в январе. В области лето теплое, а зима холодная. Средняя за июль температура воздуха по области составляет 18,5–21,2°C, а средняя за январь – минус 14,3 – минус 16,5°C. Зимой в области самым холодным местом является район МС Атбасар – МС Балкашино (таблица 3.9).

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

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кокшетау	-14,3	-13,8	-6,5	4,5	12,9	18,8	19,9	17,8	11,7	4,4	-5,8	-11,9	3,1
Боровое	-14,2	-13,7	-6,6	4,3	12,0	17,6	18,9	16,9	10,7	3,6	-6,3	-12,0	2,6
Щучинск	-15,7	-15,2	-8,0	3,7	11,8	17,5	18,7	16,6	10,4	3,0	-7,2	-13,7	1,8
Балкашино	-16,2	-15,5	-8,5	3,1	11,9	17,5	18,5	16,5	10,2	2,9	-7,3	-14,1	1,6
Степногорск	-15,3	-15,0	-7,7	4,6	12,6	18,5	19,9	17,8	11,5	3,6	-6,8	-12,9	2,6
Акколь	-15,5	-15,2	-7,8	4,4	12,7	18,3	19,5	17,5	11,1	3,6	-6,5	-13,2	2,4
Есиль	-15,2	-14,9	-7,6	5,4	14,0	19,9	20,9	19,0	12,4	4,6	-5,8	-12,9	3,3
Жаксы	-15,6	-15,1	-8,2	4,3	13,2	19,0	20,1	18,3	11,9	4,0	-6,6	-13,2	2,7
Атбасар	-16,5	-16,2	-9,0	4,3	13,2	19,0	20,1	18,3	11,8	3,8	-6,7	-14,1	2,3
Ерейментау	-14,4	-14,4	-7,2	4,7	12,8	18,4	19,9	18,1	11,8	4,1	-6,0	-12,1	3,0
Жалтыр	-15,6	-15,5	-8,2	4,9	13,8	19,5	20,5	18,7	12,2	4,3	-6,1	-13,3	2,9
Кима	-16,3	-15,8	-8,9	4,9	13,6	19,7	20,9	19,0	12,0	3,7	-6,8	-13,4	2,8
Астана	-14,5	-14,4	-6,9	5,7	14,0	19,6	20,7	19,0	12,5	4,6	-5,4	-12,3	3,6
Егиндыколь	-15,8	-15,7	-8,6	5,0	14,0	19,7	20,7	19,0	12,4	4,3	-5,9	-13,2	3,0
Аршалы	-15,0	-15,0	-7,7	4,8	13,0	18,7	19,9	18,1	11,7	3,8	-6,2	-13,0	2,8
Коргалжын	-15,6	-15,6	-8,4	5,4	14,1	20,0	21,2	19,5	12,7	4,6	-5,5	-13,0	3,3

Как видно из годового хода температуры воздуха разница среднемесячных температур по территории области значительна в теплый период года, а к зиме разница сокращается (рисунок 3.3).

В качестве северной метеорологической станции области рассматриваем МС Щучинск, южной – МС Коргалжын, а МС Акколь соответствует центральной части области. Хотя МС Кокшетау и СФМ Боровое находятся севернее Щучинска, но благодаря особенностям рельефа там создаются более мягкий микроклимат, т.е. лето прохладнее, а зима теплее. На МС Кокшетау особый микроклимат создается благодаря возвышенности Кокшетау и городским строениям, а СФМ Боровое с северо-запада окаймляет гора Кокше, имеются множество озер и лесные массивы.

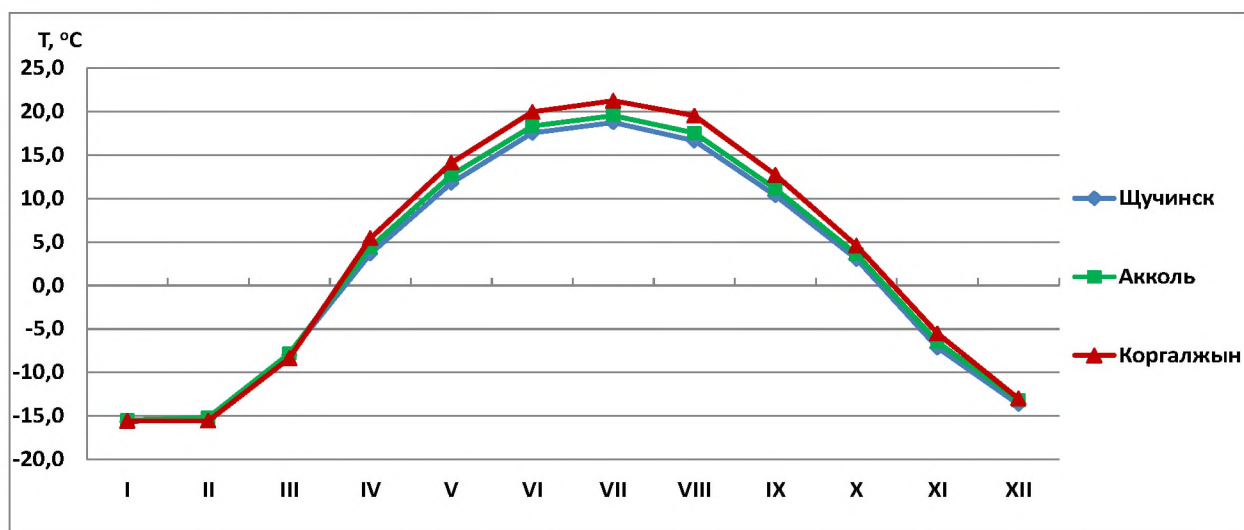


Рисунок 3.3 – Годовой ход средних месячных температур воздуха

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 Акмолинской области является абсолютно однородным (6%), т.е. мало изменчивым, а ряд средней за зиму температуры воздуха – достаточно однородным (17%), 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.

Исследования показали, что повторяемость относительно жаркого лета составляет 21%, прохладного лета – 18%, а нормального для данной местности лета – 61% (таблица 3.11). Особенно жаркими были лето в 1998, 2010, 2012 годах.

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

Характеристика	Лето	Зима
Средняя, °С	19,0	-14,6
Медиана, °С	18,9	-14,5
Мода, °С	20,2	-13,5
Ср. кв. отклонение, °С	1,1	2,4
Коэф. вариации, %	6	17

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

Характеристика лета	Р, %	Вероятность повторения за 10 лет
Жаркое лето	21	2 года
Прохладное лето	18	2 года
Нормальное лето	61	6 лет

Повторяемость относительно теплой зимы составляет 17%, относительно холодной зимы – 18%, а нормальной для данной местности зимы – 65% (таблица 3.12).

Холодными были зимы в 1983–1984, 2009–2010, 2011–2012 годах.

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

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

Таким образом, в Акмолинской области относительно жаркое лето наблюдается в 2 годах из 10 лет, прохладное лето – также 2 раза в 10 лет. Относительно теплая зима наблюдается 2 раза в 10 лет, холодная зима – 2 раза в 10 лет. Нормальное, т.е. свойственное для данной области лето устанавливается в 6 годах из 10 лет, нормальная зима – также в 6 годах из 10.

### 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 городке Щучинск (север области) достигает 24,9°С, а ночью опускается до 12,5°С. На МС Коргалжын, расположенной на юге области в июле месяце днем температура воздуха в среднем достигает 28,0°С, а ночью опускается до 14,7°С.

В январе в течение суток температура воздуха в г. Щучинск в среднем колеблется от минус 10,9°С днем до минус 20,8°С ночью, а на МС Коргалжын – от минус 11,1°С днем до минус 20,1°С ночью. Суточный размах температуры воздуха ( $\Delta t_c$ ) уменьшается от лета к зиме. Например, суточный размах температуры в июне составляет 13,7–13,9°С, а в январе – 9,0–9,9°С (таблица 3.13).

Абсолютная максимальная по области температура воздуха 42°С была зафиксирована на МС Кокшетау, Атбасар, Астана, Державинск и Коргалжын. Самая поздняя из них была зафиксирована в июне 1988 года на МС Коргалжын.

Абсолютная минимальная по области температура воздуха минус 52°С была зафиксирована на МС Астана в январе 1893 года, а также минус 49°С на МС Балкашино в январе 1972 года, для г. Щучинск она составила минус 46°С в декабре 1976 года.

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

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Щучинск													
$t_{\max}$	-10,9	-9,9	-2,7	9,7	18,7	24,2	24,9	23,0	16,7	8,4	-3,0	-9,2	7,5
$t_{\min}$	-20,8	-20,6	-13,4	-2,0	4,8	10,5	12,5	10,3	4,3	-1,6	-11,3	-18,5	-3,8
$\Delta t_c$	9,9	10,7	10,7	11,6	13,9	13,7	12,4	12,7	12,4	10,0	8,3	9,3	11,3
МС Коргалжын													
$t_{\max}$	-11,1	-10,3	-3,2	11,6	20,9	26,9	28,0	26,6	19,9	10,6	-0,9	-8,6	9,2
$t_{\min}$	-20,1	-20,5	-13,3	-0,1	7,4	12,9	14,7	12,6	6,2	-0,4	-9,0	-17,5	-2,3
$\Delta t_c$	9,0	10,2	10,0	11,8	13,5	13,9	13,3	14,0	13,7	11,0	8,1	8,9	11,5

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  $5^{\circ}\text{C}$ , 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 –  $20^{\circ}\text{C}$  [8]. Надо отметить, что для зерновых культур оптимальной является дневная температура воздуха в пределах  $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$ .

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  $12\text{--}14^{\circ}\text{C}$  содержание белка в зернах яровой пшеницы может достигать  $18\text{--}20\%$  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 Акмолинской области средняя за июнь температура воздуха составляет  $17,5\text{--}20,0^{\circ}\text{C}$ . Днем температура воздуха на севере области (г. Кокшетау) достигает  $24,9^{\circ}\text{C}$ , а ночью опускается до  $12,3^{\circ}\text{C}$ . На юге области (МС Коргалжын) днем температура воздуха в среднем достигает  $26,9^{\circ}\text{C}$ , а ночью опускается до  $12,9^{\circ}\text{C}$ . При этом среднемесячный суточный размах температуры воздуха ( $\Delta t_c$ ) по территории области колеблется в пределах  $12,5\text{--}14,7^{\circ}\text{C}$  (таблица 3.14).

В области средняя за июль температура воздуха составляет  $18,5\text{--}21,2^{\circ}\text{C}$ . Днем температура воздуха на севере области (г. Кокшетау) достигает  $25,7^{\circ}\text{C}$ , а ночью опускается до  $14,1^{\circ}\text{C}$ . На юге области (МС Коргалжын) днем температура воздуха в среднем достигает  $28,0^{\circ}\text{C}$ , а ночью опускается до  $14,7^{\circ}\text{C}$ . При этом суточный размах температуры воздуха ( $\Delta t_c$ ) по территории области в среднем в июле колеблется в пределах  $11,6\text{--}13,7^{\circ}\text{C}$  (таблица 3.14).

В августе средняя температура воздуха по территории области составляет  $16,5\text{--}19,5^{\circ}\text{C}$ . Днем температура воздуха на севере области (г. Кокшетау) достигает  $23,7^{\circ}\text{C}$ , а ночью опускается до  $12,1^{\circ}\text{C}$ . На юге области (МС Коргалжын) днем температура воздуха в среднем достигает  $26,6^{\circ}\text{C}$ , а ночью опускается до  $12,6^{\circ}\text{C}$ . При этом в августе в среднем суточный размах температуры воздуха ( $\Delta t_c$ ) по территории области колеблется в пределах  $11,6\text{--}14,4^{\circ}\text{C}$ .

Таким образом, суточный размах температуры воздуха колеблется с севера на юг от  $11,6^{\circ}\text{C}$  до  $14,0^{\circ}\text{C}$ , что предполагает достаточно высокое качество урожая зерновых и бобовых культур. При таких условиях содержание белка в зернах пшеницы бывает  $14\text{--}20\%$ .

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 ( $\Delta t_{\text{с}}$ ), °С

НП (МС)	Июнь				Июль				Август			
	$t_{\text{ср}}$	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	$\Delta t_{\text{с}}$	$t_{\text{ср}}$	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	$\Delta t_{\text{с}}$	$t_{\text{ср}}$	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	$\Delta t_{\text{с}}$
Кокшетау	18,8	24,9	12,3	12,6	19,9	25,7	14,1	11,6	17,8	23,7	12,1	11,6
Щучинск	17,5	24,2	10,5	13,7	18,7	24,9	12,5	12,4	16,6	23,0	10,2	12,7
Балкашино	17,5	24,6	9,9	14,7	18,5	25,3	11,9	13,4	16,5	23,7	9,7	14,0
Степногорск	18,5	25,3	11,3	14,0	19,9	26,4	13,4	12,9	17,8	24,6	11,3	13,3
Акколь	18,3	25,1	11,2	13,9	19,5	25,9	13,3	12,6	17,5	24,4	10,9	13,5
Есиль	19,9	27,0	12,5	14,5	20,9	27,6	14,2	13,3	19,0	26,2	12,2	14,0
Жаксы	19,0	25,6	13,1	12,5	20,1	27,1	14,0	13,1	18,3	25,4	11,8	13,6
Атбасар	19,0	26,2	11,4	14,7	20,1	27,0	13,3	13,7	18,3	25,6	11,2	14,4
Ерейментау	18,4	24,8	12,1	12,6	19,9	25,8	14,1	11,7	18,1	24,3	12,2	12,1
Жалтыр	19,5	26,3	12,5	13,8	20,5	26,9	14,2	12,7	18,7	25,5	12,2	13,3
Астана	19,6	25,9	13,3	12,5	20,7	26,7	15,0	11,7	19,0	25,3	12,9	12,4
Егиндыколь	19,7	26,4	12,8	13,7	20,7	27,1	14,4	12,8	19,0	25,9	12,4	13,5
Аршалы	18,7	25,5	11,6	13,8	19,9	26,4	13,3	13,1	18,1	25,2	11,2	14,0
Коргалжын	20,0	26,9	12,9	13,9	21,2	28,0	14,7	13,3	19,5	26,6	12,6	14,0

В зимнее время понижение температуры воздуха до минус 20–30°С 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°С 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 Акмолинской области средняя температура воздуха в январе составляет в пределах минус 14,3 – минус 16,5°С. Средняя месячная ночная минимальная температура воздуха довольно низкая, по территории области составляет минус 18,4 – минус 21,1°С. При таких температурах снежный покров высотой более 20 см могут обеспечить теплоизоляционные условия. Исключение составляет район МС Степногорск и Аршалы, где высота снежного покрова не высокая, менее 17 см. По значениям средних максимальных температур воздуха (минус 10,2 – минус 12,1°С) видно, что тут маловероятны оттепели. Постоянные ветра со средней скоростью 2,7–6,7 м/с в условиях низких температур воздуха и невысокого снежного покрова вызывает определенную угрозу для перезимовки озимых зерновых культур (таблица 3.15).

Примерно такие же условия складываются и в феврале месяце. По области средняя за февраль температура воздуха составляет в пределах минус 13,8 – минус 16,2°С. Ночная минимальная температура воздуха довольно низкая (минус 18,3 – минус 20,9°С). Высота снежного покрова составляет 19–45 см. В феврале также маловероятны оттепели, при средних максимальных температурах воздуха минус 9,2 – минус 11,2°С. Угрозу для перезимовки озимых зерновых культур вызывает постоянные ветра со средней скоростью 2,8–6,7 м/с.

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

Таблица 3.15 – Средняя месячная ( $t_{cp}$ ), средняя из максимальных ( $t_{max}$ ) и средняя из минимальных ( $t_{min}$ ) температура воздуха ( $^{\circ}C$ ), средняя высота снежного покрова ( $h_c$ , см) и средняя месячная скорость ветра ( $V$ , м/с)

НП (МС)	Январь					Февраль				
	$t_{cp}$	$t_{max}$	$t_{min}$	$h_c$	$V$	$t_{cp}$	$t_{max}$	$t_{min}$	$h_c$	$V$
Кокшетау	-14,3	-10,2	-18,6	21	4,1	-13,8	-9,2	-18,3	26	4,4
Щучинск	-15,7	-10,9	-20,8	28	2,7	-15,2	-9,9	-20,6	32	2,8
Балкашино	-16,2	-11,5	-20,8	37	3,4	-15,5	-10,2	-20,5	45	3,8
Степногорск	-15,3	-10,9	-19,8	17	5,3	-15,0	-10,2	-19,6	19	5,4
Акколь	-15,5	-10,7	-20,1	28	3,6	-15,2	-9,8	-20,1	31	3,7
Есиль	-15,2	-10,7	-19,7	21	3,4	-14,9	-9,9	-19,6	25	3,6
Жаксы	-15,6	-11,8	-20,0	20	4,1	-15,1	-11,0	-19,7	23	4,5
Атбасар	-16,5	-12,1	-21,0	29	5,0	-16,2	-11,2	-20,9	39	5,3
Ерейментау	-14,4	-10,3	-18,4	26	6,7	-14,4	-10,0	-18,8	34	6,7
Жалтыр	-15,6	-11,5	-19,9	21	3,7	-15,5	-10,8	-19,9	26	3,9
Астана	-14,5	-10,2	-18,6	21	3,7	-14,4	-9,5	-18,8	24	3,8
Егиндыколь	-15,8	-11,7	-20,0	22	3,6	-15,7	-10,7	-19,9	26	3,9
Аршалы	-15,0	-10,4	-19,3	17	4,4	-15,0	-9,7	-19,8	22	4,5
Коргалжын	-15,6	-11,1	-20,1	28	4,8	-15,6	-10,3	-20,5	32	4,9

### 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  $0^{\circ}C$  считают климатическим наступлением весны, выше  $15^{\circ}C$  – 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 Акмолинской области.

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
Кокшетау	03.04	27.05	29.08	28.10	54	94	60	157
Боровое	04.04	01.06	25.08	26.10	58	85	62	160
Щучинск	06.04	02.06	24.08	24.10	57	83	61	164
Балкашино	07.04	02.06	23.08	24.10	56	82	62	165
Степногорск	04.04	27.05	29.08	29.10	53	94	61	157
Акколь	05.04	27.05	27.08	26.10	52	92	60	161
Есиль	04.04	21.05	03.09	28.10	47	105	55	158
Жаксы	05.04	25.05	02.09	27.10	50	100	55	160
Атбасар	06.04	25.05	01.09	26.10	49	99	55	162
Ерейментау	04.04	27.05	30.08	28.10	53	95	59	158
Жалтыр	04.04	22.05	02.09	28.10	48	103	56	158
Астана	04.04	21.05	02.09	28.10	47	104	56	158
Егиндыколь	04.04	21.05	03.09	29.10	47	105	56	157
Аршалы	04.04	21.05	02.09	28.10	47	104	56	158
Коргалжын	04.04	20.05	05.09	29.10	46	108	54	157

В области климатическая весна начинается 3–7 апреля и продолжается 46–58 суток. Лето наступает на юге области в 20 числах мая, а на севере области – в начале июня. Далее осень начинается на севере области в конце августа, а на юге – в начале сентября. В области зима наступает в конце октября и бывает очень продолжительной, около 160 суток. Из общего ряда выделяются МС Щучинск и МС Балкашино, где наблюдается наиболее короткое лето и продолжительная зима.

Таким образом, в Акмолинской области самым продолжительным сезоном года является зима с продолжительностью более 5 месяцев (ноябрь–март), а лето длится в течение 3 месяцев. Продолжительность весны составляет чуть более 1 месяца, а осени – около 2 месяцев.

### 3.3.3 Континентальность климата

Годовой размах температуры воздуха ( $A_{t_{год}}$ ), определяющиеся как разность температур самого теплого и холодного месяцев, имеет довольно большое значение. Годовой размах температуры воздуха по территории Акмолинской области колеблется от 33,1°С в п. Боровое до 36,8°С на МС Коргалжын (таблица 3.17).

Континентальность климата была оценена по индексу Л. Горчинского ( $k$ ) [58]. 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 меняется от 50,0 (МС Боровое) до 59,8 (МС Коргалжын), и соответственно климат в районе п. Боровое является умеренно континентальным, а на остальной территории области – континентальным.

Таблица 3.17 – Характеристики континентальности климата

НП (МС)	$A_{t_{год}}$	$k$	Оценка
Кокшетау	34,2	52,2	континентальный
Боровое	33,1	50,0	умеренно континентальный
Щучинск	34,4	53,3	континентальный
Балкашино	34,7	54,2	континентальный
Степногорск	35,2	55,3	континентальный
Акколь	35,0	55,2	континентальный
Есиль	36,1	58,0	континентальный
Жаксы	35,6	57,0	континентальный
Атбасар	36,7	59,3	континентальный
Ерейментау	34,3	54,2	континентальный
Жалтыр	36,2	58,3	континентальный
Кима	37,1	59,7	континентальный
Астана	35,2	56,5	континентальный
Егиндыколь	36,5	59,5	континентальный
Аршалы	34,9	56,0	континентальный
Коргалжын	36,8	59,8	континентальный

### 3.3.4 Продолжительность вегетационного периода

Рост и развитие растений начинается от даты устойчивого перехода суточной температуры воздуха выше уровня ее биологической минимальной температуры. Для большинства растений и сельскохозяйственных культур этот предел равен 5°С (ранние яровые), для поздних яровых культур – 10°С, а для теплолюбивых культур – 15°С. 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°C, 10°C, 15°C и продолжительность периода с температурой выше указанных пределов. В среднем устойчивый переход температуры воздуха через 5°C весной происходит 14–21 апреля, а обратно осенью – 7–14 октября и продолжительность всего вегетационного периода составляет 170–183 суток.

На территории области дата перехода суточной температуры воздуха через 10°C весной приходится на период 1–9 мая, а обратно осенью – 17–26 сентября (таблица 3.18).

Таблица 3.18 – Даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5°C (D<sub>5</sub>), 10°C (D<sub>10</sub>), 15°C (D<sub>15</sub>) и продолжительность периода с температурой выше указанных пределов (N<sub>5</sub>, N<sub>10</sub>, N<sub>15</sub>), сутки

НП (МС)	D <sub>5</sub>		N <sub>5</sub>	D <sub>10</sub>		N <sub>10</sub>	D <sub>15</sub>		N <sub>15</sub>
	весна	осень		весна	осень		весна	осень	
Кокшетау	18.04	12.10	177	05.05	22.09	140	27.05	29.08	94
Боровое	18.04	09.10	174	07.05	18.09	134	01.06	25.08	85
Щучинск	20.04	07.10	170	09.05	17.09	131	02.06	24.08	83
Балкашино	21.04	07.10	169	09.05	17.09	131	02.06	23.08	82
Степногорск	17.04	10.10	176	05.05	21.09	139	27.05	29.08	94
Акколь	17.04	10.10	176	06.05	20.09	137	27.05	27.08	92
Есиль	14.04	13.10	182	02.05	24.09	145	21.05	03.09	105
Жаксы	18.04	12.10	177	04.05	23.09	142	25.05	02.09	100
Атбасар	18.04	11.10	176	05.05	22.09	140	25.05	01.09	99
Ерейментау	16.04	11.10	178	05.05	22.09	140	27.05	30.08	95
Жалтыр	16.04	13.10	180	02.05	24.09	145	22.05	02.09	103
Астана	15.04	13.10	181	01.05	25.09	147	21.05	02.09	104
Егиндыколь	15.04	14.10	182	01.05	25.09	147	21.05	03.09	105
Аршалы	15.04	13.10	181	01.05	25.09	147	21.05	02.09	104
Коргалжын	14.04	14.10	183	01.05	26.09	148	20.05	05.09	108

Пространственное распределение даты устойчивого перехода температуры воздуха через 10°C весной представлено на рисунке 3.4. Дата перехода в среднем наблюдается на юге области 1 мая, на севере – 10 мая.

Продолжительность вегетационного периода для поздних яровых культур увеличивается с севера на юг области от 135 до 150 суток (таблица 3.18, рисунок 3.5). Однако в районе Кокшетауской возвышенности продолжительность периода с температурой выше 10°C составляет менее 135 суток.

Средняя суточная температура воздуха переходит через 15°C весной 20 мая – 2 июня, а обратно осенью – 23 августа – 5 сентября, и соответственно продолжительность вегетационного периода для теплолюбивых культур составляет на севере области 82 сутки, а на юге – 108 суток.



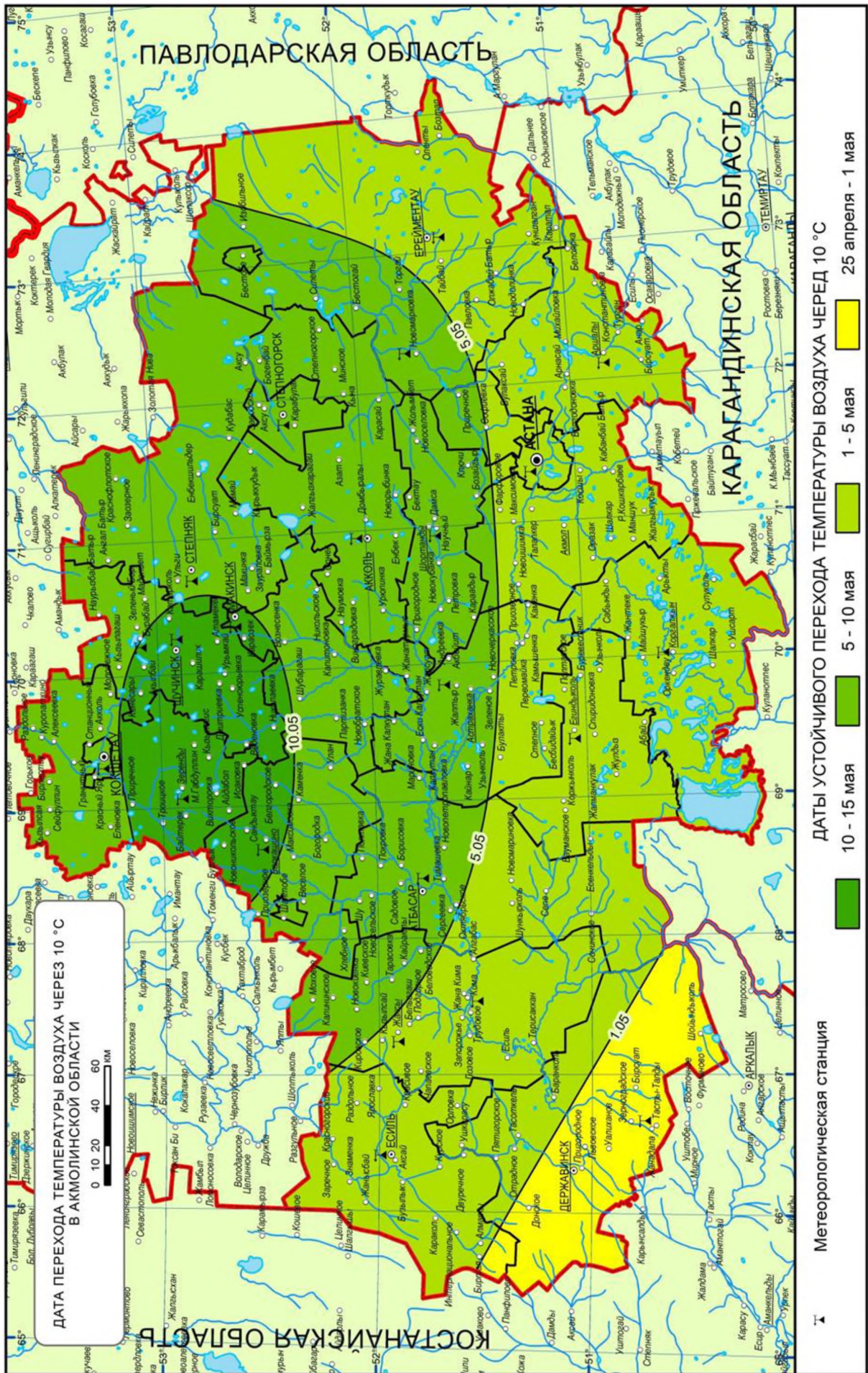


Рисунок 3.4 – Дата устойчивого перехода температуры воздуха через 10°C весной

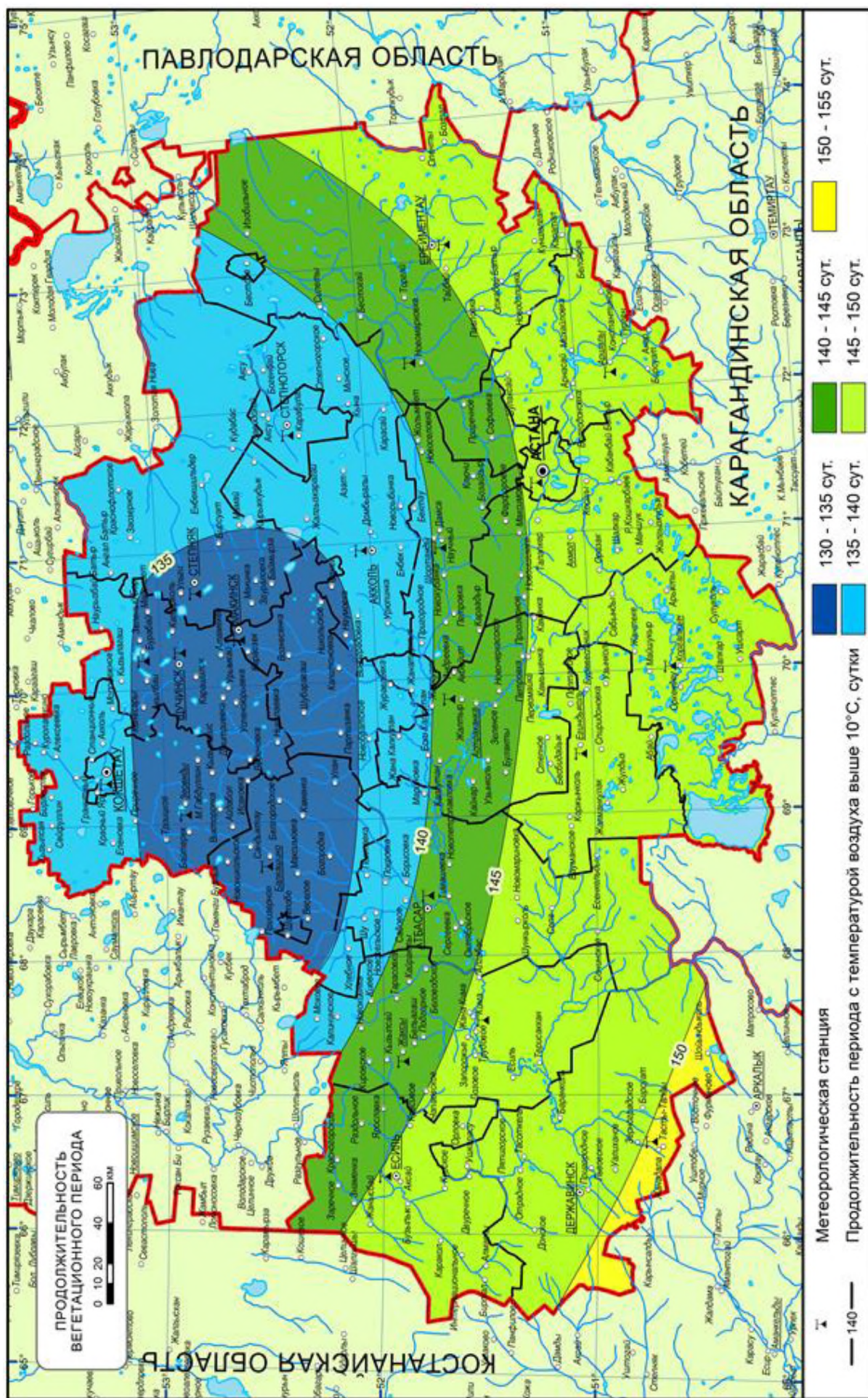


Рисунок 3.5 – Продолжительность вегетационного периода

### 3.3.5 Теплообеспеченность вегетационного периода

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

В таблице 3.19 представлены средние многолетние значения сумм средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 5°C, 10°C и 15°C по МС Акмолинской области. За период с температурой воздуха выше 5°C (весь вегетационный период) на территории Акмолинской области накапливается от 2382°C до 2896°C тепла. За период с температурой воздуха выше 10°C накапливается тепло на 2102–2612°C. Применительно к теплолюбивым культурам (температура выше 15°C) ресурсы тепла составляют 1461–2074°C.

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

НП (МС)	$\sum T_{>5}$	$\sum T_{>10}$	$\sum T_{>15}$
Кокшетау	2659	2365	1744
Боровое	2473	2172	1519
Щучинск	2407	2113	1489
Балкашино	2382	2102	1461
Степногорск	2620	2326	1719
Акколь	2575	2282	1678
Есиль	2851	2572	2013
Жаксы	2680	2412	1830
Атбасар	2683	2401	1815
Ерейментау	2653	2358	1737
Жалтыр	2785	2504	1932
Астана	2852	2561	2000
Егиндыколь	2825	2579	1989
Аршалы	2660	2439	1748
Коргалжын	2896	2612	2074

На рисунке 3.6 представлено пространственное распределение сумм активных температур воздуха выше 10°C. По территории области суммы температур растут с севера на юг от 2200°C до 2700°C, и в районе возвышенности Кокшетау она составляет менее 2200°C.

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

В Акмолинской области за май месяц накапливается 293–435°C тепла, а за вегетативно активный период, т.е. с мая до конца августа накапливается от 1901°C на МС Балкашино до 2295°C на МС Коргалжын.

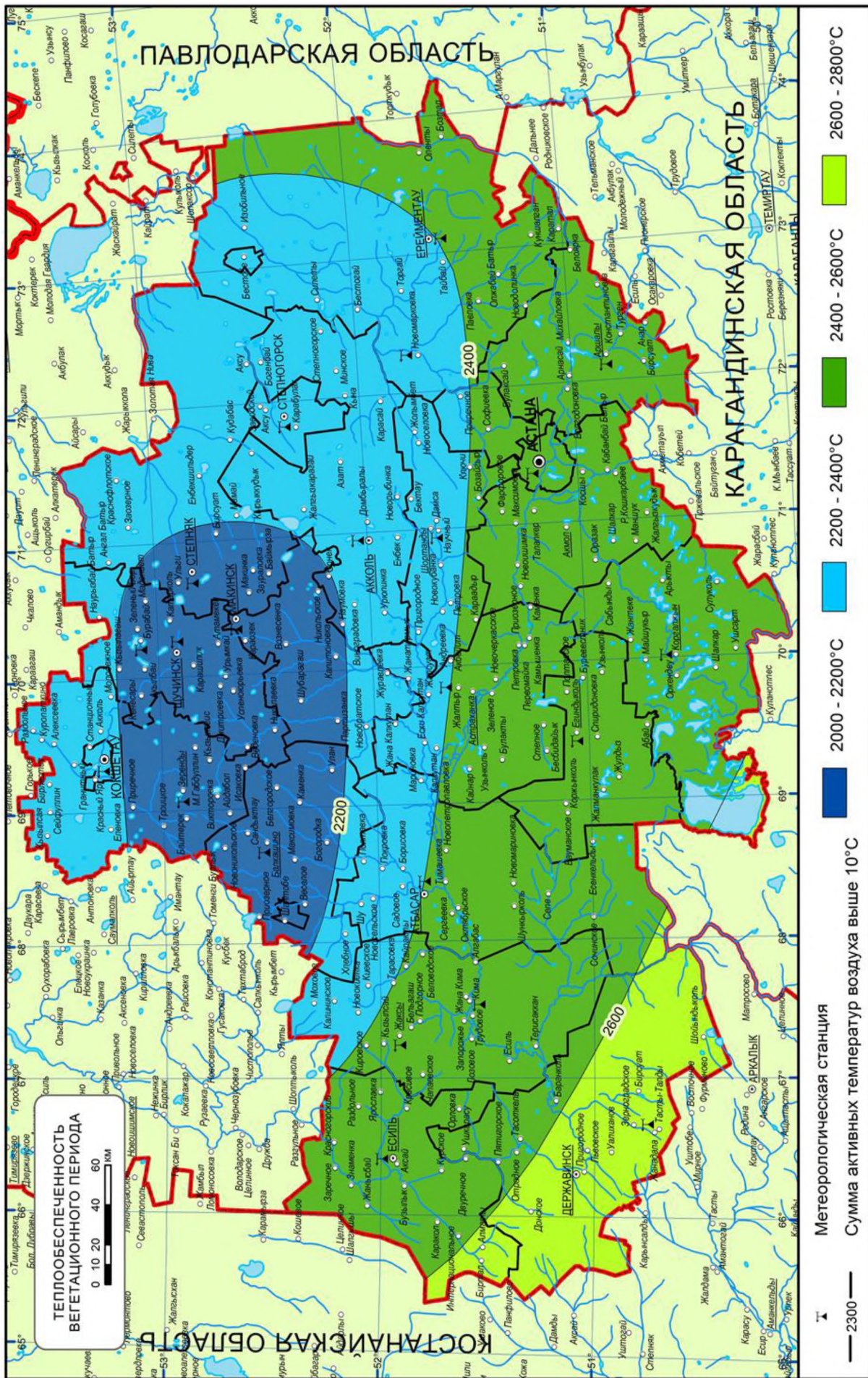


Рисунок 3.6 – Сумма активных температур воздуха выше 10°C

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
Кокшетау	361	925	1540	2093	2365
Боровое	318	847	1434	1958	2172
Щучинск	302	829	1409	1925	2113
Балкашино	293	817	1389	1901	2087
Степногорск	354	910	1524	2078	2326
Акколь	354	903	1508	2051	2282
Есиль	432	1027	1673	2263	2572
Жаксы	377	947	1567	2136	2412
Атбасар	377	946	1569	2137	2401
Ерейментау	356	910	1525	2084	2358
Жалтыр	413	996	1630	2210	2504
Астана	431	1019	1661	2249	2561
Егиндыколь	437	1028	1670	2260	2579
Аршалы	400	961	1577	2138	2439
Коргалжын	435	1033	1690	2295	2612

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 сумм активных температур воздуха выше 10°C, (P) %

НП (МС)	P, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Кокшетау	2504	2469	2420	2394	2340	2318	2290	2253	2230	2060
Боровое	2315	2255	2219	2186	2143	2133	2105	2056	2006	1895
Щучинск	2247	2222	2166	2123	2091	2054	2041	1999	1961	1826
Балкашино	2245	2200	2157	2103	2071	2050	2025	1988	1951	1802
Степногорск	2459	2421	2382	2369	2317	2297	2283	2224	2168	2044
Акколь	2399	2371	2322	2299	2278	2238	2225	2186	2126	2002
Есиль	2720	2665	2616	2586	2548	2531	2484	2471	2416	2238
Жаксы	2586	2534	2449	2426	2398	2367	2305	2291	2257	2085
Атбасар	2551	2479	2431	2416	2382	2355	2342	2305	2245	2097
Ерейментау	2467	2433	2414	2392	2353	2321	2293	2256	2192	2036
Жалтыр	2646	2581	2563	2532	2514	2456	2447	2400	2343	2207
Астана	2686	2635	2618	2587	2573	2529	2489	2465	2427	2252
Егиндыколь	2716	2649	2638	2615	2577	2562	2523	2487	2444	2261
Аршалы	2571	2513	2503	2472	2448	2426	2398	2330	2308	2139
Коргалжын	2729	2704	2667	2650	2624	2604	2543	2521	2487	2306

В северной части области (МС Кокшетау) в среднем накапливается 2365°C тепла, что соответствует обеспеченности около 45%. Здесь на 90% обеспечено 2230°C тепла, т.е. в 9 годах из 10 накапливается не менее чем 2230°C тепла, что достаточно для пшеницы, среднеспелых сортов подсолнечника и раннеспелых сортов кукурузы. В районе Кокшетауской возвышенности (МС Боровое, Щучинск, Балкашино) в среднем накапливается 2100°C тепла, что соответствует обеспеченности около 45%. Здесь на 90% обеспечено

1960<sup>o</sup>C тепла, что удовлетворяет требования мягких и твердых сортов пшеницы, но недостаточно для подсолнечника и кукурузы. На юге области (МС Астана и Коргалжын) на 90% обеспечено 2400<sup>o</sup>C тепла, что достаточно для пшеницы, для всех сортов подсолнечника, а также для раннеспелых сортов кукурузы.

### 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 Акмолинской области в среднемноголетнем за год выпадают осадки около 300 мм и более. Наибольшее количество 400 мм осадков за год выпадает в районе МС Балкашино (таблица 3.22). За теплый период года осадки выпадают в 2–3 раза больше чем за холодный период года.

Таблица 3.22 – Месячная и годовая сумма осадков, мм.

МП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	XI–III	IV–X
Кокшетау	12	10	12	19	29	41	74	41	24	20	18	13	314	65	249
Боровое	11	10	14	21	36	36	73	39	24	25	22	13	326	70	256
Щучинск	13	12	14	20	34	41	75	38	24	24	21	14	330	74	256
Балкашино	24	20	24	24	39	42	69	41	25	33	34	27	400	129	271
Степногорск	14	14	15	20	33	38	53	36	22	24	21	17	306	80	226
Акколь	18	16	19	25	37	37	66	37	26	33	28	23	365	105	260
Есиль	14	11	14	18	34	32	47	26	17	23	22	18	276	77	198
Жаксы	24	22	20	20	30	28	44	27	23	28	29	31	326	127	200
Атбасар	20	17	18	19	30	37	51	30	20	24	22	23	311	101	211
Ерейментау	21	19	20	22	41	46	60	37	30	32	25	25	380	111	269
Жалтыр	19	17	18	21	35	40	51	31	22	25	26	22	327	102	225
Кима	11	11	14	16	26	26	42	27	20	20	16	15	243	65	176
Астана	16	16	19	20	33	36	54	29	21	28	28	22	322	100	222
Егиндыколь	19	20	17	18	27	31	42	27	19	25	26	24	297	106	191
Аршалы	16	15	17	20	37	36	48	30	21	28	25	20	313	92	221
Коргалжын	20	19	19	16	28	35	36	23	19	25	23	23	287	103	183

В годовом ходе месячные суммы осадков растут к лету и уменьшаются к зиме. Максимум осадков наблюдается в июле, когда за месяц выпадает более 50 мм осадков, кроме юга и юго–востока области (МС Есиль, Жаксы, Егиндыколь, Аршалы и Коргалжын), где выпадают менее 50 мм. Минимум осадков приходится на февраль месяц, когда выпадает менее 20 мм (рисунок 3.7).

Согласно коэффициенту вариации, многолетние ряды сумм осадков за теплый (апрель–октябрь) и холодный (декабрь–март) периоды года, осредненные по метеорологическим станциям Акмолинской области, являются достаточно однородными (19–21%) (таблица 3.23). Это указывает на умеренную изменчивость из года в год режима осадков теплого и холодного периодов года.

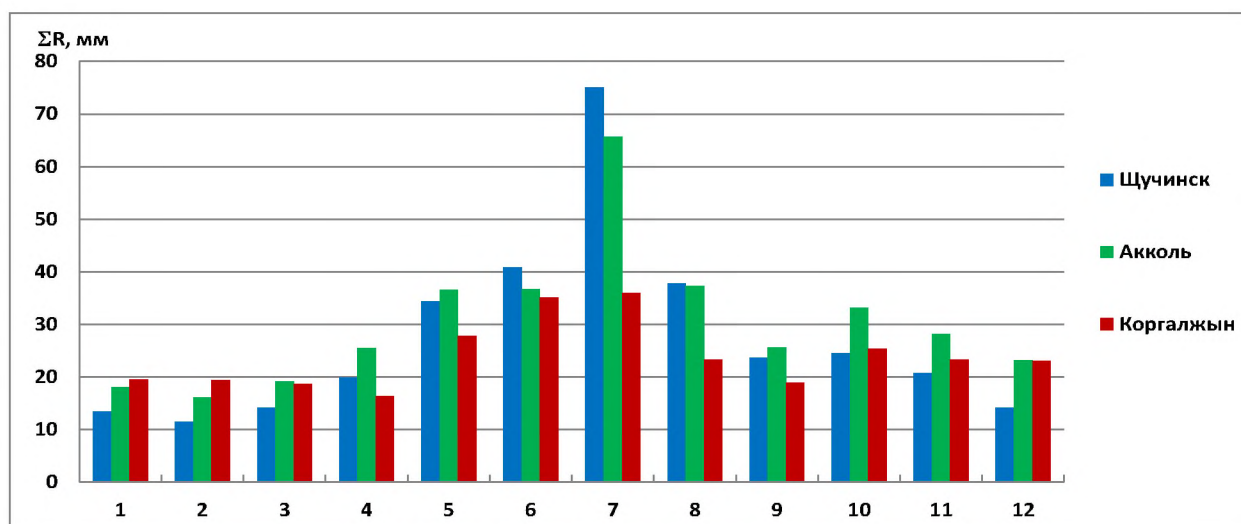


Рисунок 3.7 – Годовой ход месячных сумм осадков

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

Характеристика	Теплый период	Холодный период
Средняя, мм	245	95
Медиана, мм	257	97
Мода, мм	256	97
Ср. кв. отклонение, мм	52	18
Коэф. вариации, %	21	19

В Акмолинской области повторяемость относительно дождливого теплого периода (апрель–октябрь) составляет 18%, т.е. такие годы вероятны 2 раза в 10 лет (таблица 3.24). Повторяемость мало дождливого теплого периода составляет 12%, т.е. такой год вероятен 1 раз в 10 лет. В остальные 7 лет из 10 наблюдается обычный режим осадков, свойственный данному региону. Наименее дождливыми были 1991, 1997 и 2010 годы, наиболее дождливыми – 1993 и 2013 годы.

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

Режим осадков теплого периода	P, %	Вероятность повторения за 10 лет
Дождливая	18	2 года
Мало дождливая	12	1 год
Обычная	70	7 лет

В области 2 года из 10 лет бывают относительно снежными, а малоснежная зима имеет вероятность также 2 раза в 10 лет. В 6 годах из 10 лет 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 1980–1981, 2005–2006 и 2011–2012 годов.

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

Режим осадков холодного периода	P, %	Вероятность повторения за 10 лет
Снежная	20	2 года
Малоснежная	18	2 года
Обычная	62	6 лет

### 3.4.2 Режим снежного покрова

В Акмолинской области снежный покров в среднем появляется во второй декаде октября, но устойчивый снежный покров образуется в первой половине ноября. Устойчивый снежный покров разрушается в начале апреля и полностью сходит во второй половине апреля. В области количество дней со снежным покровом составляет 148–167 суток (таблица 3.26). При этом в области не бывает зим с не устойчивым снежным покровом.

Таблица 3.26 – Средние многолетние характеристики снежного покрова

НП (МС)	Количество дней со снежным покровом	Дата появления снежного покрова	Дата образования устойчивого снежного покрова	Дата разрушения устойчивого снежного покрова	Дата схода снежного покрова
Кокшетау	152	21.10	10.11	30.03	13.04
Щучинск	167	13.10	05.11	05.04	23.04
Балкашино	164	16.10	06.11	14.04	21.04
Степногорск	161	15.10	11.11	03.04	23.04
Акколь	163	18.10	07.11	06.04	21.04
Есиль	148	26.10	14.11	01.04	13.04
Жаксы	161	15.10	8.11	07.04	20.04
Атбасар	156	17.10	10.11	07.04	17.04
Ерейментау	159	11.10	13.11	03.04	23.04
Жалтыр	150	23.10	12.11	05.04	13.04
Астана	153	22.10	12.11	02.04	16.04
Егиндыколь	148	23.10	14.11	06.04	13.04
Аршалы	155	15.10	10.11	02.04	16.04
Коргалжын	150	24.10	15.11	06.04	16.04

В таблице 3.27 приведены средние многолетние значения высоты снежного покрова по декадам. Высота снежного покрова достигает своей максимальной высоты в конце февраля – начале марта (рисунок 3.8). В это время высота снежного покрова по территории области колеблется от 19 см на МС Степногорск до 49 см на МС Балкашино. В апреле месяце с повышением температуры воздуха начинается интенсивное снеготаяние.

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

НП (МС)	X		XI			XII			I			II			III			IV	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Кокшетау	1	1	4	6	9	11	13	15	18	20	21	22	24	26	26	25	17	7	1
Щучинск	2	3	5	9	13	16	20	22	25	27	28	30	32	32	32	30	23	10	2
Балкашино	1	2	5	8	12	16	20	24	29	34	37	40	43	45	46	49	47	35	15
Степногорск	1	2	3	6	7	9	11	12	15	16	17	17	19	19	18	18	13	5	2
Акколь	1	2	6	9	12	17	20	21	24	27	28	29	31	31	30	29	21	8	2
Есиль	0	1	3	5	7	10	13	16	18	20	21	22	24	25	24	22	13	4	1
Жаксы	0	1	3	4	6	9	11	13	15	18	20	22	23	22	21	20	16	10	2
Атбасар	1	2	3	5	7	10	13	18	21	25	29	31	36	39	41	43	37	25	9
Ерейментау	1	3	4	6	9	12	15	18	20	23	26	28	32	34	35	35	28	17	6
Жалтыр	1	1	2	5	7	10	12	15	17	19	21	22	25	26	25	23	18	7	1
Астана	1	2	4	6	8	12	14	16	18	20	21	22	24	24	24	22	14	5	2
Егиндыколь	1	3	4	7	8	13	15	16	18	21	22	24	25	26	26	25	19	10	4
Аршалы	1	4	5	6	9	11	13	15	15	16	17	18	21	22	21	18	14	6	2
Коргалжын	1	2	2	4	6	8	11	14	17	21	25	26	29	32	34	34	29	17	6



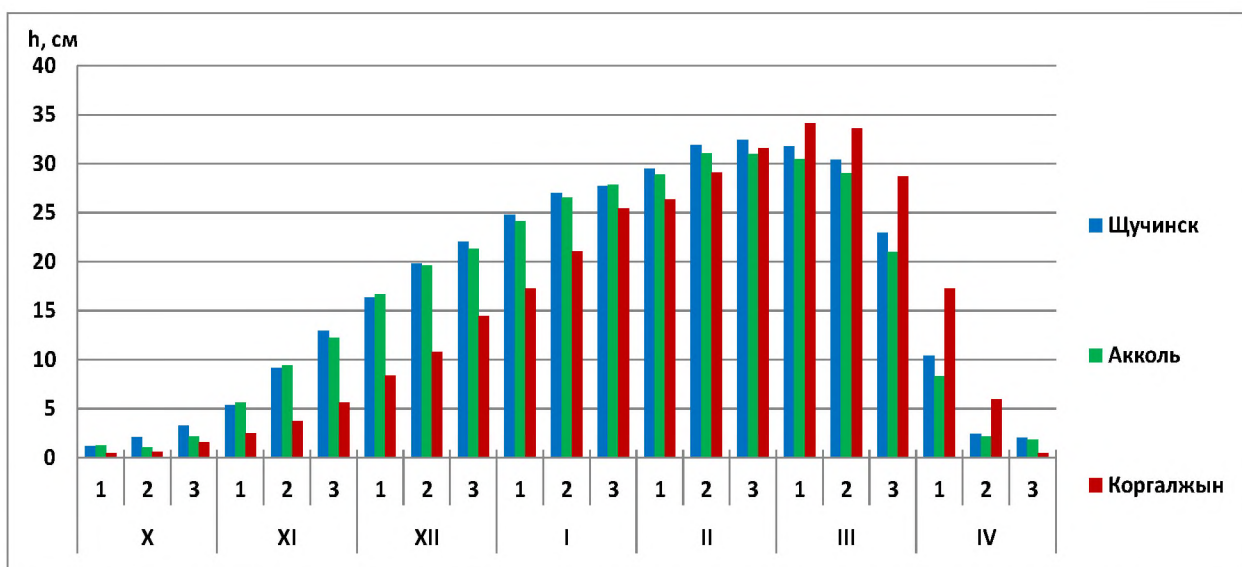


Рисунок 3.8 – Динамика высоты снежного покрова в холодный период года

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 Балкашино до 138 мм ( $\approx 138 \text{ л/м}^2$ ), а наименьшим запасом воды обладает снежный покров в районе МС Кокшетау, менее 40 мм.

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

НП (МС)	XI			XII			I			II			III		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Кокшетау		15	16	19	22	26	29	33	33	35	37	37	36	30	
Щучинск		22	28	35	44	53	56	63	68	71	76	79	72	69	53
Балкашино	21	28	34	46	56	79	81	98	106	110	122	121	138	138	130
Степногорск		15	19	23	25	29	35	40	41	45	48	50	52	50	42
Акколь		23	25	36	45	51	57	70	77	84	89	96	98	99	99
Есиль			24	24	26	38	35	44	46	47	48	51	48	46	
Жаксы		17	20	24	27	32	37	40	42	45	49	49	52	50	42
Атбасар		17	20	26	33	42	53	62	67	75	80	82	84	88	79
Ерейментау		15	20	22	25	28	31	29	32	38	43	43	47	49	
Жалтыр			19	28	34	44	51	58	66	72	78	82	80	81	63
Егиндыколь			23	27	32	39	46	53	59	67	75	79	79	79	65
Аршалы		16	21	25	31	34	39	44	45	49	57	57	58	56	
Коргалжын			20	22	28	35	40	48	54	63	66	71	74	77	75

### 3.4.3 Режим увлажнения почвы

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

В Акмолинской области запасы продуктивной влаги почвы (ЗПВ) измеряются на 11 пунктах, т.е. на 8 МС и 3 АМП. При этом 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 влагемкость (НПВ) в наблюдательных участках МС и АМП. В области распространены в основном черноземы обыкновенные и южные, темно–каштановые почвы. По механическому составу являются тяжело– и среднесуглинистыми. НПВ колеблется для 20 см слоя почвы от 37 до 60 мм, а для 100 см слоя почвы – от 158 до 224 мм.

Таблица 3.29 – Основные типы почв и их наименьшая полевая влагемкость (НПВ)

НП (МС, АМП)	Преобладающая почва, механический состав	НПВ, мм (0–20 см)	НПВ, мм (0–100 см)
АМП Катарколь	черноземы обыкновенные и южные, тяжелосуглинистые	44	221
Зеренды	черноземы южные, среднесуглинистые	44	192
Балкашино	черноземы обыкновенные, тяжелосуглинистые	41	184
АМП Вознесенка	черноземы обыкновенные и южные, легкосуглинистые	58	224
Жаксы	черноземы южные карбонатные, тяжелосуглинистые	48	202
Атбасар	черноземы южные карбонатные, тяжелосуглинистые	46	197
Шортанды	черноземы южные карбонатные, тяжелосуглинистые	60	203
Жалтыр	темно–каштановые, легкосуглинистые	37	158
АМП Новоишимка	темно–каштановые, среднесуглинистые	46	207
Егиндыколь	темно–каштановые, тяжелосуглинистые	45	203
Аршалы	темно–каштановые, тяжелосуглинистые	44	203

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.

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. Надо отметить, что в 2011 году измерение ЗПВ на МС Щучинск был перенесен на АМП Катарколь. Поэтому в рядах ЗПВ на АМП Катарколь до 2010 года были использованы данные по МС Щучинск.

В период весенне–полевых работ (начало мая) ЗПВ в пахотном слое почвы по области колеблется от 21 мм на МС Жалтыр до 39 мм на АМП Катарколь (таблица 3.30). Далее к середине лета ЗПВ уменьшается почти в два раза (18–30 мм), а в августе бывает еще меньше (8–21 мм). В области наибольшие ЗПВ наблюдаются в районе возвышенности Кокшетау, т.е. в районах АМП Катарколь (район г. Щучинск), МС Зеренды и МС Балкашино.

Такая же закономерность временного распределения свойственна и для ЗПВ в метровом слое почвы. ЗПВ в метровом слое почвы в период весенне–полевых работ (май) по области колеблется от 73 мм на МС Жаксы до 185 мм на МС Зеренды. В целом ЗПВ уменьшается с севера на северо–восток области (таблица 3.31).

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

НП (МС/АМП)	май			июнь			июль			август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Катарколь	39	37	37	33	27	28	30	34	27	24	21	23
Зеренды	38	35	34	33	28	29	34	30	30	28	22	19
Балкашино	33	28	29	23	13	18	19	22	21	19	15	17
Вознесенка	36	32	26	26	29	26	21	23	25	21	13	13
Жаксы	25	19	20	15	13	15	16	13	15	11	8	10
Атбасар	32	30	24	21	18	18	17	19	16	14	10	11
Шортанды	27	24	24	23	15	12	13	15	15	12	8	12
Жалтыр	21	19	16	14	10	13	15	12	14	14	10	11
Новоишимка	34	34	35	30	29	25	23	22	24	18	17	16
Егиндыколь	25	21	21	20	16	10	8	8	13	10	8	8
Аршалы	34	30	28	27	23	18	20	19	20	14	12	13

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

НП (МС/АМП)	май			июнь			июль			август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Катарколь	160	161	165	154	145	144	142	150	136	123	117	118
Зеренды	185	181	173	169	160	162	164	162	154	151	143	132
Балкашино	145	135	137	124	103	112	113	116	114	110	93	93
Вознесенка	144	139	127	121	116	117	97	97	94	83	68	65
Жаксы	73	59	62	51	48	48	68	54	56	51	37	41
Атбасар	121	120	111	109	98	90	88	91	86	78	66	61
Шортанды	107	88	91	83	66	64	60	60	66	50	45	49
Жалтыр	95	96	93	86	83	81	86	76	77	77	72	72
Новоишимка	130	119	136	117	117	97	88	79	79	69	65	55
Егиндыколь	104	92	90	89	84	73	56	54	58	47	46	44
Аршалы	158	137	137	131	123	105	88	71	69	56	55	62

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.

Как расчеты показали, в период вегетации зерновых культур (май–июль) хорошие условия увлажнения создаются в районе возвышенности Кокшетау. Например, в среднемноголетнем режиме оптимальное увлажнение почвы (80–96%) имеет место в районе МС Зеренды с мая по июль, а в августе – удовлетворительное. Также в районах АМП Катарколь (Щучинск) и МС Балкашино удовлетворительное увлажнение почвы (50–79%) сохраняется в течение всей вегетации, т.е. май–август месяцы (таблица 3.32).

В среднемноголетнем режиме не удовлетворительное увлажнение почвы (менее 50%) в течение май–август имеет место в районе МС Жаксы. На МС Шортанды и Егиндыколь только в начале мая бывает удовлетворительное увлажнение почвы (51–53%), а далее до конца августа устанавливаются не удовлетворительные условия.

На остальной территории центральной и южной частей области в первой половине вегетации устанавливается удовлетворительное увлажнение почвы (50–79%), а во второй половине – не удовлетворительное

Таким образом, в зерносеющих районах Акмолинской области увлажненность почвы под зерновыми культурами по данным ЗПВ характеризуется как удовлетворительная.

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

НП (МС/АМП)	май			июнь			июль			август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Катарколь	72	73	75	69	65	65	64	68	62	55	53	53
Зеренды	96	94	90	88	83	85	85	84	80	79	74	69
Балкашино	79	73	74	67	56	61	61	63	62	60	50	50
Вознесенка	64	62	57	54	52	52	44	43	42	37	31	29
Жаксы	36	29	31	25	24	24	34	27	28	25	18	20
Атбасар	62	61	56	55	50	46	45	46	44	40	34	31
Шортанды	53	43	45	41	33	31	30	29	32	25	22	24
Жалтыр	60	61	59	54	53	51	54	48	49	49	46	45
Новоишимка	63	57	66	56	56	47	42	38	38	33	31	26
Егиндыколь	51	45	44	44	42	36	28	27	28	23	23	21
Аршалы	78	67	67	65	61	51	44	35	34	27	27	31

### 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), осредненные за 1981–2016 гг.

В течение холодного периода года по территории Акмолинской области в среднем выпадают осадки в пределах 65–129 мм. За теплый период года выпадают гораздо больше осадков, в среднем 183–271 мм. Из них 122–190 мм осадков выпадают в период активной вегетации сельскохозяйственных культур (таблица 3.33). В теплый период года наименьшее количество осадков выпадает в районах МС Коргалжын, Жаксы и Есиль.

На рисунке 3.9 представлено пространственное распределение сумм осадков за теплый период года. В северо–западной и центральной части области имеется полоса с суммами осадков более 260 мм, включающая возвышенность Кокшетау и территорию до Ерейментауских гор. От данной полосы сумма осадков уменьшается в двух направлениях: на северо–восток области – до 220 мм и менее, на юго–запад области – до 180 мм и менее.

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 190 мм, обеспеченность чего составляет примерно 45%. Здесь на 90% обеспечено около 110 мм осадков, т.е. в 9 годах из 10 за период май–август выпадают осадки не менее 110 мм. На 10% обеспечено осадки около 290 мм, т.е. за период май–август выпадают осадки 290 мм 1 раз в 10 лет. На юге области за май–август на 90% обеспечено суммы осадков в пределах 70–90 мм, а на 10% обеспечено осадки 190–200 мм.

Надо отметить, что по данным [60] среднемноголетнее значение годовой испаряемости по территории Акмолинской области растет с севера на юг от 730 до 800 мм.

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)	$R_{11-3}$	$R_{4-10}$	$R_{5-8}$
Кокшетау	65	249	186
Боровое	70	256	185
Щучинск	74	256	188
Балкашино	129	271	190
Степногорск	80	226	160
Акколь	105	260	176
Есиль	77	198	139
Жаксы	127	200	129
Атбасар	101	211	149
Ерейментау	111	269	185
Жалтыр	102	225	158
Астана	100	222	152
Егиндыколь	104	191	128
Аршалы	91	221	151
Коргалжын	103	183	122

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
Кокшетау	294	246	210	200	162	151	129	126	109	81
Боровое	267	234	204	194	176	161	146	140	120	83
Щучинск	279	252	232	200	182	155	153	128	103	59
Балкашино	294	261	223	187	174	154	140	127	108	72
Степногорск	213	202	183	167	158	143	123	110	101	77
Акколь	245	203	187	184	176	162	152	126	112	88
Есиль	198	182	155	134	119	112	109	99	92	54
Жаксы	199	181	149	129	112	103	95	91	83	32
Атбасар	225	187	165	157	139	126	122	117	86	39
Ерейментау	269	249	234	182	165	155	138	134	123	96
Жалтыр	225	215	195	164	156	138	118	104	97	70
Астана	204	189	178	166	151	140	126	109	100	68
Егиндыколь	193	167	154	128	122	107	100	88	67	42
Аршалы	244	190	172	151	139	129	122	103	89	64
Коргалжын	187	159	135	123	121	102	88	79	65	38

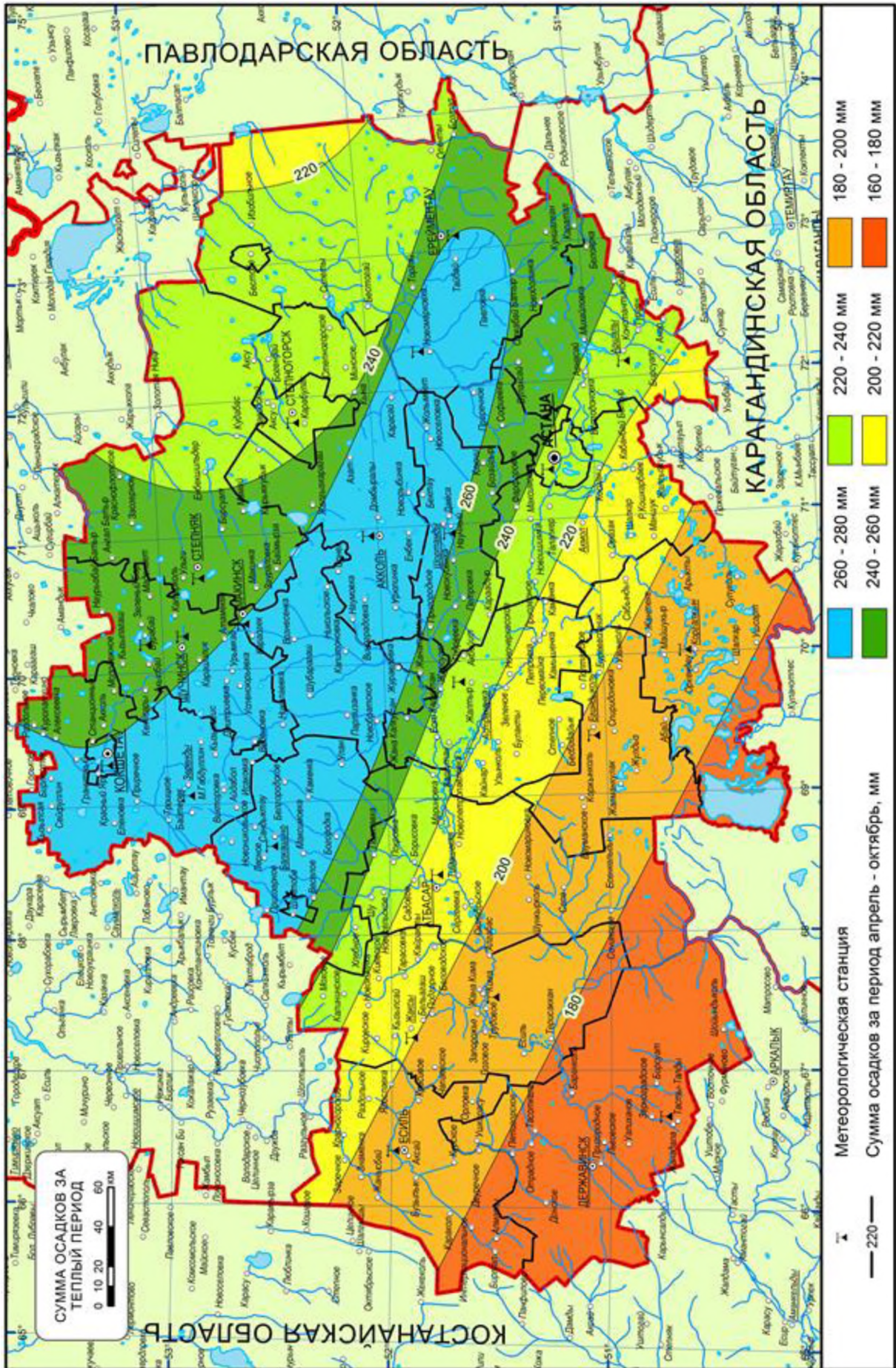


Рисунок 3.9 – Сумма осадков за теплый период года

### 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 по территории Акмолинской области коэффициент увлажнения К составляет 0,67–1,14, и ему свойственно уменьшение с севера на юг (таблица 3.35).

Таблица 3.35 – Влагообеспеченность по коэффициенту увлажнения К

НП (МС)	К	Оценка влагообеспеченности
Кокшетау	0,91	Достаточная, но не устойчивая
Боровое	0,98	Достаточная, но не устойчивая
Щучинск	1,00	Оптимальная и устойчивая
Балкашино	1,14	Оптимальная и устойчивая
Степногорск	0,84	Достаточная, но не устойчивая
Акколь	0,98	Достаточная, но не устойчивая
Есиль	0,70	Недостаточная влагообеспеченность
Жаксы	0,79	Недостаточная влагообеспеченность
Атбасар	0,81	Достаточная, но не устойчивая
Ерейментау	1,00	Оптимальная и устойчивая
Жалтыр	0,83	Достаточная, но не устойчивая
Кима	0,61	Недостаточная влагообеспеченность
Астана	0,80	Достаточная, но не устойчивая
Егиндыколь	0,71	Недостаточная влагообеспеченность
Аршалы	0,82	Достаточная, но не устойчивая
Коргалжын	0,67	Недостаточная влагообеспеченность

На рисунке 3.10 представлено пространственное распределение коэффициента увлажнения К.

В районе возвышенности Кокшетау (МС Щучинск, МС Балкашино) значение К превышает 1,0 и влагообеспеченность вегетационного периода оценивается как «оптимальная и устойчивая».

В центральной части области, включающая территорию от Кокшетауской возвышенности до Ерейментауских гор, а также до Степногорска, К составляет 0,9–1,0, что характеризуется как «достаточная, но не устойчивая влагообеспеченность». От этой полосы в сторону северо–востока и юго–запада области значение К уменьшается. Изолиния К = 0,80 проходит через Атбасар и Астана, разделяя наклонной линией юго–западную часть области, где влагообеспеченность вегетационного периода оценивается как «недостаточная».

Влагообеспеченность на крайнем юго–западе области характеризуется как «умеренный дефицит влаги» ( $K < 0,6$ ).

В таблице 3.36 приведена различная обеспеченность значений коэффициента увлажнения К. Например, на севере и востоке области на 90% обеспечено значение  $K > 0,60$ , т.е. в 9 годах из 10 влагообеспеченность вегетационного периода характеризуется как «недостаточная влагообеспеченность». На юге и западе области  $K(90\%)=0,42–0,59$ , что характеризуется как «умеренный дефицит влаги».

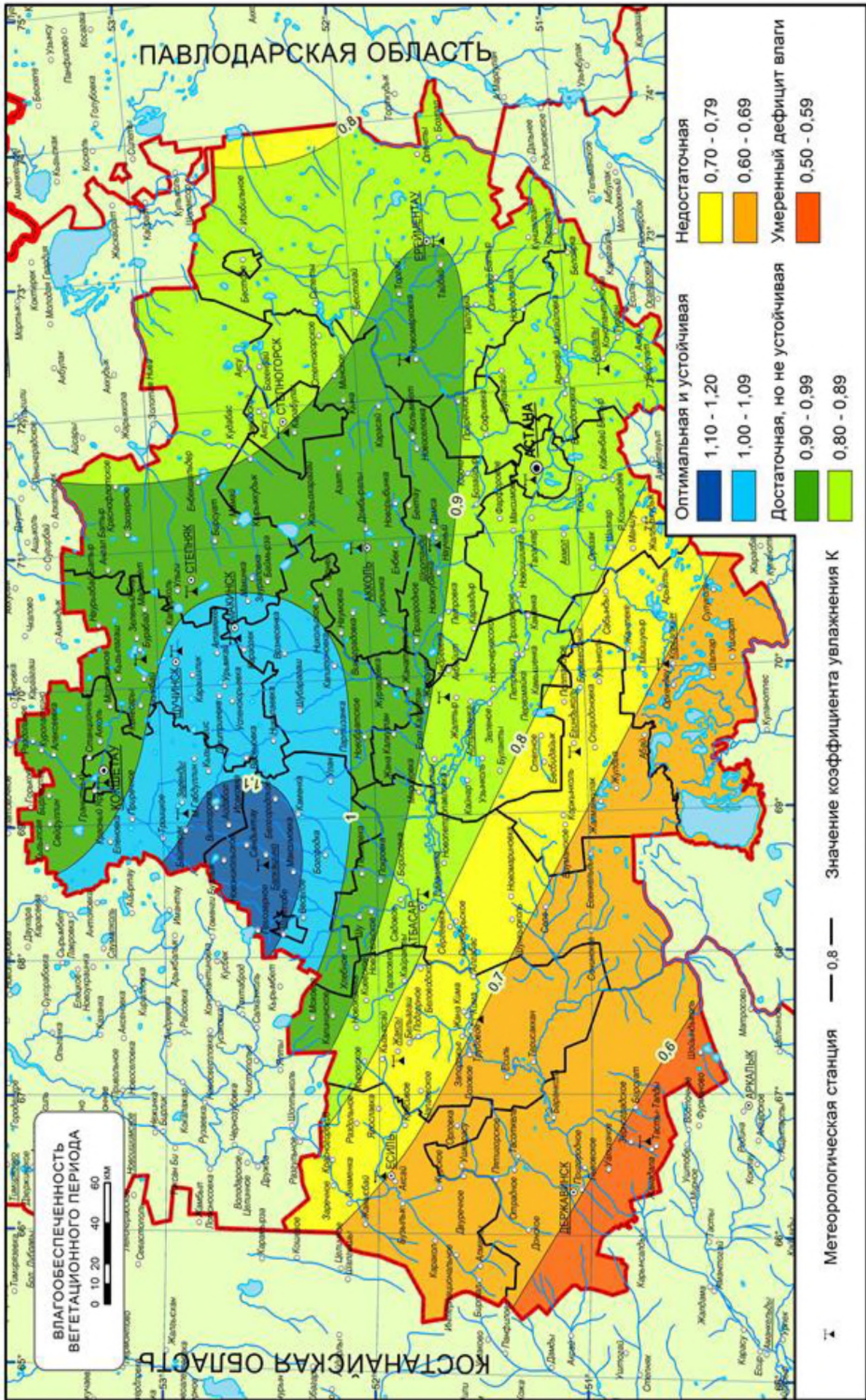


Рисунок 3.10 – Влагообеспеченность вегетационного периода



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

НП (МС)	Р, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Кокшетау	1,39	1,15	1,07	0,97	0,85	0,74	0,63	0,60	0,56	0,48
Боровое	1,36	1,18	1,13	1,04	1,01	0,88	0,82	0,73	0,65	0,55
Щучинск	1,50	1,39	1,21	1,14	1,08	0,85	0,79	0,70	0,60	0,46
Балкашино	1,70	1,49	1,36	1,23	1,08	0,95	0,91	0,83	0,69	0,49
Степногорск	1,12	1,03	0,96	0,86	0,82	0,79	0,67	0,63	0,58	0,47
Акколь	1,35	1,19	1,10	1,02	0,97	0,93	0,82	0,73	0,69	0,60
Есиль	0,96	0,92	0,83	0,70	0,64	0,61	0,60	0,54	0,47	0,30
Жаксы	1,19	1,05	0,86	0,79	0,71	0,66	0,63	0,56	0,53	0,32
Атбасар	1,13	1,08	0,89	0,83	0,78	0,74	0,70	0,64	0,58	0,32
Ерейментау	1,46	1,36	1,21	1,02	0,96	0,86	0,83	0,77	0,71	0,64
Жалтыр	1,12	1,08	1,02	0,90	0,87	0,74	0,67	0,61	0,57	0,44
Астана	1,04	0,98	0,88	0,86	0,85	0,80	0,69	0,63	0,55	0,42
Егиндыколь	0,96	0,89	0,82	0,76	0,72	0,65	0,56	0,50	0,45	0,35
Аршалы	1,22	1,05	0,87	0,84	0,79	0,73	0,63	0,57	0,53	0,43
Коргалжын	0,95	0,83	0,74	0,70	0,65	0,61	0,55	0,53	0,42	0,32

### 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>).

Северная половина области, включая Кокшетаускую возвышенность и территорию выше Шортанды, до Ерейментау и Степногорска, в период активной вегетации растений является «не засушливой» (ГТК  $\geq 0,8$ ). Территории восточнее и южнее этой зоны, являются «слабо засушливыми» (ГТК = 0,6–0,8), а юго–западная часть области является «умеренно засушливой» (ГТК < 0,6) (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
Кокшетау	0,87	Не засушливо
Боровое	0,92	Не засушливо
Щучинск	0,95	Не засушливо
Балкашино	0,96	Не засушливо
Степногорск	0,76	Слабо засушливо
Акколь	0,84	Не засушливо
Есиль	0,61	Слабо засушливо
Жаксы	0,60	Слабо засушливо
Атбасар	0,68	Слабо засушливо
Ерейментау	0,87	Не засушливо
Жалтыр	0,71	Слабо засушливо
Кима	0,54	Умеренно засушливо
Астана	0,68	Слабо засушливо
Егиндыколь	0,57	Умеренно засушливо
Аршалы	0,71	Слабо засушливо
Коргалжын	0,53	Умеренно засушливо

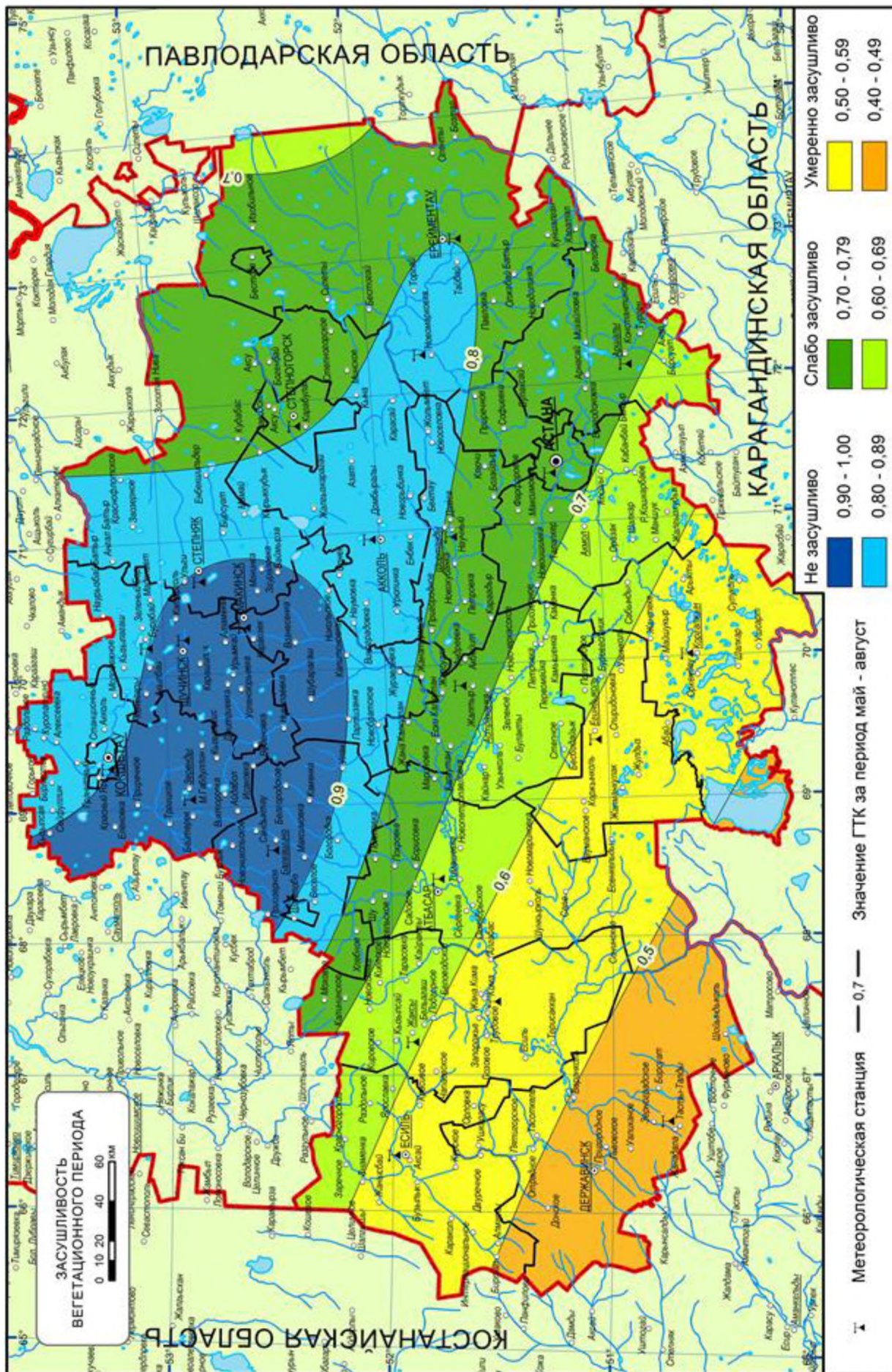


Рисунок 3.11 – Засушливость вегетационного периода

### 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 оценки биоклиматического потенциала по МС области. Наибольшие значения БПК соответствуют районам МС Балкашино и МС Щучинск (44 ц/га). Здесь высокое значение БПК обеспечивается плодородной почвой (южные черноземы) и хорошими условиями увлажнения атмосферными осадками. Наименьшие значения БПК наблюдаются в районе МС Коргалжын (28 ц/га).

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

МП (МС)	БПК, ц/га
Кокшетау	41
Щучинск	44
Балкашино	44
Степногорск	40
Акколь	39
Есиль	32
Жаксы	32
Атбасар	32
Ерейментау	39
Жалтыр	35
Астана	32
Егиндыколь	29
Аршалы	32
Коргалжын	28

На рисунке 3.12 представлено пространственное распределение БПК по территории Акмолинской области. Значение БПК зависит от климатических и почвенных условий. Если пространственное распределение климатических показателей более устойчиво 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.

Относительно высокими значениями БПК более 40 ц/га характеризуется северная часть области, включая Кокшетаускую возвышенность, территорию от Акколь до Ерейментау и Степногорска. К востоку и к югу от этой зоны значение БПК уменьшается. В южной и юго–восточной части области БПК имеет значение менее 30 ц/га.

Анализ показал, что максимальная урожайность яровой пшеницы по административным районам составляет около 50% от БПК. Это означает, что в области верхний уровень использования БПК 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 %.

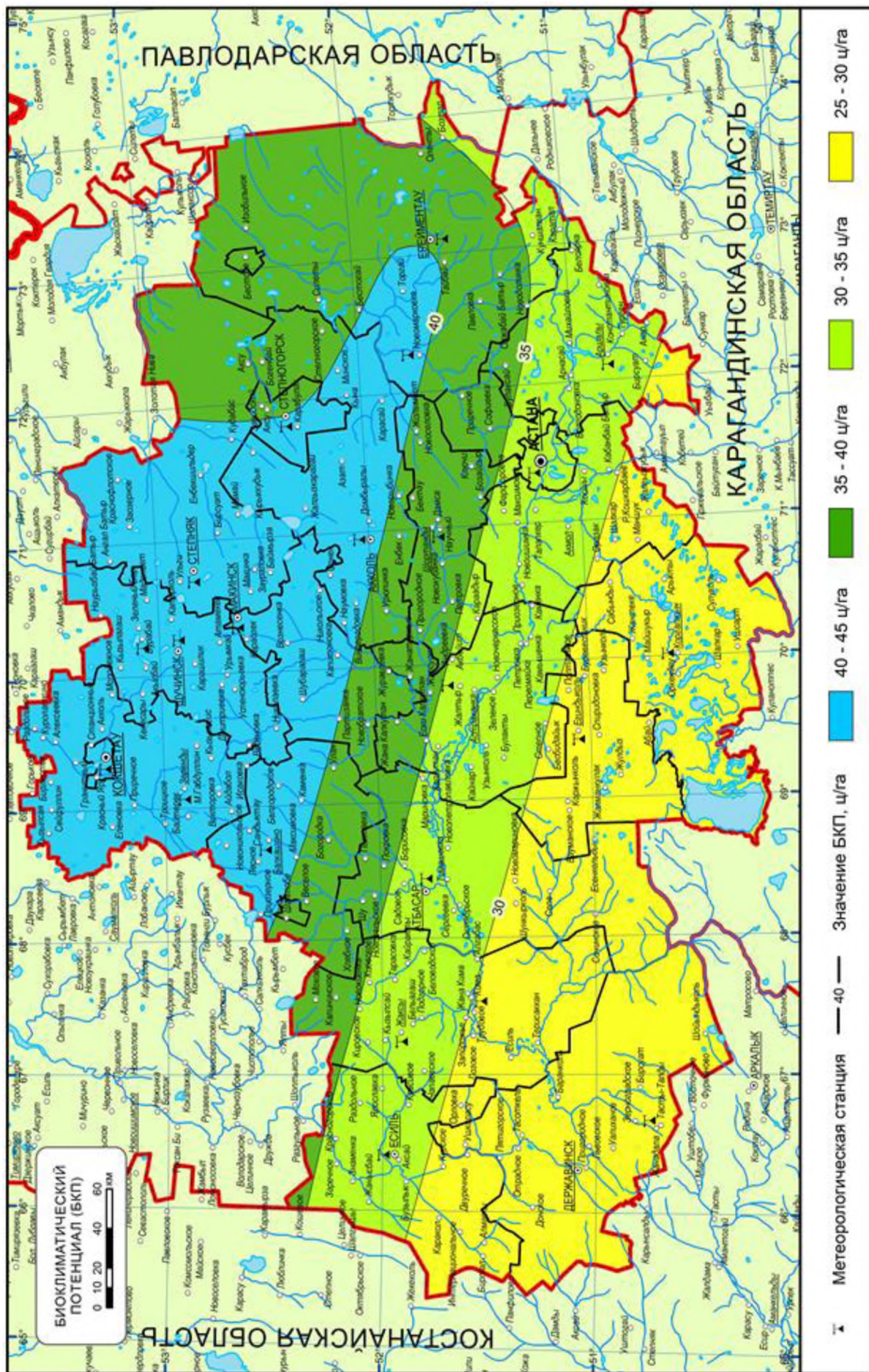


Рисунок 3.12 – Биоклиматический потенциал территории Акмолинской области

### 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 Акмолинской области приземный атмосферный воздух является достаточно влажным. Средняя годовая относительная влажность воздуха колеблется около 70% (таблица 3.39). Относительная влажность воздуха растет от лета к зиме (рисунок 3.13). Наименьшие значения относительной влажности воздуха (50–59%) наблюдается в мае–июне. В зимние месяцы относительная влажность воздуха повышается до 80% и выше.

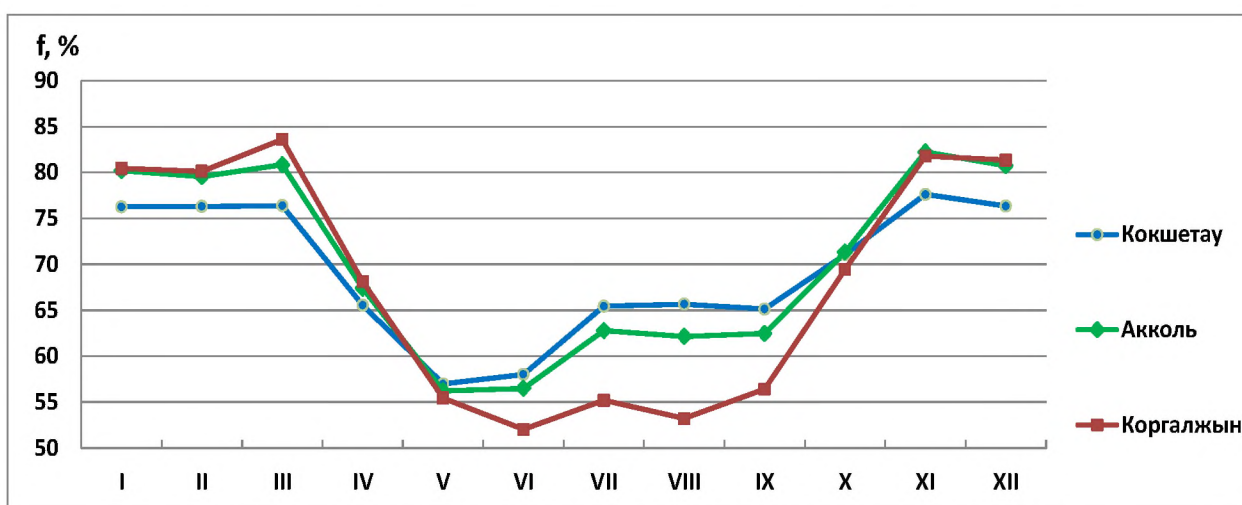


Рисунок 3.13 – Годовой ход относительной влажности воздуха

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

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Кокшетау	76	76	76	66	57	58	65	66	65	71	78	76	69
Боровое	76	74	73	61	55	58	64	65	64	70	78	77	68
Щучинск	80	79	79	67	57	58	66	66	65	73	81	80	71
Балкашино	81	79	80	70	58	59	67	66	66	73	83	82	72
Степногорск	79	78	79	65	55	56	61	60	60	70	81	80	69
Акколь	80	80	81	67	56	56	63	62	62	71	82	81	70
Есиль	80	79	82	69	55	52	59	57	59	69	81	81	68
Жаксы	83	82	85	70	53	52	58	56	58	69	85	84	69
Атбасар	82	82	84	71	55	54	61	58	59	70	84	83	70
Ерейментау	80	81	81	65	55	55	61	59	59	69	79	79	69
Жалтыр	79	79	82	68	54	53	59	57	58	68	80	80	68
Астана	78	77	79	64	54	53	59	57	58	68	80	79	67
Егиндыколь	82	82	85	69	52	50	57	54	55	69	83	82	68
Аршалы	79	79	81	67	56	54	61	58	58	70	81	80	69
Коргалжын	80	80	84	68	55	52	55	53	56	69	82	81	68

### 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 Акмолинской области скорость ветра распределяется не равномерно. В течение года скорость ветра ослабевает летом и зимой, а в переходные сезоны – усиливается (рисунок 3.14). Самым ветреным местом области является район МС Ерейментау, где среднегодовая скорость ветра составляет 5,1 м/с. Наименьшая скорость ветра наблюдается в районе г. Щучинск, где среднегодовая скорость ветра равна 2,7 м/с (таблица 3.40).

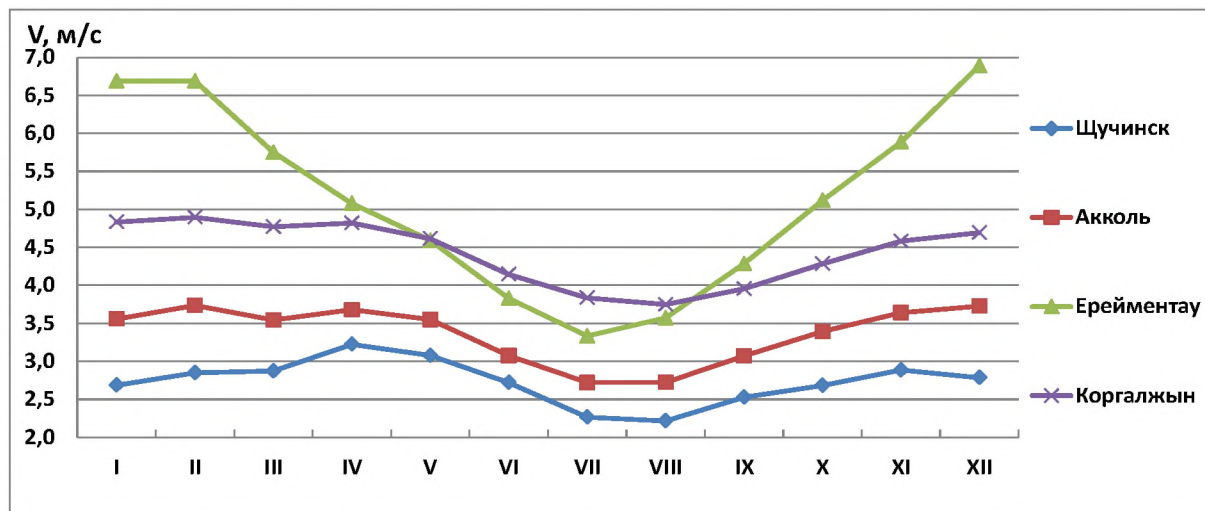


Рисунок 3.14 – Годовой ход средних месячных скоростей ветра

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

МП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кокшетау	4,1	4,4	4,2	4,5	4,3	3,6	3,2	3,2	3,8	4,3	4,4	4,5	4,0
Боровое	3,9	3,9	3,7	3,9	3,5	3,0	2,7	2,9	3,3	3,5	3,7	4,0	3,5
Щучинск	2,7	2,8	2,9	3,2	3,1	2,7	2,3	2,2	2,5	2,7	2,9	2,8	2,7
Балкашино	3,4	3,8	3,7	3,8	3,7	3,2	2,8	2,7	3,0	3,4	3,6	3,6	3,4
Степногорск	5,3	5,4	4,9	4,9	4,5	3,8	3,4	3,5	4,1	4,6	5,0	5,4	4,6
Акколь	3,6	3,7	3,5	3,7	3,5	3,1	2,7	2,7	3,1	3,4	3,6	3,7	3,4
Есиль	3,4	3,6	3,4	3,6	3,5	3,2	2,8	2,7	3,0	3,2	3,2	3,4	3,3
Жаксы	4,1	4,5	4,1	3,8	3,9	3,5	3,0	3,0	3,3	3,4	3,9	4,1	3,7
Атбасар	5,0	5,3	5,1	5,2	5,0	4,5	4,1	4,0	4,4	4,7	4,9	5,1	4,8
Ерейментау	6,7	6,7	5,8	5,1	4,6	3,8	3,3	3,6	4,3	5,1	5,9	6,9	5,1
Жалтыр	3,7	3,9	3,6	3,7	3,5	3,2	2,7	2,7	3,0	3,2	3,5	3,6	3,4
Астана	3,7	3,8	3,7	3,7	3,5	3,1	2,8	2,7	3,0	3,4	3,6	3,7	3,4
Егиндыколь	3,6	3,9	3,7	3,8	3,7	3,4	2,9	2,8	3,0	3,2	3,5	3,7	3,4
Аршалы	4,4	4,5	4,3	4,3	4,2	3,9	3,5	3,6	3,8	3,9	4,1	4,4	4,1
Коргалжын	4,8	4,9	4,8	4,8	4,6	4,1	3,8	3,7	4,0	4,3	4,6	4,7	4,4

Рассмотрим повторяемость направления ветра и штиля на 4 МС, расположенных на севере, в центре и на юге области. Повторяемость штиля (безветрие) за год составляет в районе МС Щучинск 26%, в районах МС Акколь и Ерейментау 14–18%, а на южной МС Коргалжын – 8% (таблица 3.41).

Повторяемость направлений ветра по 8 румбам и построенные на их основе розы ветров показали, что преобладающие направления ветров на МС почти схожи. На всех МС в среднем за год и в январе преобладают юго-западные (ЮЗ) и южные (Ю) ветра. В июле в районе г. Щучинск преобладает северный (С) и северо-западный (СЗ) ветер, на МС Акколь – северный (С) и западный (З) ветер, на МС Ерейментау – юго-западный (ЮЗ), а на МС Коргалжын – северо-восточный (СВ) ветер (таблица 3.41 и рисунки 3.15 – 3.18).

Таблица 3.41 – Повторяемость направления ветра и штиля, %

НП (МС)	Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
Щучинск	I	4	9	5	11	26	24	14	7	28
	VII	19	15	11	7	7	8	15	18	28
	год	9	11	8	9	16	19	16	12	26
Акколь	I	7	5	4	4	22	40	16	2	20
	VII	19	14	11	5	8	10	18	15	19
	год	11	9	7	5	14	26	20	8	18
Ерейментау	I	1	6	9	2	12	64	5	1	11
	VII	11	15	14	7	8	18	15	12	18
	год	5	9	12	5	11	40	12	6	14
Коргалжын	I	2	11	10	13	26	26	10	2	7
	VII	15	19	14	7	7	10	14	14	8
	год	7	14	12	10	16	20	14	7	8

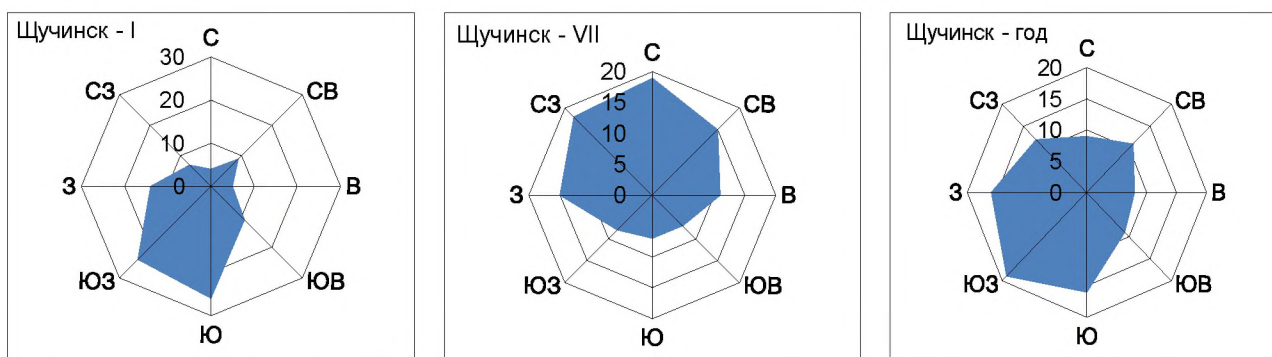


Рисунок 3.15 – Роза ветров на МС Щучинск

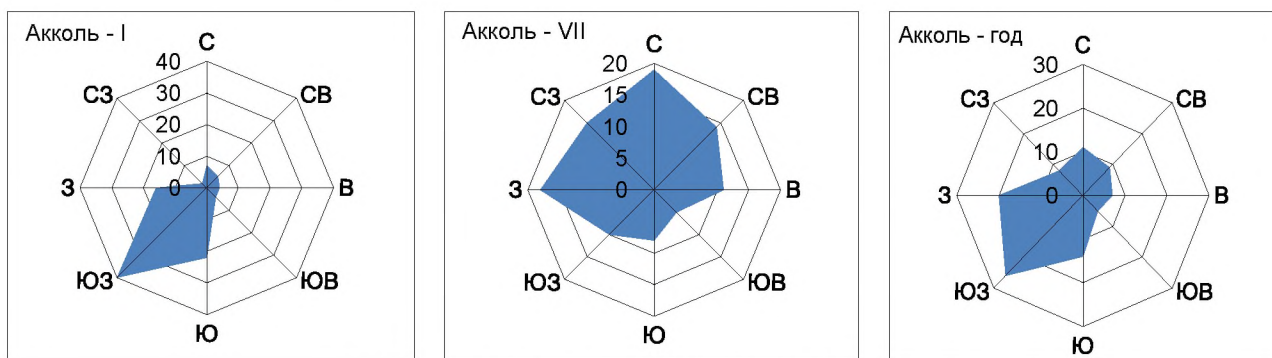


Рисунок 3.16 – Роза ветров на МС Акколь

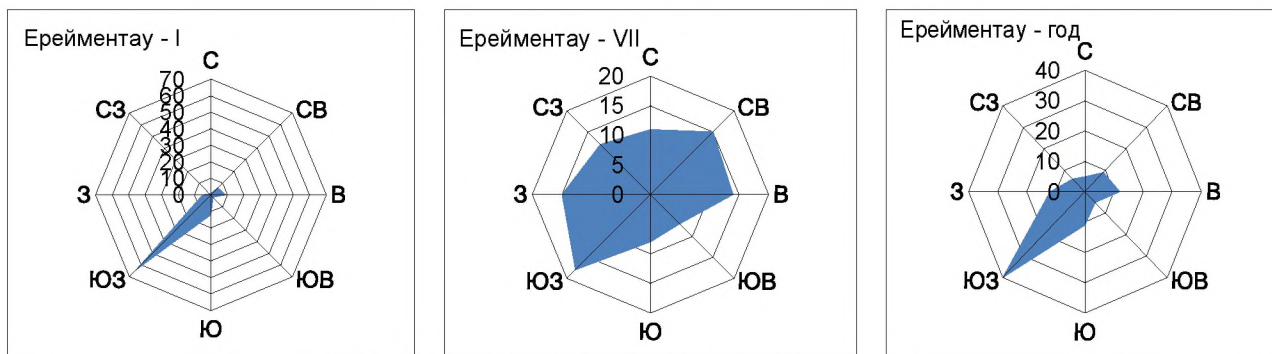


Рисунок 3.17 – Роза ветров на МС Ерейментау

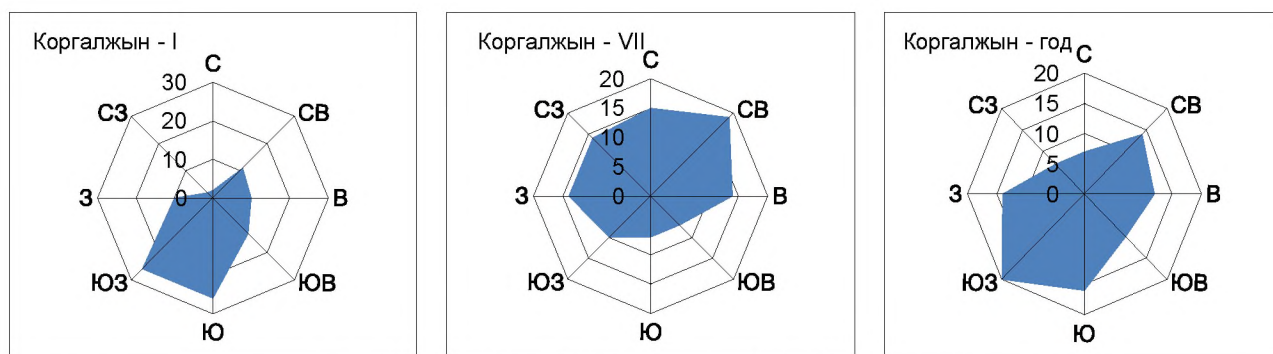


Рисунок 3.18 – Роза ветров на МС Коргалжын

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 [61, 62].

В таблице 3.42 приведена 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 41% на МС Щучинск до 60% на МС Ерейментау и Коргалжын.

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 Щучинск													
0–3,9	60	58	61	53	52	55	63	65	61	56	58	61	59
$\geq 4,0$	40	42	39	47	48	45	37	35	39	44	42	39	41
МС Акколь													
0–3,9	53	51	57	53	51	58	64	65	60	52	52	53	56
$\geq 4,0$	47	49	43	47	49	42	36	35	40	48	48	47	44
МС Ерейментау													
0–3,9	28	29	38	39	41	50	54	54	46	38	35	41	40
$\geq 4,0$	72	71	62	61	59	50	46	46	54	62	65	59	60
МС Коргалжын													
0–3,9	37	35	41	34	36	41	43	46	46	38	36	38	40
$\geq 4,0$	63	65	59	66	64	59	57	54	54	62	64	62	60

Для расчета средней удельной мощности ветрового потока (ветроэнергетического потенциала на  $1 \text{ м}^2$  –  $N_{\text{cp}}$ ) по средней скорости ветра ( $V$ ) можно использовать формулу [62]:

$$N_{\text{cp}} = 1,16 * V^3 \quad (3.1)$$

Расчеты показали, что среднегодовой ветроэнергетический потенциал превышает  $100 \text{ Вт/м}^2 * \text{с}$  на МС Степногорск, Атбасар, Ерейментау и Коргалжын, на остальных МС составляет менее  $80 \text{ Вт/м}^2 * \text{с}$  (таблица 3.43).

В районе МС Ерейментау, где наблюдается наибольшая скорость ветра, ветроэнергетический потенциал в среднем за год составляет  $158 \text{ Вт/м}^2 * \text{с}$ , максимума достигает в декабре ( $379 \text{ Вт/м}^2 * \text{с}$ ), а минимума – в июле ( $43 \text{ Вт/м}^2 * \text{с}$ ).

При таком среднегодовом ветроэнергетическом потенциале ( $158 \text{ Вт/м}^2 * \text{с}$ ), его суточное значение на  $1 \text{ м}^2$  рабочей поверхности составляет  $13,6 \text{ МВт/м}^2 * \text{сут}$ , а годовое –  $4903,9 \text{ МВт/м}^2 * \text{год}$ . Таким образом, территория Акмолинской области является относительно благоприятным для использования энергии ветра.



Таблица 3.43 – Удельная мощность ветрового потока, Вт/м<sup>2</sup>\*с

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кокшетау	81	100	84	109	90	54	36	38	64	90	102	108	77
Боровое	69	69	59	69	50	31	23	28	42	50	59	74	50
Щучинск	22	27	27	39	34	23	13	13	19	22	28	25	24
Балкашино	46	62	60	66	60	38	26	24	33	47	55	52	46
Степногорск	174	186	140	140	106	63	44	50	77	111	148	185	111
Акколь	52	60	52	58	52	34	23	23	34	45	56	60	44
Есиль	44	56	46	55	48	38	26	23	31	37	40	47	40
Жаксы	81	103	82	66	68	48	30	31	41	47	69	80	59
Атбасар	147	177	155	160	148	107	79	76	96	117	137	157	127
Ерейментау	347	347	221	152	112	65	43	53	91	155	236	379	158
Жалтыр	61	70	55	57	51	37	24	24	32	39	48	55	44
Астана	57	65	60	60	50	34	25	24	30	44	54	57	45
Егиндыколь	54	68	58	61	59	45	28	25	31	39	48	60	47
Аршалы	98	103	94	93	87	67	52	53	63	69	80	99	78
Коргалжын	131	136	126	130	114	83	65	61	72	91	112	120	101

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 [61].

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 максимальные скорости ветра и наибольшие порывы ветра наблюдаются в районе МС Ерейментау и МС Коргалжын, где в течение года месячные максимальные скорости ветра колеблются от 18 до 28 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
Щучинск	18 (25)	18 (24)	21 (27)	20 (32)	18 (32)	19 (28)	15 (28)	15 (24)	20 (28)	18 (25)	20 (29)	18 (30)	21 (32)
Акколь	24 (28)	20 (28)	20 (24)	20 (24)	24 (30)	25 (26)	18 (20)	16 (20)	20 (24)	20 (24)	20 (24)	24 (28)	25 (30)
Ерейментау	28 (34)	28 (34)	28 (34)	24 (34)	24 (28)	24 (34)	20 (24)	20 (28)	20 (28)	24 (28)	24 (34)	28 (34)	28 (34)
Коргалжын	25 (30)	25 (28)	24 (28)	24 (32)	24 (30)	28 (32)	20 (26)	18 (30)	18 (25)	24 (34)	20 (28)	25 (28)	28 (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 2-5<sup>o</sup>C (утром) до 32-38<sup>o</sup>C (после полудня), и в среднем составляет 15-18<sup>o</sup>C.

В таблице 3.46 приведены данные по средней декадной температуре поверхности почвы. В среднем поверхность почвы прогревается в первой декаде мая до 7-12<sup>o</sup>C, в третьей декаде – до 17-20<sup>o</sup>C, а в июне – превышает 20<sup>o</sup>C.

Таблица 3.45 – Температура поверхности почвы, <sup>o</sup>C

НП (МС)	Апрель			Май			Июнь		
	ср	ср. макс	ср. мин	ср	ср. макс	ср. мин	ср	ср. макс	ср. мин
Кокшетау	5	16	-3	16	32	4	23	42	10
Щучинск	4	17	-4	15	34	2	22	42	9
Балкашино	2	12	-5	15	33	3	23	42	9
Степногорск	4	17	-3	16	35	3	23	44	10
Акколь	5	17	-3	16	36	3	23	45	9
Есиль	6	18	-2	16	33	5	23	42	11
Жаксы	4	16	-2	16	34	5	23	44	11
Атбасар	5	16	-3	16	36	3	24	45	10
Ерейментау	3	14	-3	17	35	5	24	44	11
Жалтыр	6	19	-3	17	36	5	24	45	11
Астана	7	22	-2	18	38	5	25	47	11
Егиндыколь	6	19	-2	17	37	5	24	46	11
Аршалы	6	19	-3	16	36	4	24	46	10
Коргалжын	5	18	-2	18	37	5	25	46	11

Таблица 3.46 – Средняя декадная температура поверхности почвы, <sup>o</sup>C

НП (МС)	Апрель			Май			Июнь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Кокшетау	0	5	9	13	16	18	20	24	24
Щучинск	-1	5	9	13	16	17	19	23	24
Балкашино	-4	2	7	12	16	17	20	23	25
Степногорск	-1	5	9	16	16	18	20	24	25
Акколь	-1	6	10	13	16	18	21	24	25
Есиль	0	6	10	14	17	18	21	24	26
Жаксы	-1	5	9	13	17	18	21	24	25
Атбасар	-1	5	10	14	17	18	21	24	26
Ерейментау	-2	3	9	14	17	19	22	24	26
Жалтыр	0	7	11	15	18	19	22	25	27
Астана	2	8	12	15	18	19	22	25	27
Егиндыколь	0	7	11	14	17	19	22	25	26
Аршалы	0	6	11	14	17	18	21	24	26
Коргалжын	-1	6	11	15	18	20	22	25	27

В таблице 3.47 приведена средняя месячная температура пахотного слоя почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см, по коленчатым термометрам. В среднем за май месяц температура в верхнем 5 см слое почвы составляет около 13<sup>o</sup>C на севере и около 16<sup>o</sup>C на юге области, а на глубине 20 см – около 11<sup>o</sup>C и 14<sup>o</sup>C соответственно. В июне пахотный слой почвы

прогревается в среднем за месяц до 20-23°C в 5 см глубине, до 17-20°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
Кокшетау	-	-	-	-	20,3	19,0	18,1	17,1
Щучинск	13,2	12,2	11,4	11,0	19,7	18,6	17,7	17,5
Балкашино	13,4	12,4	11,6	10,8	19,9	18,8	18,0	17,3
Акколь	-	-	-	-	21,1	19,8	18,7	17,7
Есиль	15,0	13,7	13,0	12,2	21,1	20,0	19,4	18,6
Атбасар	13,5	12,3	11,4	10,4	20,4	19,3	18,5	17,5
Астана	16,1	15,2	-	13,8	22,3	21,3	20,8	-
Аршалы	-	-	-	-	20,2	19,2	18,1	17,0
Коргалжын	16,2	15,0	14,4	13,8	23,2	21,9	21,5	20,6

Осенью с понижением температуры воздуха почвенный покров начинает промерзать с поверхности в глубь почвы. Весной после таяния снежного покрова 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 области устойчивое промерзание почвы в среднем начинается на севере области в конце октября, на юге – в начале ноября, а в годы с холодной осенью – в период 1-16 октября. Весной верхний 10 см слой почвы оттаивает в среднем на юге области – 5 апреля, на севере – 15 апреля, и почва полностью оттаивает в конце апреля. Самая поздняя дата оттаивания почвы зафиксирована на юге области – 9 мая, на севере – 25 мая (таблица 3.48).

На территории области в среднем глубина промерзания составляет в ноябре 40-50 см и нарастает к концу зимы, достигая глубины 177 см. Максимальная глубина промерзания везде превышает 150 см. На МС Аршалы максимальная глубина промерзания доходила 274 см (таблица 3.49).

Таблица 3.48 – Даты начала устойчивого промерзания и полного оттаивания почвы

НП (МС)	Дата начала устойчивого промерзания почвы			Ср. даты оттаивания на глубинах, см			Дата полного оттаивания почвы		
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	10	20	30	средняя	самая ранняя	самая поздняя
Щучинск	29.10	01.10	18.11	08.04	13.04	16.04	28.04	16.04	14.05
Балкашино	31.10	05.10	01.12	15.04	18.04	20.04	30.04	11.04	25.05
Атбасар	03.11	14.10	24.11	11.04	12.04	14.04	27.04	07.04	14.05
Жалтыр	08.11	16.10	01.12	07.04	10.04	12.04	24.04	04.04	19.06
Егиндыколь	01.11	11.10	21.12	07.04	09.04	11.04	25.04	28.03	14.05
Аршалы	06.11	14.10	21.11	05.04	08.04	09.04	20.04	31.03	09.05

Таблица 3.49 – Глубина промерзания почвы, см

НП (МС)	Месяц					из максимальных за период		
	XI	XII	I	II	III	средняя	наибольшая	наименьшая
Щучинск	38	>150	>150	>150	>150	-	>150	54
Балкашино	41	72	>150	>150	>150	-	>150	55
Атбасар	54	>150	>150	>150	>150	-	>150	103
Жалтыр	42	99	>150	>150	>150	-	>150	125
Егиндыколь	37	92	>150	>150	>150	-	>150	97
Аршалы	37	86	130	163	177	183	274	119

## 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
31	25	6	3	4	17

Таким образом, в Акмолинской области повторяемость засухи составляет 31%, т.е. засуха имеет вероятность проявления 1 раз в 3 года. Повторяемость сильной засухи, когда урожайность снижается на 50% и более составляет 6%, т.е. имеет вероятность проявления 1 раз в 17 лет.

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 Акмолинской 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.

В Акмолинской области с севера на юг растет повторяемость засухи. Например, в Кокшетауской возвышенности повторяемость засухи составляет 12–17%, т.е. имеет вероятность установления 1 раз в 6–8 лет. Но здесь повторяемость сильных засух, которые снижают урожайность культур на 50% и более, равняется 2%, т.е. она имеет вероятность 1 раз в 43 года.

На юге области в районе МС Коргалжын повторяемость засухи возрастает до 69%, т.е. имеет вероятность установления 1 раз в 2 года. При этом повторяемость сильных засух, составляет 31%, т.е. она имеет вероятность 1 раз в 4 года.

Таблица 4.2 – Повторяемость и вероятность установления засухи

НП (МС)	Повторяемость, %		Вероятность 1 раз в ... лет	
	засуха	сильная засуха	засуха	сильная засуха
Кокшетау	28	2	4	42
Боровое	12	–	8	–
Щучинск	17	2	6	42
Балкашино	15	2	7	43
Степногорск	29	4	3	29
Акколь	21	2	5	40
Есиль	59	10	2	11
Жаксы	61	14	2	7
Атбасар	38	10	3	10
Ерейментау	16	2	6	40
Жалтыр	39	6	3	18
Астана	37	7	3	14
Егиндыколь	60	24	2	4
Аршалы	36	7	3	14
Коргалжын	69	31	1	3

На рисунке 4.1 представлено пространственное распределение повторяемости засухи по территории Акмолинской области. Наименьшая повторяемость засухи (менее 20%) свойственна району Кокшетауской возвышенности. Территория севернее, восточнее и южнее Кокшетауской возвышенности характеризуется повторяемостью засухи от 20% до 40%. Далее на юге области, южнее линии Атбасар–Аршалы полосой идет повторяемость засухи 40–60%. На юго-западной части области, включая Есиль, Кима, Егиндыколь и Коргалжын засуха имеет повторяемость более 60%.

На рисунке 4.2 представлено пространственное распределение повторяемости сильной засухи, приводящее к снижению урожайности на 50% и более. Наименьшая повторяемость сильной засухи (менее 5%) наблюдается в районе Кокшетауской возвышенности. От нее на юг области повторяемость сильной засухи возрастает до 30%.

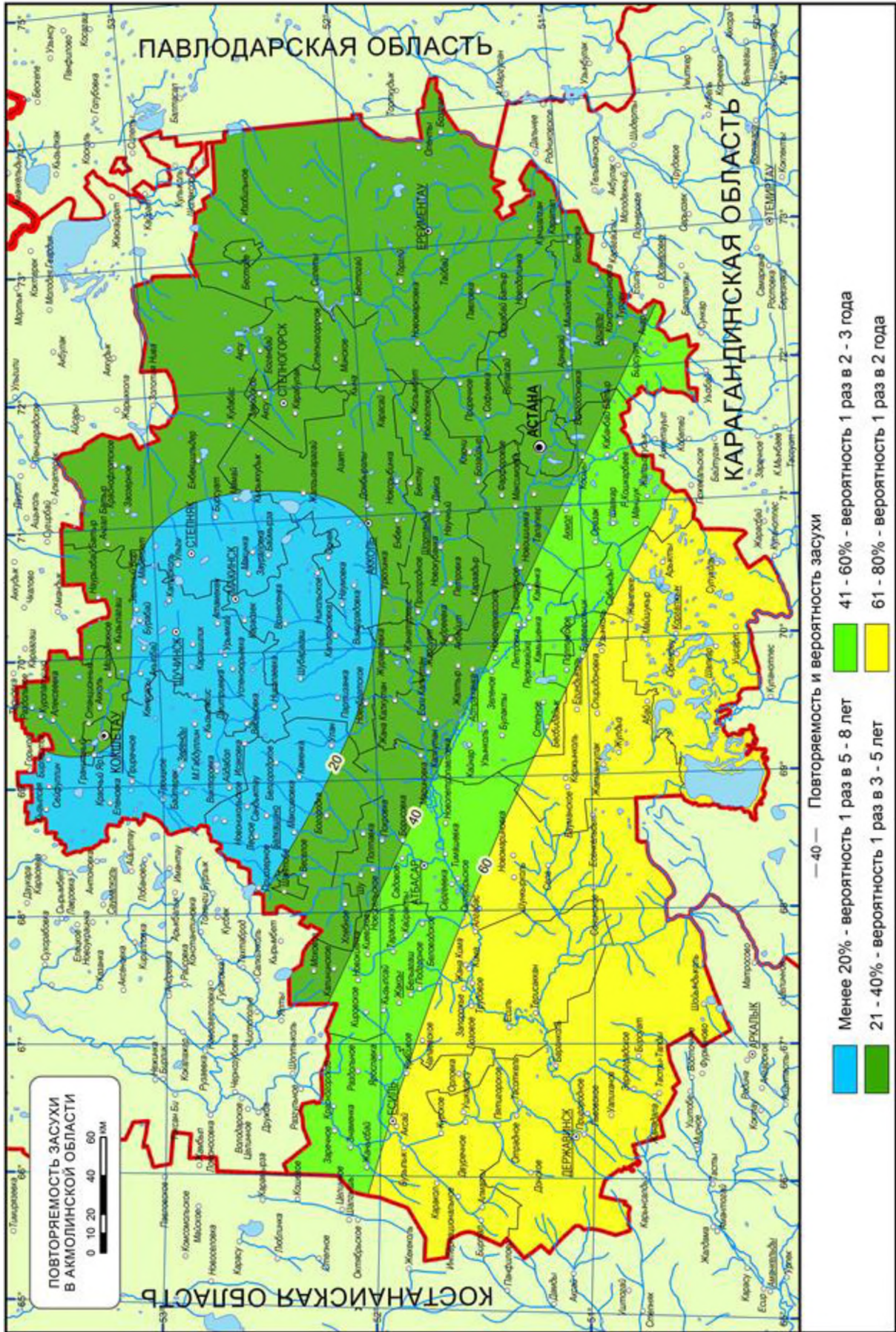


Рисунок 4.1 – Повторяемость засухи

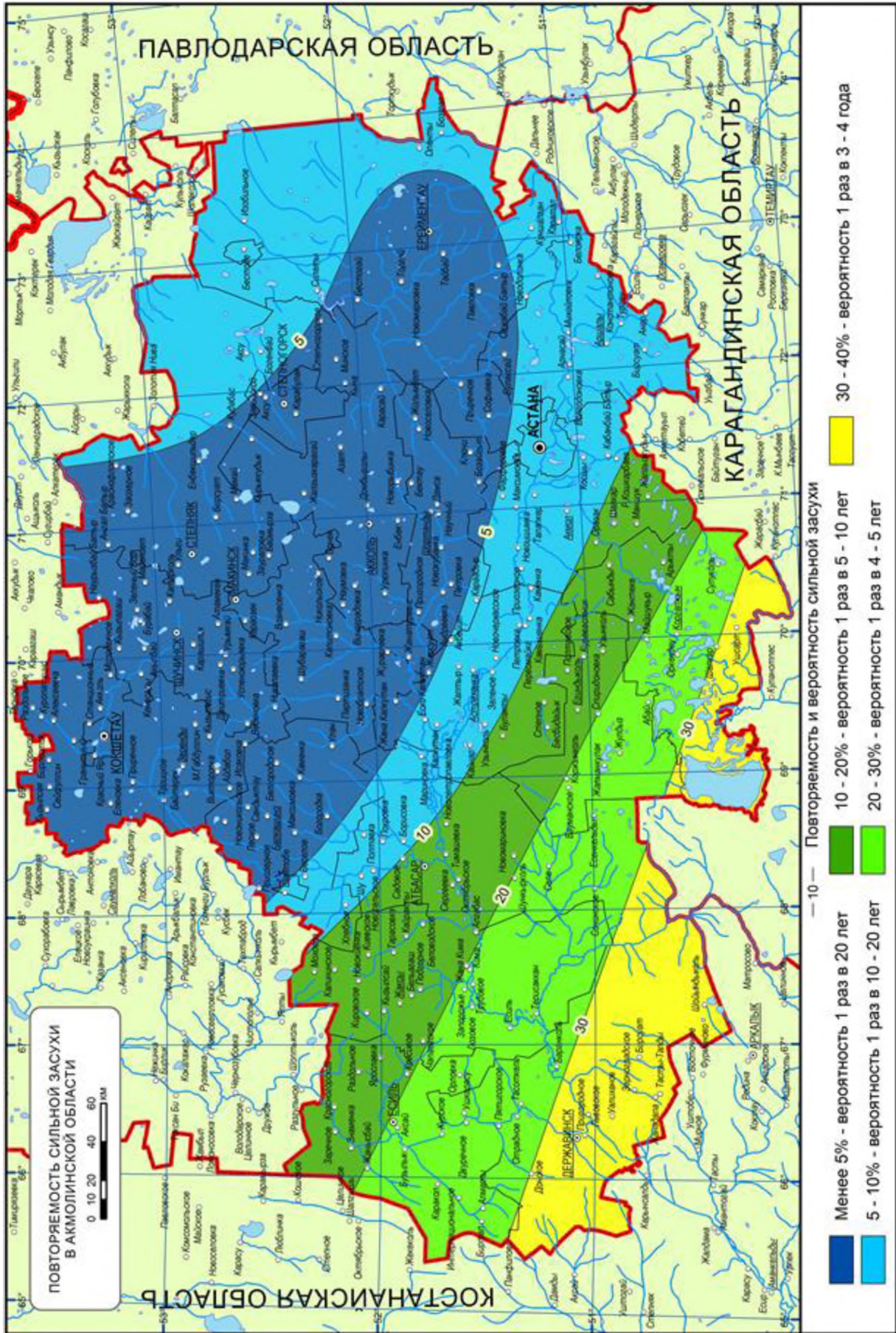


Рисунок 4.2 – Повторяемости сильной засухи

#### 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 Акмолинской области. В области суховея наблюдаются в теплый период года, с мая по сентябрь месяцы. Годовое количество суховейных дней колеблется от 36 дней на севере до 85 дней на юге области. Из них суховея умеренной интенсивности, оказывающее существенное отрицательное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур, составляет на севере области 2–3 дня, в центральной полосе – 10–13 дней, на юго-западной окраине – 15–21 дня (Тасты–Талды, Егиндыколь, Коргалжын), а на юго-востоке – 5–9 дней (Ерейментау, Астана, Аршалы). Интенсивный суховей, когда дефицит влажности воздуха превышает 40 мб, наблюдается крайне редко, всего 1–2 дня в году.

Таблица 4.3 – Годовое количество суховейных дней

НП (МС)	Количество суховейных дней			
	слабый	умеренный	интенсивный	всего
Кокшетау	36	3	0	39
Бурабай	34	3	0	37
Щучинск	34	2	0	36
Балкашино	38	3	0	41
Степногорск	47	6	0	53
Акколь	48	4	0	52
Есиль	63	11	1	75
Жаксы	56	4	1	61
Атбасар	55	10	1	66
Ерейментау	46	5	0	51
Жалтыр	61	9	1	71
Кима	59	13	1	73
Астана	57	8	0	65
Егиндыколь	60	15	1	76
Аршалы	51	9	0	60
Тасты–Талды	62	21	2	85
Коргалжын	61	17	1	79

На рисунке 4.3 представлено пространственное распределение по территории области среднемноголетнего количества дней с суховеями умеренной и сильной интенсивности. В северо-западной и центральной части области в течение года в среднем 5 дней бывает суховейными. На юге области количество дней с суховеями возрастает до 23 дней.



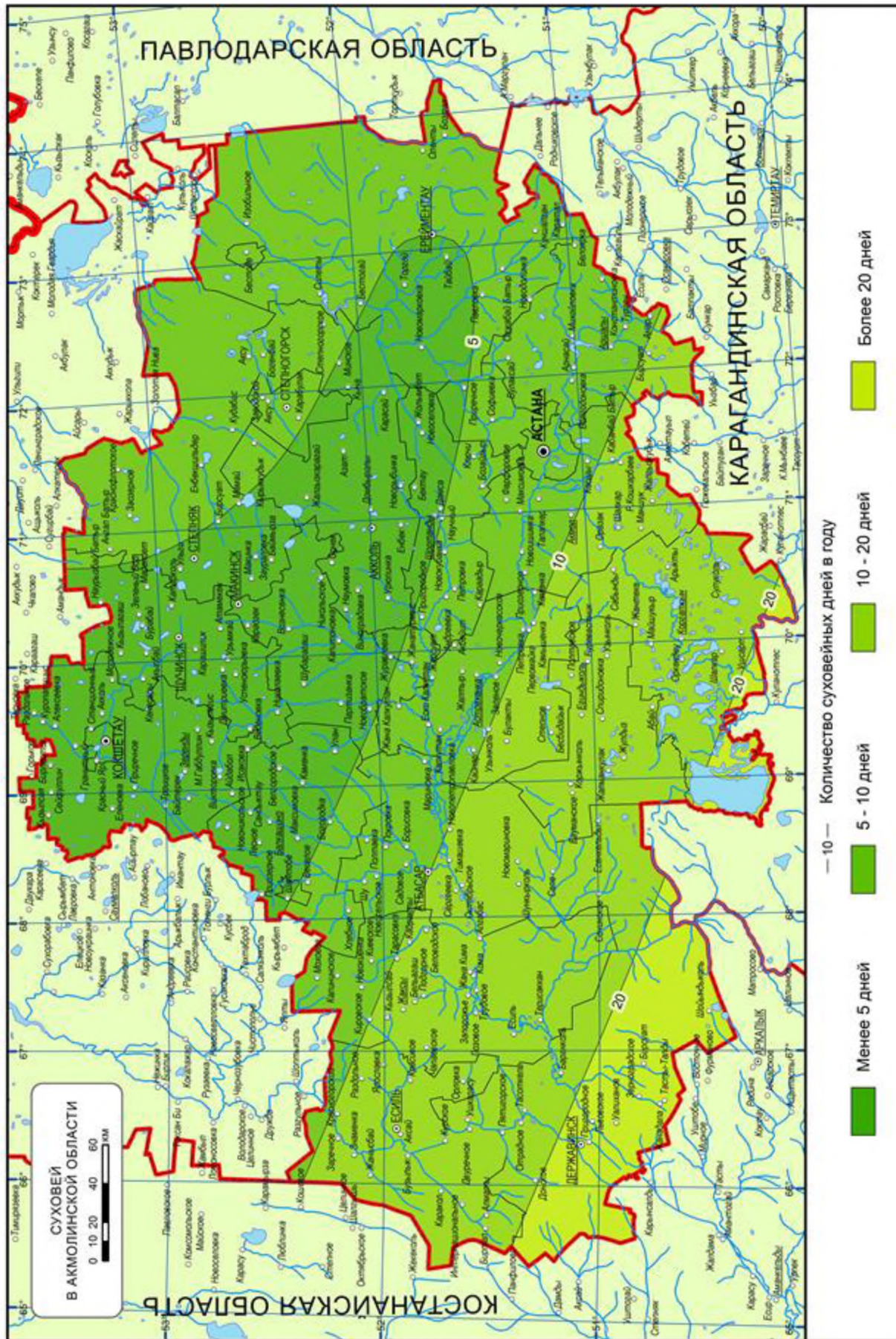


Рисунок 4.3 – Количество дней в году с суховеями умеренной и сильной интенсивности

### 4.3 Заморозки

Заморозком называется кратковременное понижение температуры воздуха или поверхности почвы (травостоя) до 0°С 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.

В Акмолинской области весенние последние заморозки в воздухе в среднем наблюдаются на юге области 3–12 мая, на севере – в районе Кокшетауской возвышенности – 24–29 мая, также в остальной территории области заморозки отмечаются 13–19 мая. В годы с поздней и затяжной весной заморозки прекращаются на юге области в начале июня, на севере – в конце июня (таблица 4.4).

В среднем первые осенние заморозки в районе Кокшетауской возвышенности наблюдается 8–12 сентября, а на остальной территории 16–23 сентября. Их пространственное распределение по области – в целом равномерное. В годы с прохладной и ранней осенью заморозки наблюдаются в районе Кокшетауской возвышенности 3–18 августа, а на остальной территории – в конце августа.

В области продолжительность беззаморозкового периода колеблется от 103 (МС Бурабай) до 143 (МС Коргалжын) суток и в целом увеличивается с севера на юг. Из общего фона выделяется район Кокшетауской возвышенности, где беззаморозковый период составляет менее 115 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	
Кокшетау	17.05	21.04	19.06	22.09	25.08	12.10	128
Бурабай	29.05	06.05	13.06	10.09	07.08	27.09	103
Щучинск	24.05	05.05	28.06	12.09	18.08	04.10	111
Балкашино	27.05	30.04	28.06	08.09	03.08	28.09	104
Степногорск	19.05	02.05	12.06	20.09	31.08	08.10	124
Акколь	19.05	23.04	19.06	12.09	20.08	04.10	116
Есиль	13.05	12.04	11.06	19.09	30.08	08.10	129
Жаксы	10.05	12.04	11.06	19.09	26.08	20.10	132
Атбасар	18.05	26.04	16.06	16.09	26.08	05.10	121
Ерейментау	14.05	22.04	08.06	22.09	24.08	21.10	131
Жалтыр	13.05	12.04	11.06	19.09	30.08	08.10	129
Кима	09.05	14.04	07.06	20.09	01.09	12.10	134
Астана	08.05	04.04	11.06	22.09	25.08	21.10	137
Егиндыколь	07.05	13.04	08.06	23.09	02.09	07.10	139
Аршалы	12.05	01.05	08.06	16.09	31.08	05.10	127
Коргалжын	03.05	03.04	07.06	23.09	30.08	14.10	143

На рисунке 4.4 приведено распределение по территории области продолжительности беззаморозкового периода в воздухе. Продолжительность растет с севера на юг и юго-запад от 110 до 140 суток, а в районе Кокшетауской возвышенности составляет 90–110 суток.

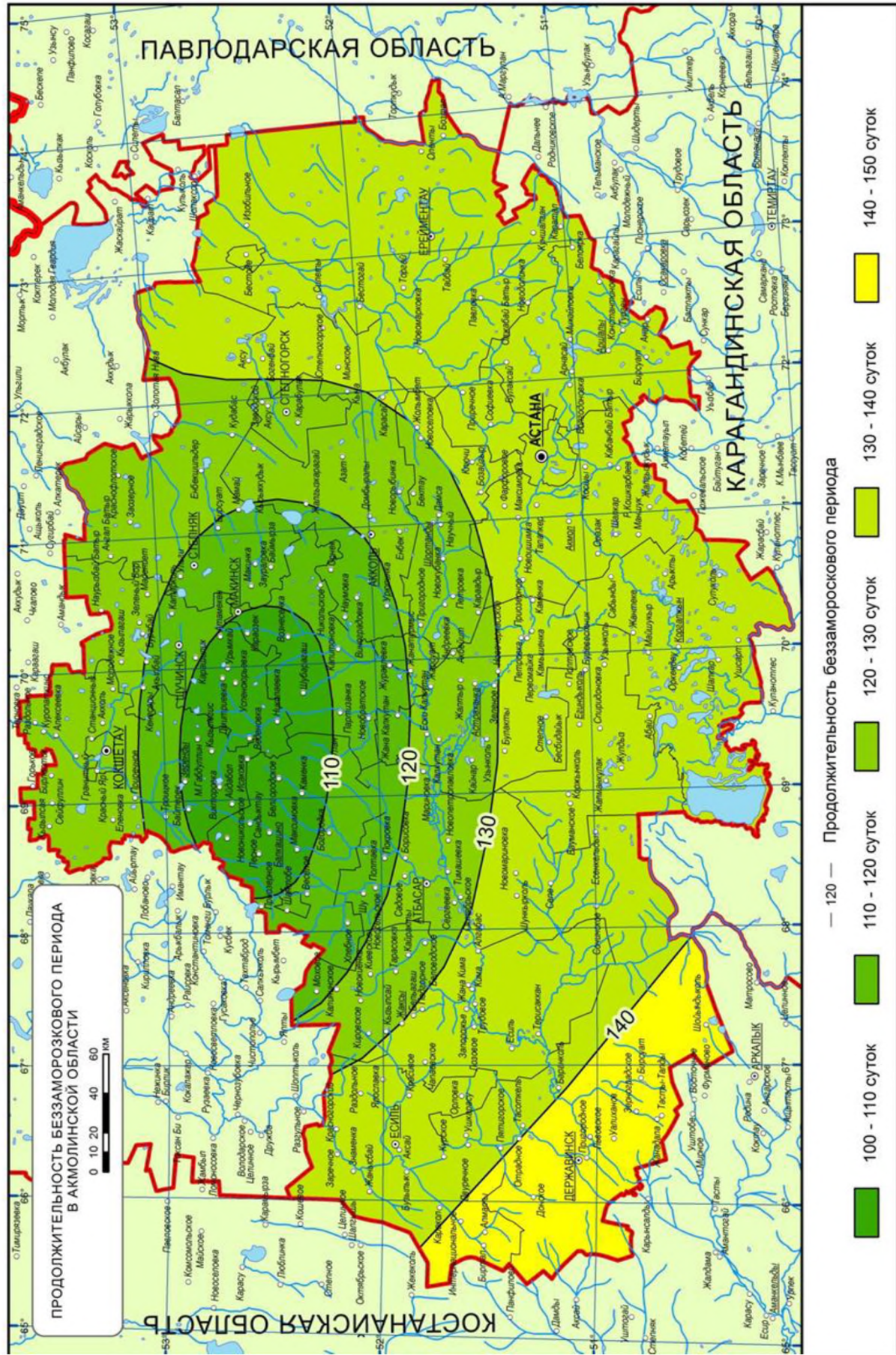


Рисунок 4.4 – Продолжительность беззаморозкового периода в воздухе

На почве последние весенние заморозки отмечаются позже, чем в воздухе. В Акмолинской области последние весенние заморозки на почве в среднем наблюдаются с 19 мая (МС Коргалжын) по 1 июня (МС Щучинск). В годы с прохладной и поздней весной первые заморозки на почве могут наблюдаться на юге области в середины июня, а в остальной территории области в последней декаде июня месяца.

Дата первых осенних заморозков на почве наступают раньше, чем на воздухе в среднем на 5–10 дней. На большей части области первые заморозки отмечаются первой и во второй декаде сентября с 3 по 14 числа, в Кокшетауской возвышенности наблюдается в конце августа. Ранней и прохладной осенью заморозки могут наступить северной части области 7–10 августа, на остальной территории области заморозки могут отмечаться с 22 по 31 августа.

В области средняя продолжительность беззаморозкового периода на почве колеблется от 90 (МС Щучинск) до 117 (МС Ерейментау) суток, и в целом увеличивается с севера на юг. Из общего фона выделяется район Кокшетауской возвышенности, где беззаморозковый период составляет менее 105 суток (таблица 4.5).

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

НП (МС)	Весенняя дата			Осенняя дата			Продолжительность, сутки
	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	
Кокшетау	28.05	01.05	29.06	09.09	23.08	28.09	104
Щучинск	01.06	19.05	26.06	30.08	10.08	24.09	90
Балкашино	24.05	30.04	20.06	03.09	07.08	25.09	102
Степногорск	31.05	19.05	26.06	06.09	23.08	25.09	97
Акколь	29.05	06.05	26.06	05.09	10.08	25.09	99
Есиль	22.05	25.04	26.06	12.09	31.08	29.09	114
Жаксы	24.05	30.04	27.06	10.09	05.08	18.10	109
Атбасар	29.05	06.05	26.06	07.09	23.08	27.09	100
Ерейментау	20.05	30.04	09.06	14.09	24.08	07.10	117
Жалтыр	24.05	30.04	26.06	08.09	23.08	25.09	107
Кима	21.05	30.04	14.06	13.09	30.08	28.09	114
Астана	20.05	01.05	17.06	07.09	10.08	26.09	110
Егиндыколь	24.05	30.4	26.06	12.09	24.08	06.10	111
Аршалы	26.05	02.05	17.06	04.09	26.07	01.10	101
Тасты–Талды	23.05	06.05	14.06	11.09	22.08	06.10	111
Коргалжын	19.05	03.05	14.06	12.09	23.08	05.10	116

#### 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 Акмолинской области грозы начинаются в апреле, и могут наблюдаться до ноября месяца. Годовое количество дней с грозой, на территории области варьируется от 16 на МС Акколь до 28 дней на МС Степногорск. Грозы наиболее часто наблюдаются в районах МС Коргалжын, МС Атбасар и МС Степногорск (таблица 4.6). В годы повышенной грозовой активности, что обычно свойственно влажным годам, максимальное количество дней с грозой доходит до 30 (МС Балкашино) – 43 дней (МС Ерейментау). В годы с пониженной грозовой активностью, минимальное количество дней с грозой снижается до 2 (МС Акколь) – 16 дней (МС Атбасар).

Таблица 4.6 – Годовое количество дней с грозой

НП (МС)	Среднее	Макс.	Мин.
Кокшетау	23	39	10
Щучинск	23	38	10
Балкашино	22	30	12
Степногорск	28	39	14
Акколь	16	33	2
Есиль	20	31	9
Жаксы	24	38	15
Атбасар	27	42	16
Ерейментау	23	43	10
Жалтыр	21	32	12
Астана	25	39	14
Егиндыколь	24	35	12
Аршалы	26	37	11
Коргалжын	27	38	15

#### 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 Акмолинской области период с градом начинается в апреле и длится до октября месяца. Годовое количество дней с градом на территории Акмолинской области в среднем составляет около 1 дня. Максимальное количество дней с градом колеблется в пределах 2–7 дней, и больше всего наблюдается в районе г. Астаны (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Годовое количество дней с градом

НП (МС)	Среднее	Макс.
Кокшетау	0,4	4
Щучинск	0,7	4
Балкашино	0,9	4
Степногорск	0,6	3
Акколь	0,4	2
Есиль	0,6	3
Жаксы	1,2	4
Атбасар	1,1	4
Ерейментау	1,1	3
Жалтыр	0,4	2
Астана	1,2	7
Егиндыколь	1,0	4
Аршалы	0,7	3
Коргалжын	0,7	3

#### 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.

В Акмолинской области пыльные бури могут наблюдаться в период с апреля по ноябрь месяц. На севере области, в районе Кокшетауской возвышенности пыльных бурь почти не бывает, они больше проявляются в южной части области.

Годовое количество суток с пыльными бурями в южной части области в среднем колеблется около 2 дней и доходит до 4 суток в районе Астаны и Егиндыколь. Максимальное количество дней с пыльными бурями колеблется от 1 дня (МС Кокшетау, Щучинск) и доходит до 13 дней (МС Егиндыколь) (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Годовое количество суток с пыльной бурей

НП (МС)	Среднее	Макс.
Кокшетау	0,1	1
Щучинск	0,0	1
Балкашино	0,4	3
Степногорск	1,2	7
Акколь	0,1	2
Есиль	1,8	7
Жаксы	1,1	6
Атбасар	2,6	11
Ерейментау	1,2	6
Жалтыр	1,8	12
Астана	4,1	11
Егиндыколь	4,5	13
Аршалы	2,0	8
Коргалжын	2,2	8

#### 4.7 Метели

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

В Акмолинской области метели могут наблюдаться в период с октября по апрель месяц. Метели чаще наблюдаются в центральной полосе области, и редко бывают в Щучинско–Боровской курортной зоне. Среднемноголетнее годовое количество суток с метелью в центральной полосе области составляет 22–39 суток, но в некоторые годы доходит до 33–78 суток. На юге области выделяются очаги с метелью более 30 суток в году. В годы с повышенным метелевым явлением в районах МС Ерейментау количество суток с метелью может достигать 68 суток, а в районе Аршалы – до 78 суток. Бывают годы с относительно теплой зимой, когда метели наблюдаются всего 1–13 суток в течение зимы (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Годовое количество суток с метелью

НП (МС)	Среднее	Макс.	Мин.
Кокшетау	12	35	1
Щучинск	8	23	1
Балкашино	23	45	2
Степногорск	25	51	2
Акколь	22	40	3
Есиль	18	33	3
Жаксы	24	38	12
Атбасар	31	60	7
Ерейментау	39	68	13
Жалтыр	27	53	6
Астана	17	37	3
Егиндыколь	30	54	9
Аршалы	37	78	13
Коргалжын	31	49	9

## 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.

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 области в основном распространены почвы глинистые, тяжелосуглинистые, среднесуглинистые, легкосуглинистые и щебнистые.

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

НП (МС)	Супесчаные почвы	Суглинистые почвы
Кокшетау	09.05	13.05
Щучинск	11.05	16.05
Балкашино	14.05	19.05
Степногорск	08.05	12.05
Аккол	08.05	13.05
Есиль	07.05	11.05
Жаксы	08.05	13.05
Атбасар	08.05	13.05
Ерейментау	07.05	12.05
Жалтыр	07.05	11.05
Астана	06.05	10.05
Егиндыколь	05.05	09.05
Аршалы	05.05	10.05
Коргалжын	04.05	08.05

Весенние полевые работы и сев ранних зерновых культур на суглинистых почвах в среднем можно начинать на юге области с 8–10 мая, на севере области – с 13–19 мая. Сроки начала полевых работ на супесчаных почвах наступает на 4–5 суток раньше, т.е. на юге – 5 мая, а на севере – 9-14 мая. 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 Акмолинской области. Эти сроки приходятся в южной половине области на период 5–10 мая, в северной половине – на 10–15 мая, а в районе Кокшетауской возвышенности – на 15–20 мая.

## 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.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].

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.

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 3–6 августа, на севере области – 26–28 августа. В аномально засушливые или влажные годы возможны отклонения сроков восковой спелости в более ранние или поздние сроки.

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

НП (МС)	Восковая спелость	Полная спелость
Кокшетау	15.08	23.08
Щучинск	26.08	04.09
Балкашино	28.08	06.09
Степногорск	15.08	22.08
Аккол	17.08	25.08
Есиль	07.08	15.08
Жаксы	13.08	20.08
Атбасар	12.08	19.08
Ерейментау	14.08	21.08
Жалтыр	10.08	17.08
Астана	06.08	13.08
Егиндыколь	04.08	11.08
Аршалы	05.08	12.08
Коргалжын	03.08	10.08



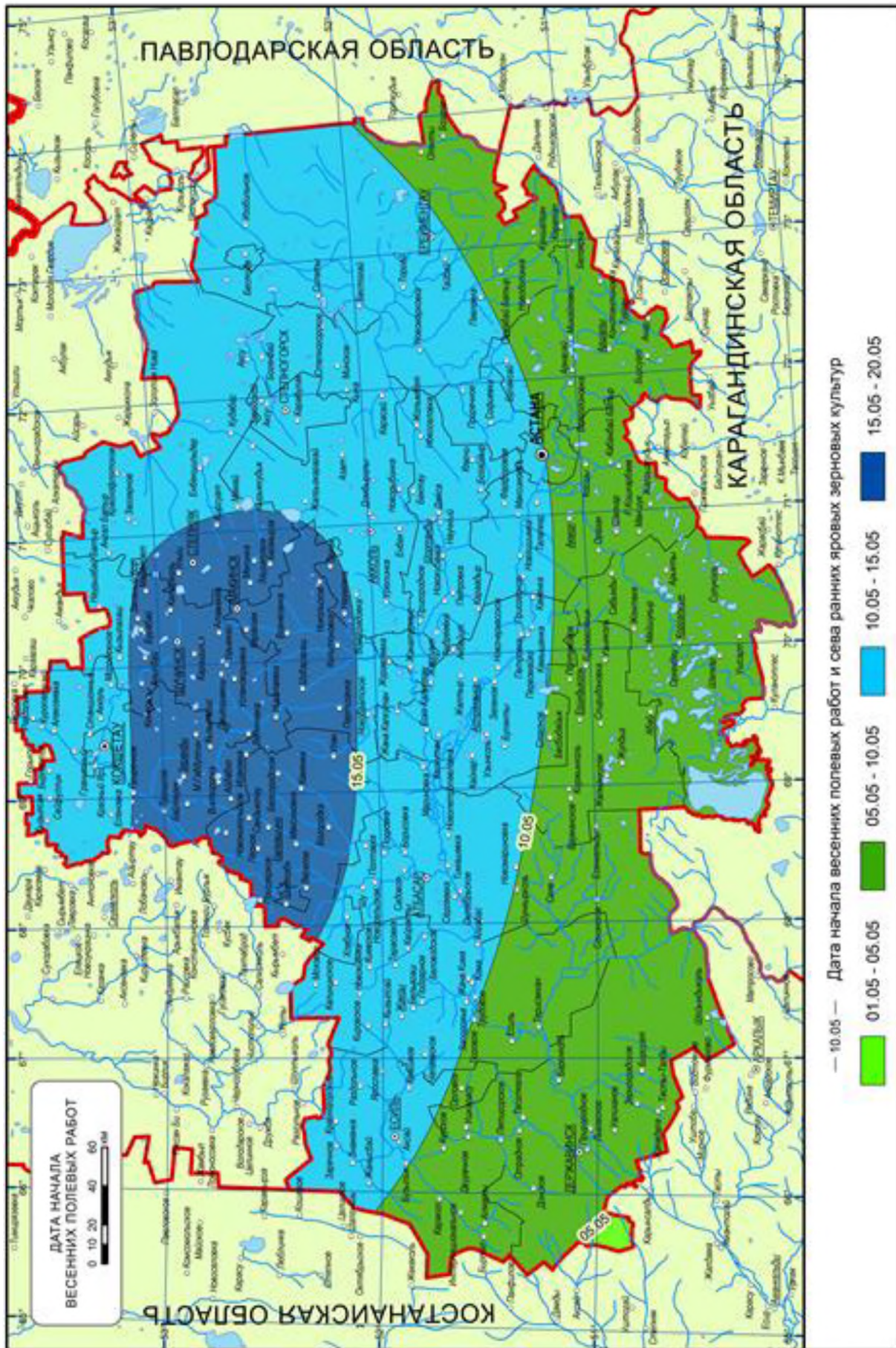


Рисунок 5.1 – Климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур

Пространственное распределение климатических сроков наступления восковой спелости у ранних яровых зерновых культур по Акмолинской области представлено на рисунке 5.2. В районе Кокшетауской возвышенности восковая спелость наступает в конце августа, а на юге области – в начале августа.

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 [36, 37]. 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%) потребуется 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 даты полного созревания зерновых культур (пшеница и ячмень) по Акмолинской области были рассчитаны на основе данных по температуре и дефициту влажности воздуха.

В области, при средних климатических условиях, через 7–9 суток после восковой спелости, зерновые культуры полностью созревают. Климатические сроки полного созревания в среднем наступает на юге области 10–13 августа, на севере – 4–6 сентября (таблица 5.2). При этом надо помнить, что эти сроки правильны при условии посева зерновых культур в климатические сроки и при дальнейшей достаточной влагообеспеченности. В аномально засушливые или влажные годы возможны отклонения в более ранние или поздние сроки.

Пространственное распределение климатических сроков наступления полной спелости у ранних яровых зерновых культур по Акмолинской области представлено на рисунке 5.3. Ранние яровые зерновые созревают в равнинной территории южной части области в период 5–15 августа, центральной части – 15–20 августа, северной части – 20–30 августа, а в районе Кокшетауской возвышенности – 1–5 сентября. Соответственно эти же сроки считаются климатическими сроками начала уборки ранних яровых зерновых культур.

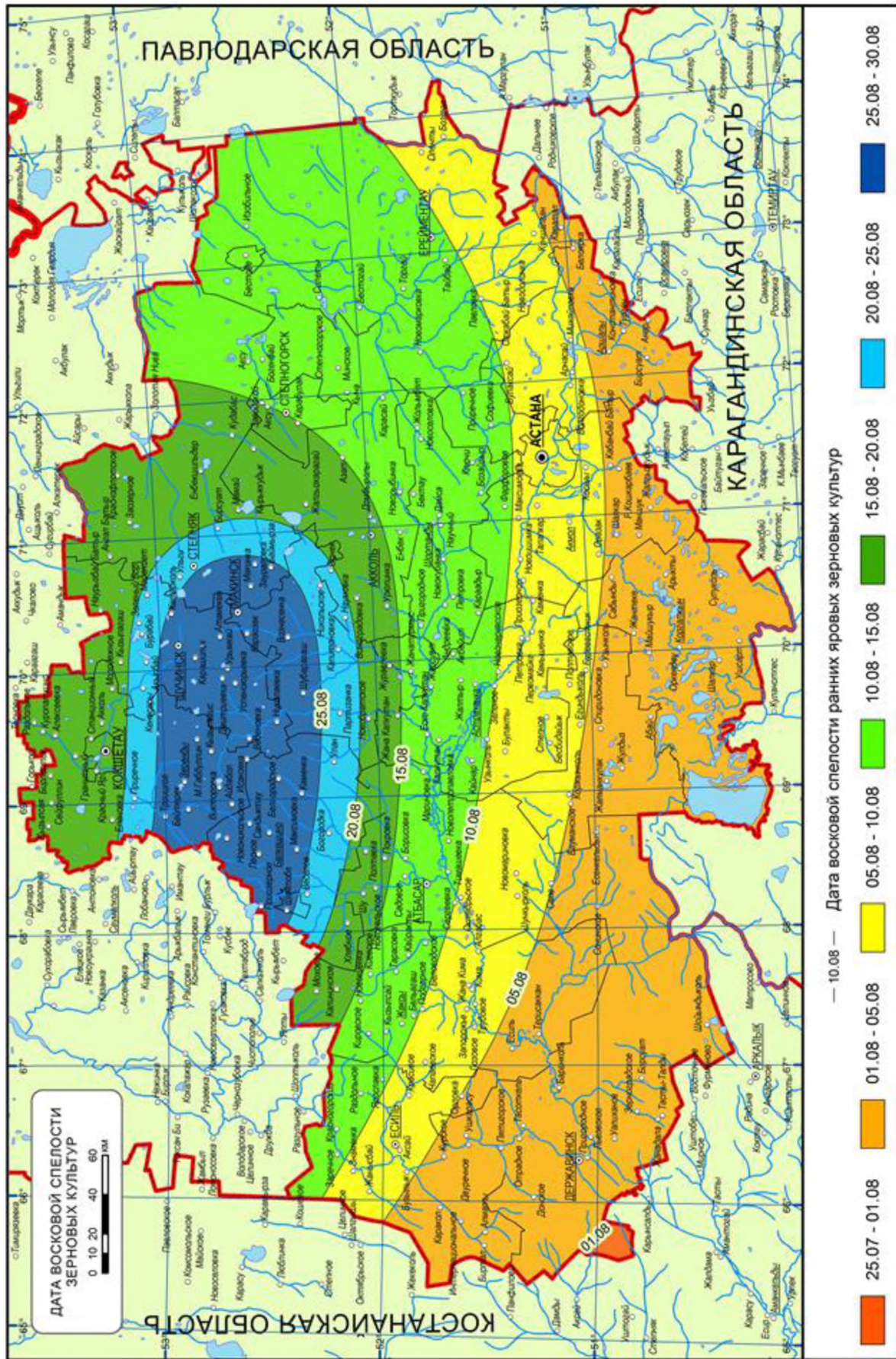


Рисунок 5.2 – Климатические сроки восковой спелости ранних яровых зерновых культур

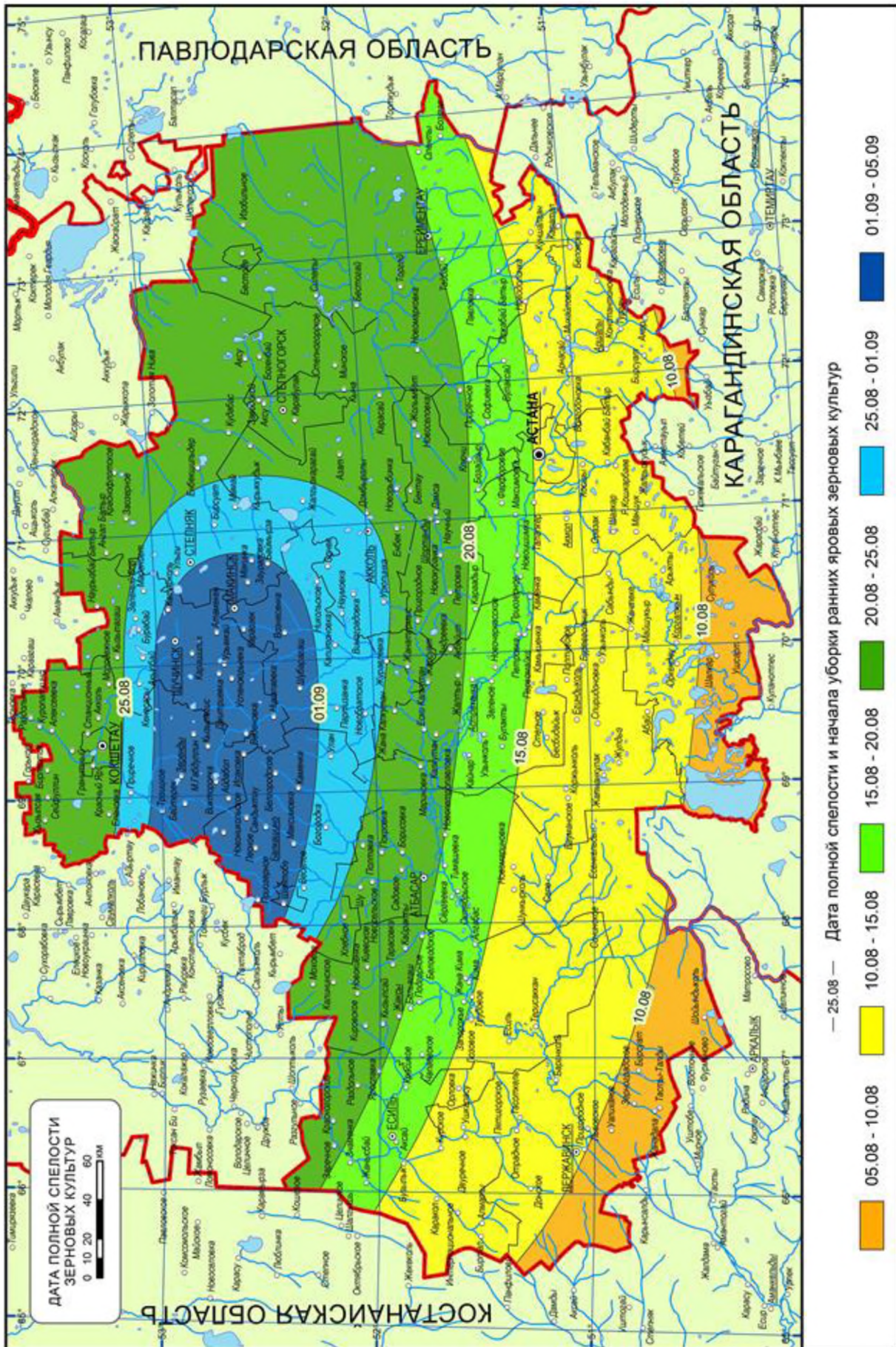


Рисунок 5.3 – Климатические сроки полной спелости ранних яровых зерновых культур

## 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 Акмолинской 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  $K$ . 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  $K$  соответствующей 80%-ной обеспеченности.

### Яровые культуры

На территории Акмолинской области месячные суммы ФАР при средней облачности в вегетативно активный период (с мая по август) составляет 274–329 МДж/( $\text{м}^2 \cdot \text{мес}$ ) на севере области, 288–365 МДж/( $\text{м}^2 \cdot \text{мес}$ ) на юге области. С мая по август месяцы в среднем за месяц солнце сияет в течение 8,5–10,6 часов в сутки на севере, 9,8–11,3 часов в сутки – на юге области. Территория области 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 170–183 суток. Продолжительность вегетационного периода для поздних яровых культур растет с севера на юг от 131 до 150 суток, а для теплолюбивых культур – от 82 до 108 суток.

За весь вегетационный период (с температурой воздуха выше  $5^{\circ}\text{C}$ ) на территории области накапливается 2382–2895 $^{\circ}\text{C}$  тепла. За период с температурой воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  накапливается тепло 2102–2612 $^{\circ}\text{C}$ . В северной части области на 90% обеспечено 2000 $^{\circ}\text{C}$  тепла, на юге – около 2200 $^{\circ}\text{C}$  тепла за период с температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$ . Применительно к теплолюбивым культурам (при температуре выше  $15^{\circ}\text{C}$ ) ресурсы тепла составляют 1463–2075 $^{\circ}\text{C}$ .

За теплый период года в среднем выпадают 183–271 мм осадков, из них 122–190 мм выпадают в период активной вегетации сельскохозяйственных культур. На севере области за этот период на 90% обеспечено около 110 мм осадков, а на юге – в пределах 70–90 мм.

По территории области коэффициент увлажнения  $K$  составляет 0,67–1,14. Соответственно влагообеспеченность вегетационного периода оценивается как «оптимальная и устойчивая» на северо–западе, в центре, а также в районе МС Ерейментау. На преобладающей территории области влагообеспеченность характеризуется как «достаточная, но не устойчивая», а на юго–западе области – как «недостаточная».

Период активной вегетации растений (май–август) климатически является в северной и северо–западной частях области «не засушливым», в центральной и северо–восточной частях – «слабо засушливым», а в южной части – «умеренно засушливым».

БКП более 40 ц/га характеризуется северная часть области, включая Кокшетаускую возвышенность, территорию от Акколь до Ерейментау и Степногорска. К востоку и к югу от

этой зоны значение БКП уменьшается. В южной и юго-восточной части области БКП имеет значение менее 30 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 ( $N_з$ ).

В области температура воздуха в среднем устойчиво переходит через 10°С 1-9 мая. Климатические сроки сева ранних яровых зерновых культур приходится на 8-19 мая.

В области температуры воздуха в среднем устойчиво переходит через 10°С 1-9 мая. Климатические сроки сева ранних яровых зерновых культур приходится на 8-19 мая.

Вегетационный период (от климатической даты сева) на 90% обеспечено теплом 1810–2363°С.

Вегетационный период на 80% обеспечено коэффициентом увлажнения ( $K$ ) 0,53–0,83, что характеризуется в основном как «недостаточная влагообеспеченность». Влагообеспеченность на юге и юго-западе области характеризуется как «умеренный дефицит влаги» (0,50–0,59), а в районе Балкашино – как «достаточная, но не устойчивая влагообеспеченность» (0,83).

В среднем весенние последние заморозки в воздухе отмечаются на юге области 3–12 мая, на севере – 17–20 мая, а в районе Кокшетауской возвышенности – 24–27 мая. Беззаморозковый период составляет 104–143 суток. Осенью первые заморозки проявляются в среднем 8–23 сентября (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Агроклиматические показатели вегетационного периода

НП (МС)	$D_{10}$	$D_c$	$\Sigma t_{10}$ (90%)	$K$ (80%)	$D_{з.в.}$	$D_{з.о.}$	$N_з$
Кокшетау	05.05	13.05	2132	0,60	17.05	22.09	128
Щучинск	09.05	16.05	1870	0,70	24.05	12.09	111
Балкашино	09.05	19.05	1810	0,83	27.05	08.09	104
Степногорск	05.05	12.05	2068	0,63	19.05	20.09	124
Акколь	06.05	13.05	2027	0,73	19.05	12.09	116
Есиль	02.05	11.05	2307	0,54	13.05	19.09	129
Жаксы	04.05	13.05	2134	0,56	10.05	19.09	132
Атбасар	05.05	13.05	2123	0,64	18.05	16.09	121
Ерейментау	05.05	12.05	2111	0,77	14.05	22.09	131
Жалтыр	02.05	11.05	2233	0,61	13.05	19.09	129
Астана	01.05	10.05	2312	0,63	08.05	22.09	137
Егиндыколь	01.05	09.05	2287	0,50	07.05	23.09	139
Аршалы	01.05	10.05	2115	0,57	12.05	16.09	127
Коргалжын	01.05	08.05	2363	0,53	03.05	23.09	143

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

- 1) Буландынский, Бурабайский, Зерендынский и Сандыктауский районы. В этих районах агроклиматические условия позволяют возделывать из зерновых культур яровую

пшеницу (мягкие сорта), ячмень, овес и просо. Из зернобобовых культур можно возделывать горох, чечевицу, чину, нут, бобы, раннеспелые и среднеспелые сорта люпина. Климатические условия также позволяют возделывать лён, раннеспелых сортов подсолнечника, раннеспелых сортов рапса, картофель и капусту. В этой зоне не рекомендуется возделывать культуры не устойчивые к заморозкам. Например, здесь тепла и влаги достаточно для роста и развития гречихи, фасоли, огурцов и томат. Однако высока вероятность повреждения их поздневесенними и раннеосенними заморозками;

- 2) Аккольский, Астраханский, Атбасарский, Енбекшильдерский, Ерейментауский, Есильский, Жаксынский и Шортандынский районы. В этих районах агроклиматические условия позволяют возделывать тех же культур, что и в районах первой зоны. Кроме них еще можно возделывать твердых сортов пшеницы, гречиху, фасоль, позднеспелых сортов люпина, наиболее раннеспелых сортов сои, среднеспелых сортов подсолнечника, всех сортов рапса, раннеспелых сортов сахарной свеклы, огурцы и томаты. Однако здесь также сохраняется опасность повреждения заморозками сельскохозяйственных культур, не устойчивых к заморозкам, таких как гречиха, фасоль, огурцы и томаты;
- 3) Аршалынский, Егиндыкольский, Жаркайынский, Коргалжинский и Целиноградский районы. В этих районах агроклиматические условия позволяют возделывать тех же культур, что и во второй зоне. Здесь кроме них еще можно возделывать раннеспелых сортов кукурузы, раннеспелых сортов сои, всех сортов подсолнечника и среднеспелых сортов сахарной свеклы.

Таблица 6.2 – Агроклиматическое районирование основных сельскохозяйственных культур

Район	Зерновые культуры	Зернобобовые культуры	Масличные и технические культуры	Овощные культуры
Буландынский Бурабайский Зерендынский Сандыктауский	Пшеница (м) Ячмень Овес Просо	Горох Чечевица Чина Нут Бобы Люпин-р Люпин-с	Лён Подсолнечник-р Рапс-р	Картофель Капуста
Аккольский Астраханский Атбасарский Енбекшильдерский Ерейментауский Есильский Жаксынский Шортандынский	Пшеница (м, т) Ячмень Овес Просо Гречиха*	Горох Чечевица Чина Нут Бобы Фасоль* Люпин Соя-нр	Лён Подсолнечник-р Подсолнечник-с Рапс Сах. свекла-р	Картофель Капуста Огурец* Томат*
Аршалынский Егиндыкольский Жаркайынский Коргалжинский Целиноградский	Пшеница (м, т) Ячмень Овес Просо Гречиха Кукуруза-р	Горох Чечевица Чина Нут Бобы Фасоль Люпин Соя-нр, Соя-р	Лён Подсолнечник Рапс Сах. свекла-р Сах. свекла-с	Картофель Капуста Огурец Томат

Примечание: \* – есть вероятность повреждения заморозками

В таблицах 6.3–6.5 обобщенно по административным районам Акмолинской 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	
Аккольский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
Аршалынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Астраханский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
Атбасарский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
Буландынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
Бурабайский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
Егиндыкольский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Енбекшильдерский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
Ерейментауский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
Есильский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
Жаксынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
Жаркайынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Зерендынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
Коргалжинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Сандыктауский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														
Целиноградский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Шортандынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											

На рисунке 6.1 представлена карта агроклиматического районирования сельскохозяйственных яровых культур (зерновые, зернобобовые, масличные, технические и овощные культуры) на территории Акмолинской 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 2000°C, во второй зоне – до 2200°C, в третьей – до 2400°C.

В первую зону входит территория Кокшетауской возвышенности. Во вторую зону входит крайний север, северо–восток, центр и северо–восток области. Третья зона занимает юг и юго–восток области.

В первой зоне агроклиматические условия удовлетворяют требования культур с 1 по 4 группы, во второй зоне – с 1 по 5 группы, в третьей – с 1 по 6 группы. Принадлежность культур к группам приведена в таблицах 1.14–1.17 в подразделе 1.7.



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-сп	Люпин-п	Соя-нр	Соя-р	Соя-с	Соя-сп	Соя-п	Бобы	
Аккольский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	
Аршалынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Астраханский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	
Атбасарский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	
Буландынский	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+									+
Бурабайский	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+									+
Егиндыкольский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Енбекшильдерский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Ерейментауский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Есильский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Жаксынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Жаркайынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+
Зерендынский	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+									+
Коргалжинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+
Сандыктауский	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+									+
Целиноградский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+
Шортандынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+

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	
Аккольский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Аршалынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Астраханский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Атбасарский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Буландынский	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Бурабайский	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Егиндыкольский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Енбекшильдерский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ерейментауский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Есильский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Жаксынский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Жаркайынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Зерендынский	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Коргалжинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сандыктауский	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Целиноградский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Шортандынский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

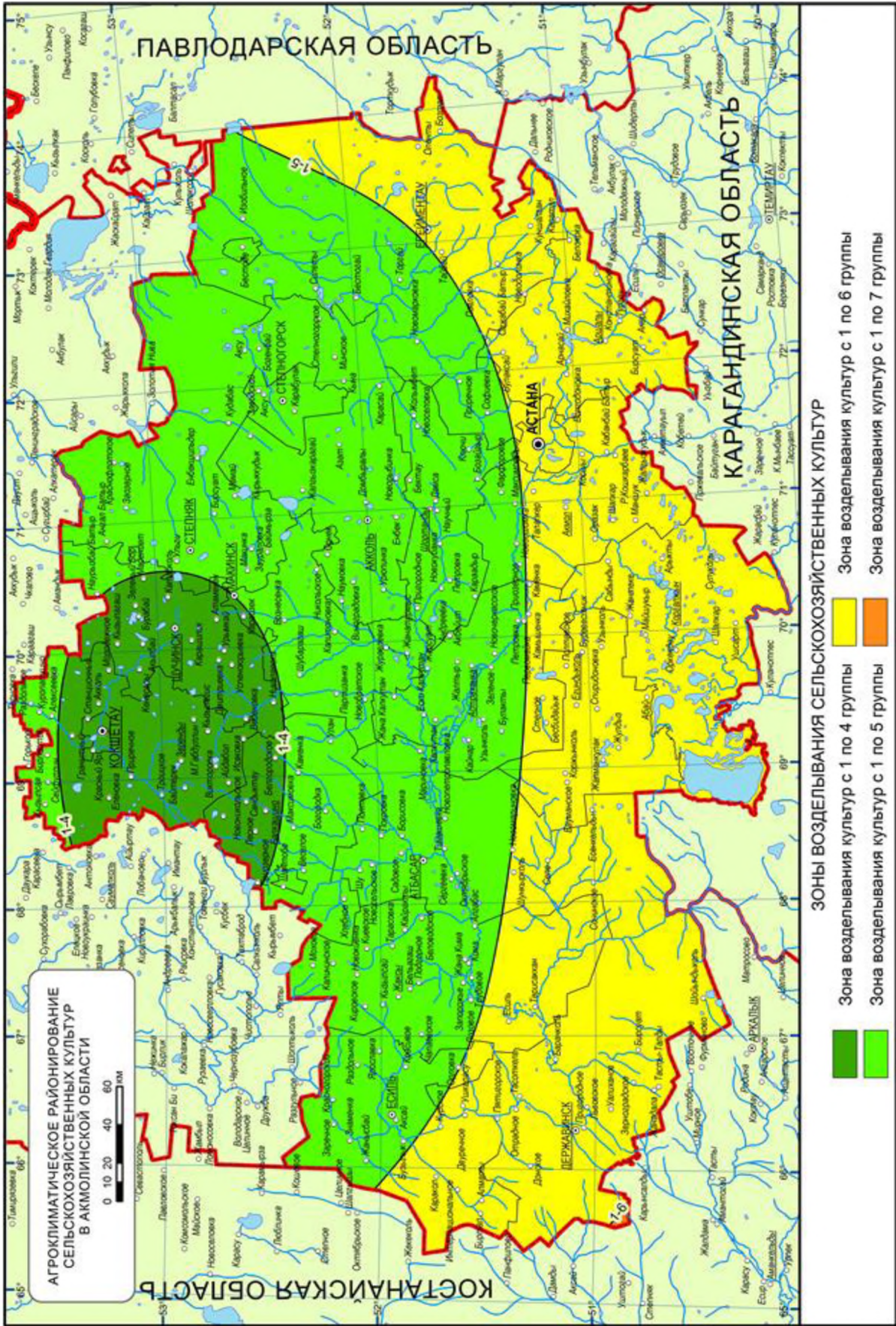


Рисунок 6.1 – Агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур

### 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.

В связи с ограниченностью данных по температуре почвы на глубине узла кущения, 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 закалки 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 кущения).

По территории области средняя минимальная температура воздуха января колеблется от минус 18,3°C на юге до минус 21,0°C на севере (таблица 6.6). Такие условия при невысоком снежном покрове исключают успешную перезимовку озимых зерновых культур. Только на крайнем севере, на крайнем западе и на юге области температурные условия менее опасны для перезимовки озимой ржи.

Таблица 6.6 – Агроклиматические показатели холодного периода

НП (МС)	$t_{\text{мин(ср)}}$	$t_{\text{мин(абс)}}$	$h_c$	$K_c$		
				декабрь	январь	февраль
Кокшетау	-18,6	-44,8	19	1,6	1,3	1,1
Щучинск	-20,8	-45,9	26	1,7	1,3	1,1
Балкашино	-20,8	-48,5	32	1,6	1,1	0,8
Степногорск	-19,8	-44,4	15	2,8	2,0	1,7
Акколь	-20,1	-43,2	25	1,6	1,3	1,1
Есиль	-19,7	-43,0	19	2,4	1,7	1,4
Жаксы	-20,0	-43,3	17	2,6	1,8	1,4
Атбасар	-21,0	-44,4	25	2,3	1,4	0,9
Ерейментау	-18,4	-44,3	23	2,0	1,4	1,0
Жалтыр	-19,9	-43,6	19	2,5	1,7	1,3
Астана	-18,6	-42,8	19	2,1	1,6	1,3
Егиндыколь	-18,5	-42,0	20	2,0	1,5	1,3
Аршалы	-18,3	-46,0	16	2,3	2,0	1,7
Коргалжын	-20,1	-43,0	20	2,7	1,5	1,1

В области абсолютная минимальная температура воздуха составляет минус 42°C – минус 48°C. При таких температурных условиях средняя высота снежного покрова, обеспечивающая укрытие поля озимых культур, должна быть более 27 см (см. таблицу 1.8). Почти на всей территории области средняя высота снежного покрова составляет менее 27 см, что не может обеспечить сохранность посевов озимых зерновых культур.

Также показатель суровости зимы для озимых культур ( $K_c$ ) показал, что на всех 14 МС области зима бывает суровой ( $K_c = 1,0-2,9$ ). Такие условия не могут обеспечить успешную перезимовку озимых зерновых культур.

Таким образом, в Акмолинской области климатические условия зимы не позволяют на системной основе возделывать озимых зерновых культур. Только на крайнем севере, на крайнем западе и на юге области, где морозы менее жесткие возможно возделывание озимой ржи, с определенным риском. 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. Надо отметить, что частые сильные ветры обуславливают сдувание снега с равнинных и возвышенных участков, особенно в начале зимы.

Также к неблагоприятным факторам для возделывания озимых зерновых культур относится условие осеннего периода вегетации. За относительно короткий осенний период растения не успевают хорошо развиваться и закалиться.

Хорошо раскустившиеся и 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 кушения до минус 12°C [4, 10, 11].

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 полях 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 ржи среднезимостойких сортов понижается до минус 20°C, высокозимостойких сортов – до минус 24°C.

Также большое значение имеет влажность пахотного слоя 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 кушения 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.

В случае возделывания озимой ржи в Акмолинской области, при средних климатических условиях посев необходимо произвести на крайнем севере области в период с 18 по 22 августа, в районе Кокшетауской возвышенности – с 13 по 17 августа, на северо-

востоке области – с 17 по 21 августа, на западе, в центре и на юго-востоке – с 20 по 24 августа, а на юге – с 22 по 26 августа.

Таким образом, учитывая всех условий осенне-зимнего периода, не рекомендуется в Акмолинской области возделывать озимых зерновых культур (ячмень, пшеница, рожь).

Таблица 6.7 – Оптимальные сроки сева озимых зерновых культур

НП (МС)	Дата
Кокшетау	18-22.08
Боровое	15-19.08
Щучинск	13-17.08
Балкашино	13-17.08
Степногорск	17-21.08
Акколь	16-20.08
Есиль	21-25.08
Жаксы	19-23.08
Атбасар	18-22.08
Ерейментау	19-23.08
Жалтыр	19-23.08
Астана	20-24.08
Егиндыколь	21-25.08
Аршалы	20-24.08
Коргалжын	22-26.08

## 7. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

При анализе современного состояния почвенного покрова территории Акмолинской области использовались опубликованные и фондовые материалы Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами РГП «Научно-производственный центр земельного кадастра» (НПЦзем) МНЭ РК, акимата Акмолинской области, ТОО «КазНИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова» МСХ РК, ТОО «Институт географии» МЭ РК и др. [64-73].

### 7.1 Типы почв

Почвенный покров Акмолинской области подчинены общим закономерностям природной широтной зональности и высотной поясности. Территория области располагается в двух широтных почвенных зонах, трех подзонах и в двух высотных поясах [68-70].

Горизонтальные зоны обычных равнин:

1. Степная зона с 3-мя подзонами:

– умеренно-увлажненных степей на черноземах обыкновенных и сопутствующих им почвах;

– 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 [72].

При выделении горных зон были объединены территории, обладающие ландшафтной и почвенной общностью, характеризующейся и представленной одним или двумя типами одноименных зональных почв [72].

Вертикальные зоны гор, межгорных долин и предгорных равнин:

1. Низкогорная или (и) предгорная, местами среднегорная, северная лесо-лугово-степная или лесостепная зона с ландшафтными поясами: лугово-лесным горных и предгорных светло-серых лесных, дерновых светлых и лугово-степных солярных почв; лесостепным горно-лесных темно-серых и черноземовидных, местами горно-лесных черноземовидных или горных борových, всюду с горно-степными солярными; локально лесостепным послелесных черноземовидных почв; луговым и лугово-степным поясом горных и предгорных черноземов лесостепных, местами с горно-степными солярными почвами, а также лесолуговым поясом горных дерновых темных солярных почв, локально с горно-лесными темно-серыми;

2. Низкогорная, местами среднегорная или (и) предгорная степная зона с ландшафтными поясами: степными горных и предгорных черноземов обыкновенных и южных с горно-степными солярными почвами; сухостепным таких же темно-каштановых почв; а также горно-степными солярными поясами – горно-степных термоксероморфных и горных темно-каштановых почв.

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 [66, 67].

Равнинная территория Акмолинской области представлена рядом зональных почвенных типов, подтипов и родов почв, распространение которых показано на карте (рисунок 7.1) и к ее легенде (рисунок 7.2).

Почвы обычных равнин (почвы горизонтальной зональности):

1) *Тип: черноземы. Подтип: черноземы обыкновенные. Род: черноземы обыкновенные карбонатные; черноземы обыкновенные солонцеватые; черноземы обыкновенные малоразвитые; черноземы обыкновенные неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые;*

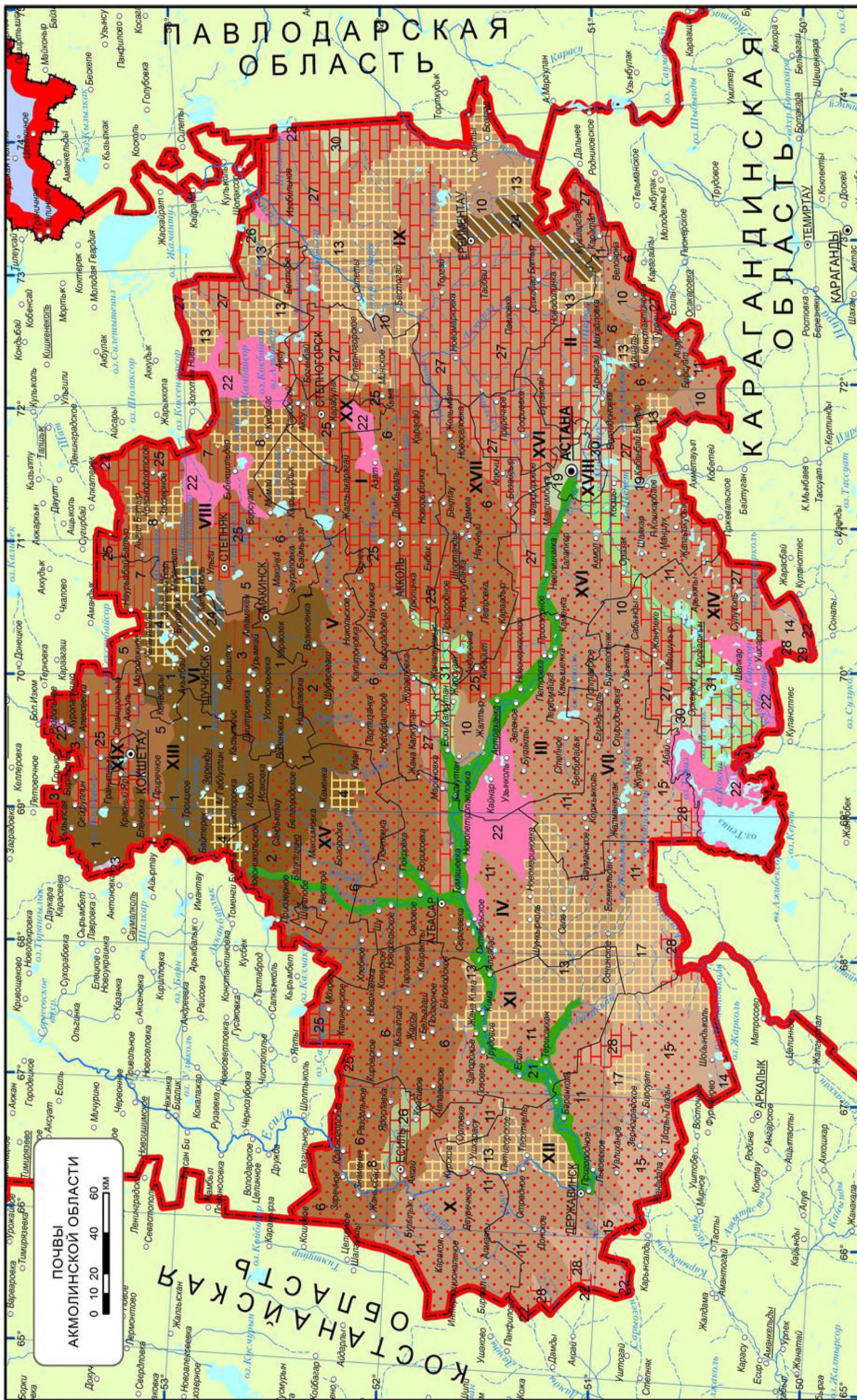


Рисунок 7.1 – Почвы Акмолинской области

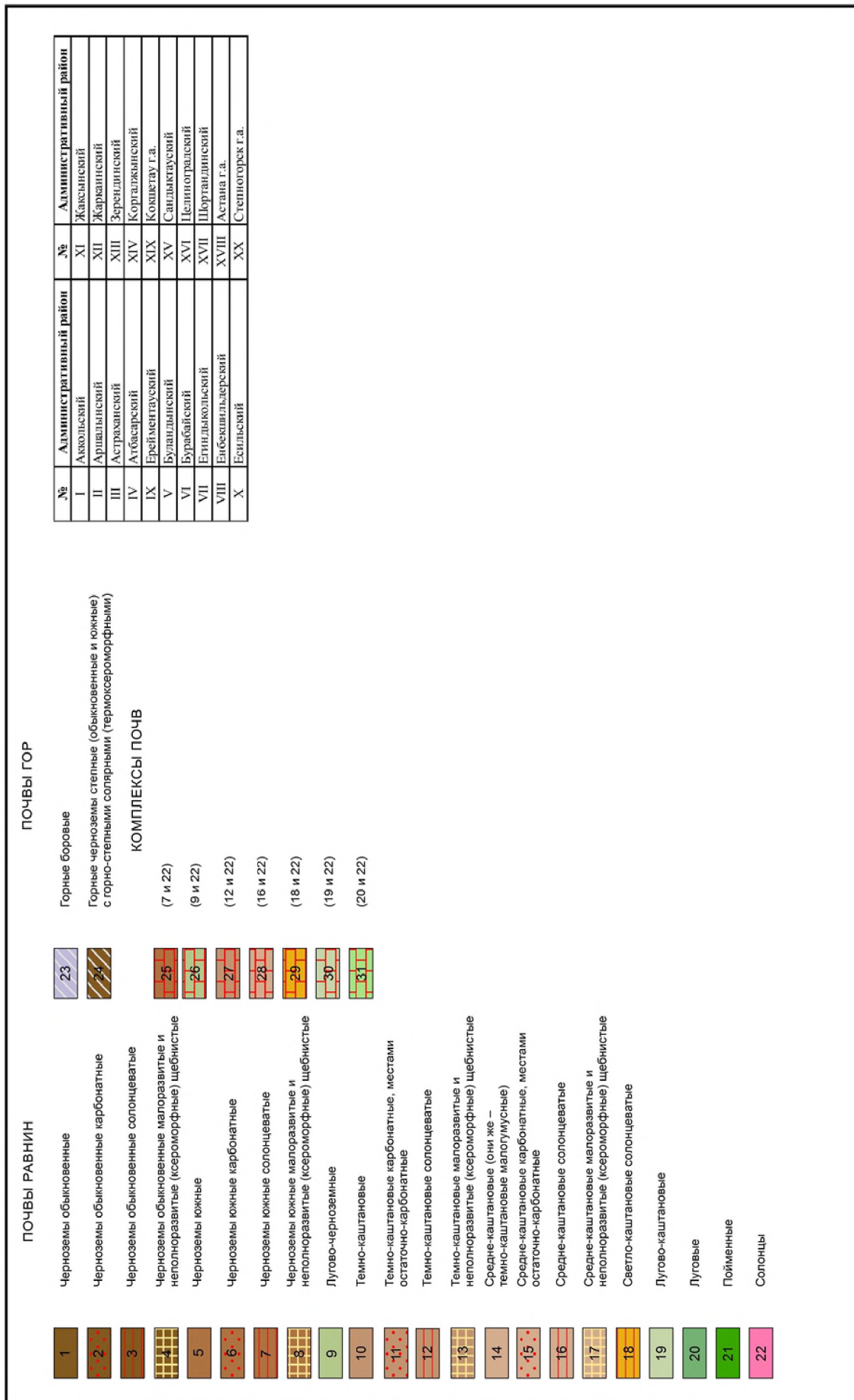


Рисунок 7.2 – Легенда к карте «Почвы Акмолинской области»



*Подтип:* черноземы южные. *Род:* черноземы южные карбонатные; черноземы южные солонцеватые; черноземы южные малоразвитые, черноземы южные неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые;

2) *Тип, подтип:* лугово–черноземные.

3) *Тип:* каштановые.

*Подтип:* темно–каштановые. *Род:* темно–каштановые карбонатные, местами остаточнo–карбонатные; темно–каштановые солонцеватые, темно–каштановые малоразвитые, темно–каштановые неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые;

*Подтип:* средне–каштановые (они же – темно–каштановые малогумусные). *Род:* средне–каштановые карбонатные, местами остаточнo–карбонатные; средне–каштановые солонцеватые, средне–каштановые малоразвитые, средне–каштановые неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые;

*Подтип:* светло–каштановые. *Род:* светло–каштановые солонцеватые.

4) *Тип, подтип:* лугово–каштановые.

5) Горные почвы (почвы вертикальной зональности крутых и покатых горных склонов) представлены горными боровыми и горными черноземами степными (обыкновенными и южными) с горно–степными соляными (термоксероморфными).

Кроме равнинных и горных зональных почв в области широко распространены интразональные почвы: *луговые, пойменные и солонцы*. Эти почвы не связаны со строгой закономерностью распределения почв, связанных с природной зональностью и могут находиться в несвойственных им зонах в виде пятен или отдельных массивов. Для территории Акмолинской области характерна также *высокая комплексность* почвенного покрова, особенно широко распространены комплексы зональных солонцеватых почв с солонцами.

Характеристика состояния почв:

*Черноземы обыкновенные* занимают незначительную площадь на крайнем севере области, огибая с юга Кокшетаускую возвышенность. Они распространены преимущественно на территориях Сандыктауского, Буландынского, Зерендынского и Бурабайского районов. Мощность гумусового горизонта в среднем 45 см. Содержание гумуса (азота) сверху достигает на целине 7,5–8,0% (0,4–0,5%), на старопашне снижается соответственно до 6,2% (0,3–0,4%). Бедны фосфором, валовое содержание их в почве около 0,1%. Глубина проявления карбонатности составляет 35–40 см, гипс обнаруживается с глубины 140–160 см. Количество обменного натрия по профилю не превышает 1%, что указывает на отсутствие солонцеватости.

*Черноземы обыкновенные карбонатные* характерны для возвышенных равнин, распространены по открытым водораздельным пространствам, сложенными карбонатными суглинками и глинами. Отличаются высоким содержанием карбонатов в верхнем горизонте. Содержание гумуса – 6–8%. Почвы содержат во всех своих горизонтах углесоли кальция, верхний горизонт бурно вскипает от соляной кислоты, в нижней части профиля содержатся легкорастворимые соли.

*Черноземы обыкновенные солонцеватые* располагаются в понижениях рельефа, приурочены к слабо дренированным равнинам. Встречаются обычно в различных солонцеватых комплексах вблизи рек и озёр. Характерной чертой для почв является наличие соленосного горизонта в нижней части профиля. Засоление носит главным образом сульфатный характер. Скопление гипса обнаруживается на глубине 80–120 см. По запасам питательных веществ солонцеватые черноземы, несколько уступают обычным и карбонатным почвам, за исключением подвижного фосфора, запасы которых более высокие. Отмечается высоким содержанием общего азота по сравнению с несолонцеватыми.

*Черноземы обыкновенные малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые* приурочены к мелкосопочным территориям с близким залеганием коренных пород. Отличие между ними заключается в глубине коренной породы, у неполноразвитых

почв коренная порода залегает с глубины 30–80 см, а у малоразвитых – с 10–30 см. На щебнистых склонах сопок – малоразвитые чернозёмы.

*Черноземы южные* развиваются в условиях засушливой степи, приуроченные к приподнятым поверхностям, и простирается в пределах Акмолинской области с запада на восток шириной до 80–100 км, поднимаясь на востоке резко к северу. Фрагментарно черноземы южные встречаются в пределах Ерейментауских гор. Они распространены преимущественно на территориях Аккольского, Аршалынского, Астраханского, Атбасарского, Буландынского, Енбекшильдерского, Есильского, Жаксынского, Сандыктауского, Шортандынского районов. Мощность гумусового горизонта почв составляет 45–47 см. Содержание гумуса на целине составляет 5–6 до 7%, азота 0,3–0,35%, на старопашне соответственно 4–5 и 0,25–0,30%. Характеризуются низким содержанием фосфора. Карбонатность *черноземов южных карбонатных* обнаруживается с поверхности или с глубины 28–30 см, гипс – в пределах 100–120 см. Характерной особенностью почв являются большие запасы нитратного азота в профиле. По химическим и агрофизическим показателям эти почвы близки к обыкновенным черноземам.

*Черноземы южные солонцеватые* встречаются в различных комплексах с солонцами. Гумуса в верхнем горизонте содержится около 4%. В составе поглощенных оснований принимает участие и натрий, подтверждающий солонцеватость почв. Горизонт скопления солей зачастую находится на глубине 70–90 см. Тип засоления в основном сульфатный.

*Черноземы южные малоразвитые и не полноразвитые щебнистые* приурочены к мелкосопочникам и водораздельным склонам с близким залеганием коренных пород. Отличия между ними заключается в глубине залегания коренной породы, у не полноразвитых почв коренная порода залегает с глубины 30–80 см, а у малоразвитых – с 10–30 см.

*Лугово-черноземные* почвы занимают пониженные элементы рельефа равнин, местами низкие надпойменные террасы рек и озер. Морфологическими особенностями этих почв является более темная окраска гумусовых горизонтов, наличие ржавых пятен и сизых пятен в нижних горизонтах. Почвы в основном среднегумусные (7–9%, на пашне 6–8%), но встречаются малогумусные (4–7%, на пашне 4–6%) и многогумусные (свыше 9%, на пашне более 8%). Общего азота в них 0,4–0,5%, валового фосфора – 0,1–0,2%.

*Темно-каштановые почвы* занимает центральную и восточную части Акмолинской области. Северная граница данных почв на западе области проходит примерно по широте 51° 50', опускаясь в центральной части до поселка Шортанды и далее на восток, подымается к северу (верховья р. Силеты). Темно-каштановые почвы представлены нормальными, карбонатными, солонцеватыми, малоразвитыми и неполноразвитыми щебнистыми родами. Они распространены преимущественно на территориях Аршалынского, Астраханского, Атбасарского, Егидыкольского, Еремейтауского, Есильского, Жаксынского, Жаркайынского, Сандыктауского, Целиноградского, Шортандынского районов. Мощность гумусового горизонта варьирует в пределах 38–45 см. Содержание гумуса сверху на целине составляет 3,5–4,5%, на старопашне – 2,5–3,5%, азота 0,2–0,32% и 0,15–0,2% соответственно. Характерной особенностью этих почв является повышенная опесчаненность профиля. Легкорастворимые соли присутствуют на глубине 130–150 см, т.е. профиль данных почв практически не засолен.

*Темно-каштановые карбонатные, местами остаточнокарбонатные* на территории области приурочены к приподнятым выровненным слабодренированным равнинам и в настоящее время почти полностью распаханы.

*Темно-каштановые солонцеватые* имеют значительное распространение на территории Акмолинской области и формируются по межсочным понижениям, выположенным участкам водораздельных поверхностей, верхним террасам рек, часто встречаются в комплексе с солонцами. С глубины 90–110 см в почвах обнаруживаются гипс и легкорастворимые соли.

*Темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые* почвы формируются по вершинам и крутым склонам сопок в условиях близкого подстилания коренных пород. Почвенный профиль укороченный, гумуса в верхнем горизонте содержится 2,3–3,8%.

*Средне-каштановые (они же – темно-каштановые малогумусные)* распространены преимущественно на западе и юге Акмолинской области, формируются в более сухих условиях, приурочены к возвышенным равнинам. Мощность гумусового горизонта составляет 35–45 см, а содержание гумуса в них не превышает 2,5–3,5%. В полосе средне-каштановых почв преобладают *карбонатные и солонцеватые*.

*Средне-каштановые карбонатные* почвы распространены, главным образом, на западе Акмолинской области по обширным водораздельным поверхностям. Средне-каштановые солонцеватые почвы в пределах области распространены фрагментарно на террасах озер, в долинах рек и по межсочным понижениям и обычно образуют комплексы с солонцами.

*Средне-каштановые малоразвитые и не полноразвитые (ксероморфные) щебнистые* приурочены к мелкосочным территориям с близким залеганием коренных пород.

*Светло-каштановые почвы* на территории Акмолинской области все *солонцеватые*, залегают преимущественно на возвышенных равнинах. Распространены в основном на территориях Жаркайынского, Коргалжынского районов. Мощность верхнего горизонта обычно 15–18 см. Содержание гумуса сверху чаще составляет 2–2,5 до 3%, азота 0,07–0,15%.

*Луговые каштановые* залегают среди каштановых почв, но в понижениях рельефа (низкие равнины, также надпойменные речные и озерные террасы, суходолы), где получают дополнительное увлажнение водами поверхностного стока и/или от неглубоких (3–6 м) грунтовых вод. В первом случае имеют несколько большую мощность и большее содержание гумуса, чем рядом залегающие каштановые почвы. Во втором случае, при залегании на пресных грунтовых водах они также имеют несколько большее содержание гумуса, но могут быть менее мощными. При залегании на минерализованных грунтовых водах в растительном покрове часто появляются галофиты, в профиле почв – засоление, а в почвенном покрове – солонцы.

*Луговые* почвы занимают значительные площади в речных долинах. Залегают в депрессиях рельефа с близкими (1,5–3 м) пресными или слабо минерализованными грунтовыми водами, за счет которых, а также за счет вод поверхностного стока, они дополнительно увлажняются. Мощность гумусового слоя обычно до 25 см, но может быть и высоким. Часто встречаются небольшие по площади участки, где содержится гумуса до 12%, в основном здесь содержание гумуса 6–8%.

*Пойменные* почвы развиваются в поймах крупных рек на слоистых аллювиальных наносах, обширные массивы этих почв приурочены к пойме рек Есиль, Колутон, Нура. Строение этих почв зависит от многих причин, в том числе от продолжительности паводка, залегания грунтовых вод и др. Содержание гумуса – от 1% в молодых пойменных почвах, до 5–6% в пойменных луговых остепененных. В низких притеррасных участках поймы имеют солонцеватые, засоленные и гидроморфные почвы.

*Солонцы* распространяются в основном в комплексе с зональными почвами, а также отдельными массивами на значительной площади территории Астраханского, Атбасарского, Енбекшильдерского, Коргалжынского, в восточной части Аккольского районов, и в южной части Степногорской городской администрации. 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%. Доя солонцов типична бедность валовым фосфором, всего сотые доли процента.

На территории Акмолинской области выделяются два вертикальных пояса, приуроченных к южной окраине Кокшетауской возвышенности и к юго-восточной части области, в пределах Ерейментауского горного массива с высотами 600–800 м и интенсивной расчлененностью. *Горные боровые почвы* распространены в пределах островных низкогорий, сложенных гранитами. Почвы здесь достаточно разнообразные, преимущественно

малогумусные маломощные, легкосуглинистые, дресвянистые, близко подстилаемые дресвянистыми продуктами выветривания гранитов, обычно вскипающие от НСІ в глубоких горизонтах. На солярных склонах они имеют облик горных каштановых глубоко вскипающих или аналогичных горно–степных, на теневых склонах приобретают более темные серые тона окраски и местами черноземовидный профиль. *Горные черноземы степные (обыкновенные и южные) с горно–степными солярными (термоксероморфными)*. Распространены преимущественно в низкогорье. Почвообразующие породы представлены в основном элювиально–делювиальными щебнистыми суглинками, подстилаемыми щебнем (реже плотными породами), местами лессовидными суглинками. Горные черноземы обыкновенные сверху содержат гумуса (азота) 7–10% (0,4–0,5%), южные – 5–7 до 8% (до 0,3–0,4%).

Распределение типов почв по административным районам:

1) *Аккольский район*. Северо–восточнее и западнее г. Акколь по приподнятым равнинам незначительное распространение получили черноземы обыкновенные нормальные, по склонам сопок в местах с близким залеганием коренных пород – черноземы обыкновенные малоразвитые и неполноразвитые щебнистые. На севере, юге и юго–западе района распространены черноземы южные. На водораздельных поверхностях доминируют черноземы южные нормальные и карбонатные. По вершинам и склонам сопок распространены черноземы южные малоразвитые и неполноразвитые щебнистые. Среди черноземов южных фрагментарно встречаются солонцы. На северо–востоке района северо–западнее р. Селеты незначительное распространение получили темно–каштановые почвы. Из почвенных разностей в районе преобладают темно–каштановые солонцеватые. Темно–каштановые почвы почти всегда образуют комплексы с солонцами. К долинам временных водотоков и местам дополнительного увлажнения приурочены луговые почвы, солонцы.

2) *Аршалынский район*. На территории района распространены темно–каштановые почвы: нормальные, карбонатные, солонцеватые, малоразвитые и не полноразвитые щебнистые почвы мелкосопочника. Темно–каштановые нормальные и карбонатные почвы приурочены к приподнятым выровненным слабодренированным равнинам. По механическому составу преобладают легкосуглинистые и суглинистые разновидности. Солонцеватые темно–каштановые почвы приурочены к мелкосопочным понижениям, выположенным участкам водораздельных поверхностей, верхним террасам рек.

Малоразвитые и неполноразвитые щебнистые темно–каштановые почвы формируются по вершинам и крутым склонам мелкосопочников в условиях близкого подстилания коренных пород. В пониженных частях рельефа темно–каштановые почвы образуют комплексы с солонцами. В долинных комплексах преобладают луговые почвы и лугово–каштановые почвы.

3) *Астраханский район*. На территории района севернее р. Есиль распространены черноземы южные, По механическому составу преобладают почвы средние и легкие суглинки. Южнее р. Есиль развитие получили темно–каштановые почвы. Темно–каштановые почвы представлены нормальными, карбонатными, солонцеватыми, малоразвитыми и неполноразвитыми щебнистыми мелкосопочника. Темно–каштановые нормальные и карбонатные почвы на территории района приурочены к приподнятым выровненным слабодренированным равнинам. По механическому составу преобладают легкосуглинистые и суглинистые разновидности. Солонцеватые темно–каштановые почвы приурочены к мелкосопочным понижениям, выположенным участкам водораздельных поверхностей, верхним террасам рек. Темно–каштановые малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы формируются по вершинам и крутым склонам мелкосопочников в условиях близкого подстилания коренных пород. В понижениях рельефа темно–каштановые почвы образуют комплексы с солонцами. В долинных комплексах преобладают луговые почвы, солонцы и лугово–каштановые почвы.

4) *Атбасарский район*. На севере территории района почвы представлены черноземами южными. На возвышенных равнинах доминируют черноземы южные

карбонатные и солонцеватые. По механическому составу преобладают средние и легкие суглинки. Севернее р. Есиль по вершинам и склонам сопок распространены черноземы южные малоразвитые и неполноразвитые щебнистые. Незначительное участие по пониженным элементам рельефа получили солонцы. По блюдцеобразным западинам, характеризующимся дополнительным увлажнением, распространены лугово-черноземные почвы. На территории района южнее р. Есиль распространены почвы темно-каштановые нормальные, карбонатные, малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. Темно-каштановые карбонатные почвы распространены большей частью южнее р. Есиль, приурочены к приподнятым выровненным слабодренированным равнинам. По механическому составу преобладают легкосуглинистые и суглинистые разновидности. В долине р. Шортанбай фрагментарно распространены мелкосопочки, по вершинам и крутым склонам которых развиты темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. В понижениях рельефа темно-каштановые почвы образуют комплексы с солонцами. На юге района распространены средне-каштановые малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. К долинным комплексам реки Есиль, Жабай, Жыланды приурочены луговые почвы и солонцы.

5) *Буландынский район*. На севере и северо-западе района по возвышенным равнинам преобладают черноземы обыкновенные нормальные и карбонатные. На юге, юго-востоке и в центральной части доминирующее положение занимают черноземы южные. Подзона черноземов южных характеризуется преобладанием нормальных, карбонатных, солонцеватых родов почв. По механическому составу преобладают средние и легкие суглинки. На водораздельных поверхностях преобладают черноземы южные карбонатные. На территории развиты также черноземы южные малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы мелкосопочника. Почвы долин рек Аршалы, Сухая речка, Боксык и др. представлены лугово-черноземными, луговыми и солонцами.

6) *Бурабайский район*. В западной и в центральной части территории района почвы представлены черноземами обыкновенными. Для возвышенных равнин характерны черноземы обыкновенные нормальные, карбонатные. По склонам сопок с близким залеганием коренных пород – малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. В северной и восточной части территории района распространены черноземы южные. В пределах территории района в горах Кокшетау, Окжетпес и др. выделяется высотная поясность. Почвы гор представлены горными боровыми и горными черноземами степными (обыкновенными и южными) с горно-степными соляными (термоксероморфными). В долине р. Аршалы получили развитие почвы лугово-черноземные и луговые почвы.

7) *Егиндыкольский район*. На территории района распространены темно-каштановые нормальные, карбонатные и солонцеватые почвы. Темно-каштановые нормальные и карбонатные почвы приурочены к возвышенным выровненным слабодренированным равнинам. По механическому составу преобладают легкосуглинистые и суглинистые разновидности. Темно-каштановые солонцеватые почвы приурочены к понижениям, выложенным участкам водораздельных поверхностей, верхним террасам рек.

8) *Енбекшильдерский район*. На западе фрагментарное распространение получили черноземы обыкновенные солонцеватые. Почти вся территория, за исключением северо-востока приурочена к полосе черноземов южных. По механическому составу преобладают средние и легкие суглинки. На водораздельных поверхностях преобладают черноземы южные нормальные и карбонатные, которые в настоящее время почти полностью распаханы. По вершинам и склонам сопок распространены черноземы южные малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. Значительное распространение на территории района получили солонцы. В северо-восточной части территории района незначительное распространение получили темно-каштановые почвы с преобладанием темно-каштановых солонцеватых почв. К долинам временных водотоков и местам дополнительного увлажнения приурочены солонцы.

9) *Ерейментауский район*. На территории района распространены темно-каштановые почвы нормальные, карбонатные, солонцеватые, малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. Темно-каштановые нормальные и карбонатные почвы приурочены к приподнятым выровненным слабодренированным равнинам и имеют фрагментарное распространение. По механическому составу преобладают легкосуглинистые и суглинистые разновидности. Солонцеватые темно-каштановые почвы доминируют на территории района и приурочены к мелкосопочным понижениям, выположенным участкам водораздельных поверхностей, верхним террасам рек. Темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы формируются по вершинам и крутым склонам мелкосопочников в условиях близкого залегания коренных пород. В северной части района в понижениях рельефа получили развитие темно-каштановые почвы в комплексе с солонцами. На территории Ерейментауского района в пределах Ерейментауских гор выделяется высотная поясность. Почвы гор представлены горными боровыми и горными черноземами степными (обыкновенными и южными) с горно-степными соляными (термоксероморфными).

10) *Есильский район*. В северной части территории района представлены почвы – черноземы южные. На возвышенных равнинах доминируют черноземы южные нормальные, карбонатные и солонцеватые, которые в настоящее время почти полностью распаханы. По механическому составу преобладают средние и легкие суглинки. Незначительное распространение по пониженным элементам рельефа получили солонцы. По блюдцеобразным западинам, характеризующимся дополнительным увлажнением распространены лугово-черноземные почвы. В западной и юго-западной части территории района распространены темно-каштановые почвы, представленные темно-каштановыми карбонатными, солонцеватыми, малоразвитые и неполноразвитыми щебнистыми. Темно-каштановые карбонатные почвы приурочены к возвышенным выровненным слабодренированным равнинам и в настоящее время почти полностью распаханы. По механическому составу преобладают легкосуглинистые и суглинистые разновидности. Темно-каштановые почвы часто образуют комплексы с солонцами. На юге района в правобережной части р. Есиль фрагментарное распространение получили приречные мелкосопочники, почвенный покров которых образован темно-каштановыми малоразвитыми и неполноразвитыми щебнистыми почвами, формирующихся в условиях близкого залегания коренных пород. К долинным комплексам приурочены лугово-каштановые почвы, солонцы и луговые.

11) *Жаксынский район*. В северной части территории района развиты черноземы южные. На возвышенных равнинах доминируют черноземы южные нормальные, карбонатные и солонцеватые. По механическому составу преобладают средние и легкие суглинки. Севернее р. Есиль по вершинам и склонам сопков распространены черноземы южные малоразвитые и неполноразвитые щебнистые. Незначительное распространение по понижениям рельефа получили развитие солонцы. По блюдцеобразным западинам, характеризующимся дополнительным увлажнением распространены лугово-черноземные почвы. Южнее р. Есиль на территории района простираются темно-каштановые нормальные, карбонатные, малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. Темно-каштановые карбонатные почвы распространены на большей части территории, расположенной южнее р. Есиль, приурочены к возвышенным выровненным слабодренированным равнинам. По механическому составу преобладают легкосуглинистые и суглинистые разновидности. В междуречье рек Есиля и Террисаккана фрагментарно распространены мелкосопочники, почвенный покров которых образован темно-каштановыми малоразвитыми и неполноразвитыми щебнистыми почвами. На солонцеватых темно-каштановых почвах, приуроченных к пониженным элементам рельефа, развиты темно-каштановые почвы в комплексе с солонцами. К долинным комплексам реки Есиль, Террисаккан и др. приурочены лугово-каштановые почвы, солонцы и луговые.

12) *Жаркайынский район*. В северной части территории района и вдоль реки Есиль распространены темно-каштановые нормальные, карбонатные, солонцеватые, малоразвитые

и неполноразвитые щебнистые почвы. Темно–каштановые нормальные и карбонатные почвы приурочены к приподнятым выровненным слабодренированным равнинам и в настоящее время почти полностью распаханы. По механическому составу преобладают легкосуглинистые и суглинистые разновидности. Темно–каштановые почвы на территории местами образуют комплексы с солонцами. На северо–востоке района в правобережной части р. Есиль фрагментарное распространение получили приречные мелкосопочники, почвенный покров которых образован темно–каштановыми малоразвитыми и неполноразвитыми щебнистыми почвами. В западной, юго–западной и южной части территории района широко распространены средне–каштановые карбонатные почвы. Средне–каштановые солонцеватые почвы распространены фрагментарно на террасах, в долинах рек и часто образуют комплексы с солонцами. К долинным комплексам приурочены лугово–каштановые почвы, солонцы и луговые.

13) *Зерендынский район.* На большей части территории района распространены черноземы обыкновенные. По открытым водораздельным пространствам – черноземы обыкновенные карбонатные, солонцеватые. По склонам сопок – черноземы обыкновенные малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. В пределах Зерендынского района выделяют высотную поясность в горах Зеренды и Жыланды. Почвы гор представлены горными боровыми и горными черноземами степными (обыкновенными и южными) с горно–степными соляными (термоксероморфными). В долине р. Шагалалы представлены луговые, лугово–черноземные и солонцы.

14) *Коргалжынский район.* В северной, северо–восточной и центральной части района распространены темно–каштановые почвы карбонатные и солонцеватые. Темно–каштановые карбонатные почвы приурочены к приподнятым выровненным слабодренированным равнинам. По механическому составу преобладают легкосуглинистые и суглинистые разновидности. Темно–каштановые солонцеватые почвы, образующие комплексы с солонцами и незначительно – лугово–каштановые почвы приурочены преимущественно к выположенным участкам водораздельных поверхностей, верхним террасам рек. На самом юге района фрагментарно распространены светло–каштановые солонцеватые почвы, преимущественно в комплексе с солонцами. К долинным комплексам приурочены почвы луговые, пойменные и солонцы.

15) *Сандыктауский район.* В северной части территории района почвы представлены черноземами обыкновенными нормальными и карбонатными. Черноземы обыкновенные карбонатные формируются преимущественно по открытым водораздельным пространствам.

На возвышенных равнинах доминируют черноземы южные нормальные, карбонатные и солонцеватые. По вершинам и склонам сопок распространены черноземы южные малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. Незначительное распространение по пониженным элементам рельефа получили солонцы. В горах Сандыктау, Жаксы Тукты, Жыланды выделяется высотная поясность. Почвы гор представлены горными боровыми и горными черноземами степными (обыкновенными и южными) с горно–степными соляными (термоксероморфными). Почвы долин рек Жыланды, Атыжок, Коныр, Кутынкоз, Жекебулак и др. представлены лугово–черноземными, луговыми и солонцами.

16) *Целиноградский район.* На территории района распространены темно–каштановые нормальные, карбонатные, солонцеватые, малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. Темно–каштановые нормальные и карбонатные почвы приурочены преимущественно к приподнятым выровненным слабодренированным равнинам. По механическому составу преобладают легкосуглинистые и суглинистые разновидности. Солонцеватые темно–каштановые почвы на территории района приурочены к мелкосопочным понижениям, выположенным участкам водораздельных поверхностей, верхним террасам рек. Темно–каштановые малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы формируются по вершинам и крутым склонам мелкосопочников в условиях близкого залегания коренных пород. В понижениях рельефа развиты комплексы темно–каштановых почв с солонцами. К долинным комплексам приурочены лугово–каштановые почвы, луговые и солонцы.

17) *Шортандынский район*. На территории района почвы представлены преимущественно черноземами южными. По механическому составу преобладают средние и легкие суглинки. На водораздельных поверхностях преобладают черноземы южные нормальные и карбонатные. Среди черноземов южных фрагментарно встречаются солонцы. В северо-западной части территории незначительное распространение получили темно-каштановые солонцеватые и карбонатные почвы. Темно-каштановые почвы часто встречаются в комплексе с солонцами. К долинам рек приурочены солонцы, луговые и лугово-каштановые 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. Обычно количество содержания питательных веществ уменьшается от тяжелых почв к легким. 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. Значительная часть почвенной влаги и запасов элементов питания тяжёлых почв не доступны растениям. В периоды сезонного переувлажнения в них недостает воздуха, и развиваются процессы гидроморфизма и глееения. Лучшими являются почвенные разности среднесуглинистого гранулометрического состава [73].

Почвообразующими породами на территории Акмолинской области являются четвертичные отложения, представленные преимущественно делювиальными глинами и суглинками. Они подстилаются древними коренными породами различного возраста, в том числе соленосными третичными глинами. По сопкам и вблизи их почвообразование происходит на грубом элювии, являющемся продуктом выветривания древних коренных пород. По мелкосопочнику почвообразующие породы – делювиальные различного, но преимущественно тяжелого механического состава. По наиболее возвышенным и расчлененным участкам почвообразование местами происходит на грубом элювии, являющемся результатом разрушения в процессе выветривания древних коренных кристаллических пород, преимущественно гранитов или отложений раннего палеозоя (силура), представленных главным образом известняками и известковистыми песчаниками. Наибольшее количество выходов коренных пород на Кокшетауской возвышенности [64, 65].

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; щебнистые почвы* [65].

*Глинистые и тяжелосуглинистые* разновидности обычно типичны черноземам и темно-каштановым почвам. Они распространены преимущественно на территориях Целиноградского, юго-восточной и северо-западной части Зерендынского, южной части Бурабайского, южной и юго-восточной части Енбекшильдерского, северо-восточной и восточной части Астраханского, северной и центральной части Коргалжынского, северной и восточной части Астраханского, южной части Буландынского, северо-восточной части Атбасарского, юго-западной части Жаксынского, северо-западной, южной и восточной части Жаркайынского районов и Астанинской городской администрации.



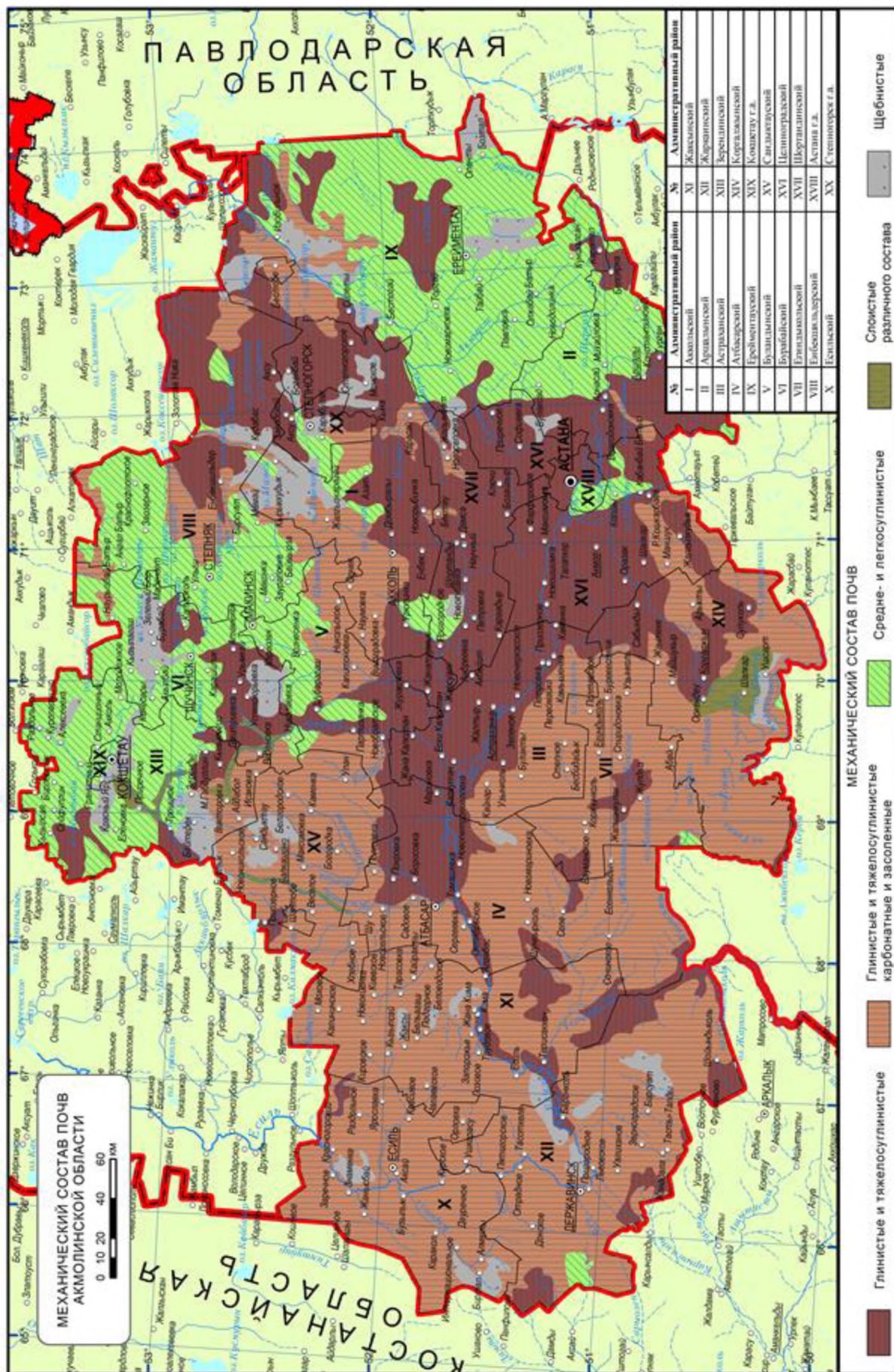


Рисунок 7.3 – Механический состав почв Акмолинской области

*Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные и засоленные почвы* распространены по водораздельным равнинам, сложенными карбонатными и засоленными глинами, тяжелыми суглинками. Они распространены преимущественно на территориях Жаркайынского, Атбасарского, Есильского, Жаксынського, Сандыктауского, западной и восточной части Буландынского, западной и южной части Астраханского, южной части Целиноградского, западной части Егидыкольского, незначительной площадью в центральной, южной и восточной части Енбекшильдерского, центральной и западной части Аккольского, незначительной площадью в северной части Ерейментауского административных районов.

Более легкие по механическому составу породы *средне- и легкосуглинистые* с содержанием частиц физической глины около 25–30% встречаются преимущественно по долинам р. Есиль. Они распространены преимущественно на территориях Ерейментауского, восточной части Аршалынского, западной части Енбекшильдерского, северной части Бураайского, Зерендынского, северной части Буландынского, незначительной площадью в западной части Аккольского районов и Кокшетауской городской администрации.

*Щебнистые почвы* развиты преимущественно в пределах Кокшетауской возвышенности с выходами коренных пород. Почвообразующие породы представлены в основном элювиально–делювиальными щебнистыми суглинками, подстилаемыми щебнем (реже плотными породами), местами лессовидными суглинками. Они распространены преимущественно на территориях Еремейтауского, Целиноградского, Аккольского, южной части Енбекшильдерского, Бурабайского, Зерендынского, Жаркайынского, незначительной площадью в западной части Жаксынського, восточной части Атбасарского, юго–западной части Есильского, северо–западной части Аршалынского, северной части Сандыктауского районов.

Характеристика почвенного покрова равнинных и горных территорий Акмолинской области по типам почв, по их механическому составу и плодородию, а также составленные тематические почвенные карты позволяют не только оценить разнообразие почв и их современное состояние, но и могут служить основой для выработки рекомендаций и мероприятий по рациональному использованию земель сельскохозяйственного назначения.

## **8. ОСНОВНЫЕ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ**

Природно–климатические условия Акмолинской области благоприятны для возделывания зерновых, масличных, крупяных, зернобобовых и кормовых культур и, в первую очередь, продовольственной пшеницы с высоким содержанием клейковины, пользующейся повышенным спросом на мировых рынках в качестве улучшителя хлебопекарных свойств муки. В связи с диверсификацией растениеводства, в структуре посевных площадей доля яровой пшеницы должна составлять 65-70%. В Акмолинской области в зависимости от почвенно-климатических зон, наряду с яровой пшеницей, многие альтернативные культуры могут давать хорошие экономические результаты. Это горох, чечевица, нут, рапс, подсолнечник, лен, гречиха, просо и овес.

### **8.1 Яровые зерновые культуры**

#### **Яровая пшеница**

Яровая пшеница относится к культуре длинного светового дня и непродолжительного периода вегетации. Всходы яровой пшеницы легко переносят поздние весенние заморозки порядка минус 8 – минус 10°C, наоборот, при созревании пшеница легко повреждается ранними осенними заморозками в фазу цветения при минус 1 – минус 2°C, в фазу молочной спелости – при минус 2 – минус 4°C [35].

Наибольшая потребность в водоснабжении и доступных питательных веществах у яровой пшеницы проявляется в период кущения до колошения. Идеальные условия для прорастания семян создаются при температуре 12–15°C и влажность почвы в верхнем слое почвы 70–90% наименьшей полевой влагоемкости.

В Акмолинской области в северной и северо–западной части наиболее перспективными сортами яровой пшеницы являются: Казахстанская раннеспелая, Астана, Омская 31, Омская 28, Шортандынская 95 улучшенная, Акмола 2, Казахстанская 15; Лютесценс 90, Омская 35, Саратовская 29, Целинная 24, Эритороспермум 35, Омская 36; в центральной части – Астана, Акмола 2, Омская 31, Омская 28, Шортандынская 95 улучшенная, Целинная 3С, Астана 2, Целинная – Юбилейная, Целинная 24, Омская 19, Шортандынская 2012, Целина 50; в южной и юго–восточной части области – Акмола 2, Целинная 3С, Астана, Омская 28, Омская 38, Карабалыкская 90, Карабалыкская 20, Кондитерская яровая, Росинка 3, Целинная – Юбилейная, Светланка, Астана 2.

Наибольшие площади посевов яровой мягкой пшеницы сосредоточены в зоне южных черноземов и темно–каштановых почв. Для засушливых условий Акмолинской области выбор предшественников для яровой пшеницы зависит от уровня культуры земледелия, соблюдения основных требований технологий выращивания. Для хозяйств с низким уровнем механизации технологических процессов, недостаточным применением минеральных удобрений, основным предшественником яровой пшеницы является поле чистого пара. При высокой культуре земледелия эффективны плодосменные севообороты. В плодосменном севообороте хорошими предшественниками яровой пшеницы могут быть как зерновые, так и масличные, бобовые и кормовые культуры.

Оптимальными сроки посева яровой пшеницы для получения высококачественного и стабильного урожая зерна пшеницы являются сроки посева с 15 по 25 мая. При наличии гарантированных долгосрочных прогнозов погодных явлений, сроки посева могут изменяться как в сторону ранних, так и поздних.

Среднепоздние сорта яровой мягкой пшеницы должны высеваться в первые дни оптимального периода посева. Максимальное содержание белка и сырой клейковины яровой пшеницы формируется в зоне выщелоченных черноземов в среднем при посеве с 18 по 23 мая, обыкновенных черноземов – с 19 по 25 мая, южных черноземов с 20 по 26 мая, темно–каштановых почв с 20 по 28 мая.

Для получения зерна высокого качества, посев необходимо начинать с более позднеспелых сортов, вторую половину оптимального срока использовать для посева среднеспелых и среднеранних сортов в зоне южных черноземов и темно-каштановых почв, среднеранних – в зоне обыкновенных черноземов и раннеспелых – в зоне выщелоченных черноземов.

В зависимости от агроклиматических зон области, яровую пшеницу следует выращивать по почво-ресурсосберегающей технологии возделывания. Перспективными являются выращивание яровой пшеницы по системе сокращенной и минимальной системе обработки почвы. Для черноземных и каштановых почв Акмолинской области при традиционной технологии возделывания основное (запасное) внесение фосфорных удобрений проводится локально ленточно при плоскорезной обработке пара сеялками с культиваторными сошниками на 10–12 см или при осенней обработке пара глубокорыхлителями.

Уборка урожая. Основным методом уборки яровой пшеницы является прямое комбинирование и отдельный способ уборки. Прямым комбинированием рекомендуется убирать пшеницу при равномерном созревании, в фазу полной спелости зерна, посева прежде всего чистые от сорняков, без подгона, низкорослые или изреженные. Для ускорения созревания яровой пшеницы эффективными приемами являются предуборочная обработка посевов или десикация (сикация). При отдельном способе уборки яровая пшеница в фазе восковой спелости зерна скашивается в валки прицепными, навесными жатками или жаткой-хедером. При урожайности до 7 ц/га уборка ведется прямым комбинированием. При урожайности от 7 до 11 ц/га выбор способа уборки яровой пшеницы зависит от густоты стеблестоя, уровня засоренности посевов, и равномерности созревания. При урожайности более 11 ц/га основными способами уборки являются отдельный способ и прямое комбинирование. При средней урожайности 17–22 ц/га – отдельная уборка, при урожайности выше 22 ц/га более эффективным будет начинать скашивание на первых полях в начале восковой спелости при влажности 30–32%.

В Акмолинской области наиболее вредоносны многолетние корнеотпрысковые и корневищные сорные растения: бодяк полевой, молокан татарский, осот полевой, вьюнок полевой, горчак розовый, пырей ползучий и пырей ветвистый (острец). Из однолетних видов наиболее злостны: овсюг, марь белая, щирица, латук компасный, горец вьюнковый, липучка репейная, щетинники зеленый и сизый и др.

### **Яровой ячмень**

Культура ячменя очень засухоустойчивая культура и рекомендуется выращивать во всех агроклиматических зонах области. Выращиваются сорта двух подвидов культурного ячменя:

1. Подвид вульгаре (H. Vulgare) – многорядный или обыкновенный ячмень;
2. Подвид дистихум (H. distichum) – двурядный ячмень.

Ячмень относится к семейству злаковых, род *Hordeum*, однолетнее яровое или озимое растение. Стебель – соломина, соцветие – колос. Масса 1000 зерен составляет 30–60 граммов.

Предшественники и агрофоны. Хорошими предшественниками при возделывании ячменя являются яровая пшеница, горох, чечевица, нут, кукуруза, рапс, чечевица, лен.

При минимальной системе возделывания под яровой ячмень рекомендуется проводить осеннюю механическую обработку почвы глубокорыхлителями, щелевателями или чизелем на глубину 25–27 см, и в зимний период на стерневых фонах при высоте стерни до 20 см проводится – механическое снегозадержание.

При нулевой системе возделывания ячменя механическая обработка почвы не проводится, перед посевом или при посеве вносятся глифосатсодержащие гербициды. Посев проводится сеялками для прямого посева.

В Акмолинской области районированы следующие сорта: Арна, Астана 2000, Донецкий 8, Кедр, Медикум 85, Омский 87, Целинный 91, Целинный 30.

Оптимальным сроком сева для ячменя при норме высева 2,8–3,5 млн. всхожих зерен на 1 га является в умеренно влажной умеренно теплой и слабовлажной умеренно теплой зонах:

- на обыкновенных черноземах – 24–26 мая;
- на южных черноземах – 28–30 мая;
- на темно-каштановых почвах – 31 мая – 1 июня.

При хорошем увлажнении почв, а также при применении азотных удобрений посев проводится в начале оптимальных сроков.

В слабо засушливой умеренно теплой зоне на южных черноземных и каштановых почвах срок сева ячменя – 26–31 мая, при норме посева 2,5–3,2 млн. всхожих зерен на 1 га.

В умеренно засушливой теплой зоне на каштановых почвах срок посева ячменя – 28 мая–2 июня, с нормой посева – 2,5–3,0 млн. всхожих зерен на 1 га.

Система применения удобрений включает применение азотных удобрений, особенно при возделывании по нулевой технологии. Фосфорные удобрения вносятся в дозе 10–20 кг/га  $P_2O_5$  одновременно с посевом. При низкой обеспеченности азотом эффективно внесение азотных удобрений перед посевом или при посеве в дозах 20–45 кг д.в. на 1 га.

При урожайности до 7 ц/га уборка ведется прямым комбинированием, при урожайности от 7 до 11 ц/га прямым комбинированием с десикацией посевов. При урожайности более 11 ц/га основными способами уборки являются отдельный способ и прямое комбинирование. При средней урожайности 17–22 центнера с гектара отдельная уборка имеет преимущество. При урожайности выше 22 ц/га эффективно скашивание в начале восковой спелости при влажности 30–32%.

### **Овес**

Основные сорта культуры овса, выращиваемые в Акмолинской области – Битик, Никола, Синельниковский 14, Скакун.

Оптимальным сроком сева для овса в умеренно влажной умеренно теплой и слабовлажной умеренно теплой зонах является:

- на обыкновенных черноземах – 24–26 мая.
- на южных черноземах – 28–30 мая,
- на темно-каштановых почвах – 31 мая – 1 июня.

В слабо засушливой умеренно теплой зоне на южных черноземных и каштановых почвах срок сева овса – 26–31 мая при норме посева 2,5–3,2 млн. всхожих зерен на 1 га.

В умеренно засушливой теплой зоне на каштановых почвах срок посева овса – 28 мая – 2 июня с нормой посева – 2,5–3,0 млн. всхожих зерен на 1 га. Глубина заделки семян овса составляет 4–6 см во влажный слой почвы.

Овес очень хорошо реагирует на применение азотно-фосфорных удобрений. Азотные удобрения эффективно вносить одновременно с посевом в дозе 20–40 кг д.в. на 1 га. Фосфорные удобрения вносятся в дозе 15–20 кг д.в. на 1 га одновременно с посевом или при промежуточной предпосевной механической обработке почвы. Основной способ уборки овса – прямое комбинирование и отдельный способ.

## **8.2 Зернобобовые культуры**

### **Горох**

В Акмолинской области районированы следующие сорта гороха: Аксайский усатый 55, Касиб, Неосыпающийся 1, Омский неосыпающийся.

В условиях Акмолинской области сроки посева гороха устанавливаются таким образом, чтобы фазы максимального роста растений совпадали с периодами выпадения осадков (конец июня – начало июля). Поэтому в зависимости от длины вегетационного периода сортов гороха, его следует высевать в сроки с 15–17 по 31 мая. Позднеспелые сорта необходимо высевать с 15–17 по 24–25 мая, отдавая предпочтение более ранним посевам, так

как в годы с достаточным количеством осадков и понижением температуры воздуха в летнее время вегетационный период гороха удлиняется и уборка его, зачастую, выпадает на конец сентября – начало октября. Раннеспелые сорта гороха высевают в третьей декаде мая.

В связи с тем, что почвы Акмолинской области в большинстве случаев бедны доступным фосфором, для реализации потенциальных возможностей гороха содержание  $P_2O_5$  должно быть в пределах средней обеспеченности (1,5–3,0 мг на 100 г почвы). На полях, которые имеют этот показатель ниже, при посеве в рядки должны вноситься фосфорные удобрения из расчета 10–20 кг д.в. двойного гранулированного суперфосфата на 1 га. В качестве рядкового удобрения можно использовать и сложные удобрения, поскольку в их составе есть азот, необходимый гороху в начальные фазы его развития. Горох следует убирать при влажности семян 18–20%, чтобы уменьшить риск механического повреждения семян.

### **Нут**

Возделываемые сорта: Волгоградский 10, Юбилейный.

В области нут следует высевать в сроки с 7 мая до 20 мая и позднеспелые сорта необходимо высеять до 14–17 мая, отдавая предпочтение более ранним посевам, так как в годы с достаточным количеством осадков и понижением температуры воздуха в летнее время вегетационный период нута удлиняется и его уборка выпадает на конец сентября – начало октября.

Насекомые – вредители нута в Акмолинской области включают кузнечики на ранней стадии развития растений. Растения нута очень привлекательны для диких зайцев и сурков, что может вести к экономической потере.

В связи с тем, что почвы Акмолинской области в большинстве случаев бедны доступным фосфором, для реализации потенциальных возможностей нута содержание  $P_2O_5$  должно быть в пределах средней обеспеченности (1,5–3,0 мг на 100 г почвы). На полях, которые имеют этот показатель ниже, при посеве в рядки должны вноситься фосфорные удобрения из расчета 10–20 кг д.в. двойного гранулированного суперфосфата на 1 га. В качестве рядкового удобрения можно использовать и сложные удобрения, поскольку в их составе есть азот, необходимый нуту в начальные фазы его развития. В целом, применение рядкового удобрения под нут необходимо рассматривать как обязательный прием.

Нут убирают прямым комбинированием. Раздельный способ уборки проводится, когда растения нута слегка влажные, чтобы уменьшить повреждение стручка.

### **Чечевица**

В Акмолинской области выращивается сорт «Веховская» и другие перспективные сорта. В зависимости от длины вегетационного периода сорта чечевицы следует высевать в сроки с 15–17 до 31 мая, а позднеспелые сорта – с 15–17 по 24–25 мая. Применение системы «Clearfield» на чечевице с гербицидом «Евролатинг» в дозе 1-1,2 л/га повышает урожайность чечевицы на 4,3 ц/га по сравнению с технологией без внесения препарата.

Скашивание в валки следует начинать, когда около 30% нижних стручков станут коричневыми, а их семена будут греметь. Чечевицу также можно убирать в прямостоящем состоянии.

## **8.3 Масличные культуры**

### **Подсолнечник**

В Акмолинской области районированы следующие сорта и гибриды подсолнечника: Восточный, Казахстанский 1, Казахстанский 341, Казахстанский 465, ЛГ 5543 КЛ, ПР 63 А 62, Сочинский, СПК. В условиях черноземных почв Акмолинской области наилучшими показателями масличности, массы 1000 семян, созревания отличается сорт «Сочинский». На темно-каштановых почвах хорошие результаты урожайности, масличности имеют сорта

«СПК» и «Восточный». Подсолнечник эффективно выращивать по минимальной и зональной технологии.

Посев подсолнечника проводят в 1–2 декадах мая при устойчивом прогревании почвы до 10–12°C на глубине заделки семян 5–7 см.

Весенняя обработка почвы начинается с закрытия влаги игольчатыми боронами по мере наступления физической спелости почвы. Это происходит при устойчивом переходе температуры воздуха через 5°C. В регионе этот срок наступает обычно 14–20 апреля.

Посев подсолнечника проводится с минимальным отрывом после предпосевной культивации почвы в 1–2 декадах мая. Посев начинается с позднеспелых сортов и гибридов и заканчивается раннеспелыми формами.

Лучшие предшественники для подсолнечника – яровая пшеница, ячмень. Хорошими предшественниками являются также просо, озимая рожь, кукуруза. Подсолнечник убирают в фазу полной спелости, когда в семенах заканчивается накопление масла и они приобретают типичную для каждого сорта окраску, а ядро становится твёрдым. К этому времени корзинки буреют и листья подсыхают. Подсолнечник убирают прямым комбинированием зерноуборочными комбайнами с приспособлениями. Подсолнечник на силос убирают силосоуборочными комбайнами в начале образования корзинок и до начала цветения.

Уборка подсолнечника на маслосемена проводится во 2–3 декадах сентября, иногда в начале октября. В отдельные годы уборка подсолнечника проводится после жёстких осенних заморозков. Происходит как бы естественная десикация посевов на корню.

### **Лён**

Сорта масличного льна, районированные в Акмолинской области: Карабалыкский 7, Кустанайский янтарь, Лирина. Относятся к среднесемянным межеумкам промежуточного подвида.

Посевы льна на маслосемена могут размещаться во всех районах Акмолинской области, за исключением Жаркайынского, Ерейментауского и Коргалжынского районов. Лучшие почвы для возделывания льна – чернозёмы и тёмно-каштановые почвы. Малопригодны солонцеватые почвы. Лен необходимо возделывать по минимальной технологии на темно-каштановых почвах и по нулевой технологии на черноземных почвах с формированием снежного покрова высотой не менее 30-35 см. за счет стерни предшественника. Необходимо использовать прямой посев.

Посев льна в Акмолинской области следует проводить во второй половине мая. В зоне обыкновенных чернозёмов посев льна рекомендуется заканчивать до 23 мая, в зоне южных чернозёмов – до 27 мая и в зоне тёмно-каштановых почв – до 30 мая.

По мере наступления физической спелости почвы (2–3 декады апреля) проводится ранневесеннее закрытие влаги игольчатыми боронами.

Посев проводится во второй половине мая. Сроки окончания посева 23–30 мая от севера к югу области.

Для льна масличного более приемлемой является двухфазная уборка. При отдельной уборке потери влаги семенами и соломой протекают более интенсивно, чем при созревании на корню. К скашиванию приступают при созревании в массиве 75% коробочек. Обычно это 2 половина августа и начало сентября. Уборка льна масличного возможна и прямым комбинированием. При этом способе уборки очень эффективно применять предуборочную десикацию посевов глифосатсодержащими препаратами.

Уборочная спелость посевов льна наступает в конце августа – начале сентября. Сорта льна, возделываемые в Северном Казахстане, отличаются высокой устойчивостью к полеганию и осыпанию семян на корню. Уборка льна обычно проводится после массовой уборки зерновых культур (конец сентября).

## **Рапс**

В настоящее время в Акмолинской области районированы следующие сорта и гибриды ярового рапса: Абилити, Золотонивский, Кавиар, Траппер, Хантер, Юбилейный, Калибр, Майкудук, Мобиль GL, Озорно, ПР 45 X 73, RG 40301.

Экономически эффективным является размещение посевов ярового рапса в хозяйствах Сандыктауского, Зерендынского, Щучинского, Буландинского, Аккольского и Шортандынского районов. Ширина междурядий посева рапса должна быть 30 см.

Наибольшая урожайность рапса формируется при посеве по нулевой технологии с высотой стерни предшественника 25-30 см. Используется прямой посев.

Оптимальным сроком сева ярового рапса, обеспечивающим более высокую урожайность и качество маслосемян является посев 17–25 мая. Лучшим способом посева рапса на маслосемена является посев с нормой высева 1,0–2,0 млн. шт. всхожих семян на 1 га.

Весной обработку почвы можно начать от даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5°C, при условии просыхания и достижения почвы мягкопластичного состояния. В области переход температуры через 5°C происходит с 14 по 20 апреля. В этот период проводится закрытие влаги игольчатыми боронами. Для контроля засоренности посевов рапса эффективен гербицид «НОПАСАРАН. Уборочная спелость посевов рапса для раздельной уборки наступает в конце августа–начале сентября. В связи с высокой осыпаемостью семян рапса на корню и в валках, уборку этой культуры необходимо проводить в максимально сжатые сроки.

Рапс, как правило, убирают раздельным способом. Скашивание посевов в валки следует начинать при побурении 30–40% семян в нижних стручках, когда влажность семян снижается до 30–35% (середина августа – сентябрь).

## **8.4 Кормовые культуры**

### **Кукуруза на корм**

В Акмолинской области в посевах кукурузы должны преобладать среднеранние и среднеспелые сорта и гибриды, с коротким вегетационным периодом 80–90 дней. Районированные гибриды кукурузы в области: Алтай 250 МВ, Будан 237 МВ, Каз ЗП 200, ЛГ 3255, Матеус, Молдавский 215 МВ, Молдавский 257 СВ, Одесский 80 МВ, Омка 130, Порумбень 176 МВ, ПР 39 Г 12, Сары–Арка 150 АСВ, Тургайская 5/87, Целинный 160 СВ.

Посев кукурузы необходимо проводить при среднесуточной температуре почвы 10–12°C на глубине 8–10 см. Такая температура почвы, по среднесуточным данным, в области устанавливается с 5 по 15 мая. Посев в более поздние сроки не гарантирует созревания початков до восковой и молочно–восковой спелости. Посев проводят в максимально сжатые сроки.

Весной обработку почвы можно начать от даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5°C, при условии просыхания и достижения почвы мягкопластичного состояния.

Посев кукурузы необходимо проводить при среднесуточной температуре почвы 10–12°C на глубине 8–10 см. Посев в более поздние сроки не гарантирует созревания початков до восковой и молочно–восковой спелости. Глубина заделки семян составляет 5–6 см.

Крайние сроки уборки кукурузы на корм ограничиваются датой первых осенних заморозков и датой устойчивого перехода температуры воздуха через 0°C осенью.

Уборка кукурузы на силос осуществляется силосно–уборочными комбайнами при влажности растений 67–75%, в период третья декада августа – первая декада сентября.

### **Суданская трава**

В настоящее время в Акмолинской области районированы сорта суданской травы – Алина, Изумрудная, Кинельская 100, Саратовская 1183.



Суданская трава теплолюбивая культура, поэтому посев её проводится в хорошо прогретую почву до 15–18°C. По результатам полевых исследований Торгайской СХОС установлен оптимальный период посева суданки на темно–каштановых почвах: с 25 мая по 5 июня. Именно в этот период посева суданка формирует наивысшую густоту травостоя и максимальную урожайность зеленой массы.

На сено суданскую траву убирают в начале фазы выметывания, скашивание в более поздние сроки недопустимо, так как стебли сильно грубеют, а доля листьев в кормовой массе резко сокращается. Суданскую траву на семена убирают в основном отдельным способом. К скашиванию в валки приступают при созревании семян на центральных стеблях.

### **Просо кормовое**

Районированные и перспективные сорта проса кормового в Акмолинской области: Кормовое 89, Кормовое 98, Омское 11, Саратовское 6, Шортандынское 7, Яркое 6.

Норма высева при рядовом способе посева на сено и зелёный корм в условиях степи – 2,5–3,0 млн. всхожих зёрен на 1 га (12–15 кг/га). В острозасушливых районах при возделывании на сено приемлема норма высева 2,0 млн (10 кг/га).

На сено кормовое просо и просо–бобовые смеси скашиваются в фазе выбрасывания метёлки у проса. Семенные посевы проса скашиваются при созревании 70–80% семян и метёлок. К обмолоту валков приступают при влажности семян до 15%.

## 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 Акмолинской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 136 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 Бадина Г.В. Возделывание бобовых культур и погода. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 241 с.
- 33 Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 470 с.
- 34 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.
- 35 Акшалов К.А. Высокоэффективные технологии возделывания зерновых культур в полузасушливых условиях Северного Казахстана. Методические рекомендации. 2009. -57 с.
- 36 Руководство по агрометеорологическим прогнозам. Том 1. Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 290 с.
- 37 Лубнин М.Г. Методическое пособие по оценке агрометеорологических условий периода уборки зерновых культур. Москва: Гидрометеиздат, 1975. - 31 с.
- 38 Колосков П.И. О биоклиматическом потенциале и его распределении по территории СССР // Труды НИИАК Вып. 23. 1953. – С. 90–111.
- 39 Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 248 с.
- 40 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.
- 41 Батгалов Ф.З. Сельскохозяйственная продуктивность климата для яровых зерновых культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 112 с.
- 42 Сиротенко О.Д. Математические модели водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 167 с.
- 43 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.
- 44 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.

- 45 Сиротенко О.Д. Имитационная система климат–урожай СССР // Метеорология и гидрология, № 4. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 67–73.
- 46 Сиротенко О.Д., Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Абашина Е.В., Павлова В.Н. Современные климатические изменения теплообеспеченности, увлажненности и продуктивности агроферы России // Метеорология и гидрология, №8, – М.: Росгидромет, 2007. – С. 90–103.
- 47 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.
- 48 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.
- 49 Республика Казахстан. Окружающая среда и экология. Т.3. Под ред. Медеу. А.Р. 2–е изд. – Алматы, 2010. – С. 366–367.
- 50 Официальный Интернет–ресурс Информационного портала акима Акмолинской области [электронный ресурс]. – 2015. – URL: <https://akmo.gov.kz> (дата обращения 15.06.2015).
- 51 Акмолинская область. Казахстан. Национальная энциклопедия. – Алматы: «Қазақ энциклопедиясы», 2004. Т.1. – 560 с.
- 52 Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. – М., 1963. – 572 с.
- 53 Николаев В.А. Ландшафты азиатских степей. Москва: Изд-во МГУ, 1999. – 288 с.
- 54 Официальный Интернет–ресурс Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Акмолинской области [электронный ресурс]. – 2014. – URL: [http://upr.akmol.kz/zjivotnij\\_mir.html](http://upr.akmol.kz/zjivotnij_mir.html) (дата обращения 14.03.2015).
- 55 Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть: учебник. – М.: Изд-во «Государственное издательство географической литературы», 1963. – 572 с.
- 56 Официальный Интернет – ресурс Реки и озера Казахстана [электронный ресурс]. – 2017. – URL: <http://visitkazakhstan.kz/ru/about/55/> (дата обращения 15.03.2015).
- 57 Официальный Интернет–ресурс Республиканского туристского портала [электронный ресурс]. 2014. – URL: <http://visitkazakhstan.kz> (дата обращения 05.08.2015).
- 58 Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 528 с.
- 59 Научно–прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 18. Казахская ССР. Книга 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 514 с.
- 60 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.
- 61 Журавлев Г.Г., Задде Г.О. Оценка ветроэнергетического потенциала Кемеровской области // Вестник Томского государственного университета. 2013. – № 376. – С. 175–181.
- 62 Дробышев А.Д., Пермяков Ю.В. Ветровая энергия и ее возможный вклад в ресурсосбережение и экологию Прикамья: учебное пособие. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1997. – 112 с.
- 63 Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / под ред. Н.В. Кобышевой и К.Ш. Хайруллина. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 320 с.
- 64 Республика Казахстан. Том 3: Окружающая среда и экология. Под ред. Медеу. А.Р. 2–е изд. – Алматы, 2010. – С. 134–147.
- 65 Почвы Казахской ССР. – Алма–Ата: Изд-во «Наука», 1983. – 238 с.
- 66 Почвенная карта Казахской ССР. Под редакцией У.У. Успанова. М–ба 1:2500000. – М.: Изд-во «ГУГК», 1976. – 2 с.

- 67 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.
- 68 Плодородие почв // Национальный атлас Республики Казахстан. Том 3: Окружающая среда и экология. – Алматы, 2006. – 85 с.
- 69 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.
- 70 Соколов А.А. Природные зоны Казахстана // Агрохимическая характеристика почв СССР. Казахстан и Челябинская область. – М.: Изд-во «Наука», 1968. – С. 9–24.
- 71 Дурасов А.М., Тазабеков Т.Т. Почвы Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – 152 с.
- 72 Берг Л.С. Географические зоны Советского Союза, учебное пособие. – Т. 2. – М.: Изд-во «Географгиз», 1952. – 510 с.
- 73 Дмитриевский Ю.Д. Природно-ресурсный потенциал и природно-ресурсное районирование // Географические исследования регионального природно-ресурсного потенциала. – Саранск, 1991. – С. 13–20.