

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ»

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ АКТЮБИНСКОЙ 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)
Габбасова М.С. (разделы 3, 4)
Жакиева А.Р. (разделы 2, 4)
Муканов Е.Н. (разделы 3, 5)
к.с-х.н. Жубанышева А.У. (раздел 8)
Чернов Д.А. (картографические материалы)

Агроклиматические ресурсы Актюбинской области: научно–прикладной справочник / Под ред. С.С. Байшоланова – Астана, 2017. – 136 с.

ISBN 978-601-7150-84-6

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 978-601-7150-84-6

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.....	56
3.3.5 Теплообеспеченность вегетационного периода.....	57
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.....	66
3.4.4 Влагообеспеченность вегетационного периода.....	68
3.4.5 Засушливость вегетационного периода.....	74
3.5 Биоклиматический потенциал.....	74
3.6 Режим влажности воздуха.....	78
3.7 Режим ветра.....	79
3.8 Температурный режим почвы.....	83
4 НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ПОГОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ.....	86
4.1 Засуха.....	86
4.2 Суховей.....	90
4.3 Заморозки.....	92
4.4 Гроза.....	94
4.5 Градобитие.....	95
4.6 Пыльные бури.....	96
4.7 Метели.....	96
5 КЛИМАТИЧЕСКИЕ СРОКИ ФАЗ РАЗВИТИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	97
5.1 Климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур.....	97
5.2 Климатические сроки созревания и начала уборки урожая ранних яровых зерновых культур.....	98
6 АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	103

7 ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ.....	112
7.1 Типы почв.....	112
7.2 Механический состав почв.....	123
8 ОСНОВНЫЕ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ.....	126
8.1 Яровые зерновые культуры.....	126
8.2 Зернобобовые культуры.....	129
8.3 Масличные культуры.....	130
8.4 Кормовые культуры.....	131
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	133

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 Актюбинской 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/м²;
- 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/м²);

$\sum S'$ – сумма прямой радиации на горизонтальную поверхность за какой-либо промежуток времени (Дж/м²);

$\sum D$ – сумма рассеянной радиации за тот же промежуток времени (Дж/м²).

По данным [2] величина ФАР за вегетационный период с температурой выше 10°C составляет по территории Казахстана от 24,5 МВт/м² (МДж/м²) (35 ккал/см²) на севере до 31,5 МВт/м² (45 ккал/см²) на юге.

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

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

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

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

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

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

Таким образом, агроклиматическими показателями радиационного режима являются:

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

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

1.2 Методы оценки ресурсов тепла

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

В качестве показателя термических ресурсов в агроклиматологии используются:

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

Суммой активных температур воздуха называется сумма среднесуточных температур воздуха за период с температурой выше указанного предела (5°C , 10°C , 15°C). Суммой эффективных температур воздуха называется сумма уменьшенных на указанный предел (5°C , 10°C , 15°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°C (ранние яровые), для поздних яровых культур – 10°C , а для теплолюбивых культур – 15°C . Например, для твердых сортов пшеницы биологическая минимальная температура воздуха, необходимая для формирования вегетативных органов равна 5°C , а для формирования генеративных органов – 12°C . Биологический минимум просо равен 12°C , хлопчатника и риса в начальные фазы развития равен 15°C , а в период созревания – 20°C [6, 8].

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 10°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°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 (ΣA_T) и гидротермическим коэффициентом (ГТК) в период активной вегетации, применительно к европейской части СНГ:

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

1.3 Методы оценки ресурсов влаги

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Для общей оценки условий увлажнения почвы применительно к растительности, ЗПВ (W) сопоставляются со значением наименьшей полевой влагоемкости ($W_{НПВ}$) почвы:

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

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

$$K = \frac{W_H + R}{\sum E_0} \quad (1.6)$$

где R – сумма осадков за вегетационный или межфазный периоды;
 $\sum E_0$ – сумма испаряемости за вегетационный или межфазный периоды;
 W_H – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы весной перед посевом.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$Dв = R_n/LP, \quad (1.10)$$

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

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

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

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

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

где P – среднегодовое количество осадков;

E_p – среднегодовое потенциальное суммарное испарение.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 1.1 – Критерии оценки увлажнения и засухи по SPI

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

Программа расчета SPI имеется в версии Windows/ПК и может быть загружена бесплатно. Последняя версия программы SPI (SPI_SL_6.exe), доступны по адресу: <http://drought.unl.edu/MonitoringTools/DownloadableSPIProgram.aspx>. Она была скомпилирована в C++ для ПК, и в нее включены все библиотеки [14].

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

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

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

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

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

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

1.4 Методы оценки неблагоприятных погодных явлений

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

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

Засуха

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

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

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

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

Надо отметить, что понятие «засуха» не применимо 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 поздневесенний и раннеосенний (май, сентябрь) периоды характеризуется отсутствием существенных осадков (менее 5 мм) за срок не менее 30 суток подряд при максимальной температуре воздуха выше 20°C и минимальной относительной влажности воздуха менее 40%. В южных регионах Казахстана минимальная относительная влажность воздуха должна составлять менее 35%.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Также для мониторинга атмосферно–почвенных засух можно использовать агрометеорологический коэффициент увлажнения (АКУ), включающий в себе ГТК и ЗПВ [20]. В России для 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] Байшолоновым С.С. была проведена оценка засухи по средней областной урожайности яровой пшеницы за 1966–2010 гг., на основе расчета показателя доли погоды в формировании урожая, по 8 основным зерносеющим областям Казахстана.

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

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

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

y – средняя областная урожайность, ц/га;

y_T – трендовое значение урожайности, ц/га;

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

100 – коэффициент для перевода на проценты.

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

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

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

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

Многолетняя практика показала, что для оценки засухи в условиях Казахстана наиболее подходящим является гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова, рассчитанный за период май–август (ГТК₅₋₈) [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 ГТК₅₋₈

ГТК ₅₋₈	Степень засушливости
< 0,40	Сильно засушливо
0,40 – 0,59	Умеренно засушливо
0,60 – 0,79	Слабо засушливо
≥ 0,8	Не засушливо

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

Суховей

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

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

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

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

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

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

Таблица 1.4 – Критерии оценки интенсивности суховея [25]

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

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

Заморозки

Заморозком называется понижение температуры воздуха или поверхности почвы (травостоя) до 0°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°C . Однако в период колошения они повреждаются уже при температуре минус 3°C , а во время цветения при минус 1°C . В фазе молочной спелости зерно зерновых культур повреждается при минус 2°C . По мере созревания устойчивость зерна к низким температурам возрастает;

- корнеплоды, прядильные и некоторые масличные культуры в начале развития выдерживают до минус 5°C , в фазе цветения до минус 2°C ;

- кукуруза, картофель, соя выносят температуру до минус 2°C , но в фазе цветения повреждаются уже при минус 1°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
Наиболее устойчивые к заморозкам						
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
Устойчивые к заморозкам						
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	–	–
Среднеустойчивые к заморозкам						
Люпин желтый	-4 – -5	-2 – -3	–	-6	-3	–
Соя	-3 – -4	-2	–	-4	-2	–
Редис	-4	–	–	-6	–	–
Могар	-3 – -4	-1 – -2	–	-4	-2	–
Малоустойчивые к заморозкам						
Кукуруза	-2 – -3	-1 – -2	-2 – -3	-3	-2	-3
Просо, сорго, картофель	-2	-2	-1 – -2	-2 – -3	-2 – -3	
Неустойчивые к заморозкам						
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°C); цветки (0°C)
Яблоня, груша, вишня, слива	закрытые бутоны (-4°C); цветки и плодовые завязи (-1°C до 2°C)
Черешня	бутоны и цветки (-2°C); плодовые завязи (-1°C)
Абрикос, персик	закрытые бутоны (-2°C); цветки (-3°C); плодовые завязи (-1°C)
Ягодники (малина, клубника)	цветки и завязи (-2°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 $10-15^{\circ}\text{C}$:
 - а) средняя высота снежного покрова в январе выше 40 см – перезимовка обеспечена;
 - б) средняя высота снежного покрова в январе ниже 40 см – перезимовка обеспечена при условии проведения мер снегонакопления.
- 3) со средней температурой января минус $5-10^{\circ}\text{C}$:
 - а) средняя высота снежного покрова в январе выше 20 см – перезимовка обеспечена;
 - б) средняя высота снежного покрова в январе ниже 20 см – перезимовка обеспечена при условии проведения мер снегонакопления.
- 4) со средней температурой января минус $0-5^{\circ}\text{C}$:
 - а) средняя максимальная высота снежного покрова ниже 50 см – нет выпревания;
 - б) средняя максимальная высота снежного покрова выше 50 см – возможно выпревание.

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

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

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

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

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

В таблице 1.7 даны критические значения температуры почвы на глубине узла кущения, приводящие к вымерзанию озимой пшеницы. Для определения возможности возделывания озимой пшеницы, в качестве оценочной критической температуры можно взять минус 18°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 [32];
- при низких температурах воздуха порядка минус 25 – минус 35°С благоприятная перезимовка возможна при высоте снежного покрова 25–35 см [32];
- для хорошей перезимовки озимых культур в южных регионах необходим снежный покров высотой около 20 см, в северных регионах – около 30 см (в суровые зимы до 40 см и более) [10];
- при наличии снежного покрова высотой более 13 см, посевы озимых зерновых культур защищены от морозов до -30°С, а при высоте снега 27 см неопасны морозы до -44°С (таблица 1.8) [31].

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

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

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

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

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

1.6 Методика агроклиматического зонирования

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

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

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

В агроклиматических справочниках первых выпусков (1958 г.) в основу агроклиматического районирования были положены ГТК за май–июль и сумма эффективных температур воздуха выше 10°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°C и сумма активных температур воздуха выше 10°C [25].

В последующем (2006 г.) агроклиматическом районировании территории Казахстана также были использованы ГТК за период с температурой выше 10°C и сумма активных температур воздуха выше 10°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°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 (ΣT_{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	ΣT_{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 (ΣT_{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	ΣT_{10} , °C
I	Умеренно влажная умеренно теплая	1,0–1,2	2000–2300
II	Слабовлажная умеренно теплая	0,8–1,0	2200–2500
III	а) Слабо засушливая умеренно теплая	0,6–0,8	2400–2500
	б) Слабо засушливая теплая		2500–3000
IV	а) Умеренно засушливая теплая	0,4–0,6	2500–3000
	б) Умеренно засушливая умеренно жаркая		3000–3500
V	а) Очень засушливая умеренно жаркая	0,2–0,4	3000–3500
	б) Очень засушливая жаркая		3500–4000
VI	а) Сухая жаркая	< 0,2	3500–4000
	б) Сухая очень жаркая		> 4000

1.7 Методика агроклиматического районирования сельскохозяйственных культур

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

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

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

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

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

По моменту начала вегетации и степени морозоустойчивости выделены на 7 видов: а) – озимые культуры высокой зимостойкости (озимая рожь); б) – озимые культуры средней зимостойкости (озимая пшеница); в) – озимые культуры низкой зимостойкости (озимая ячмень); 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 [34]. В результате районирования определяются зоны или территории, где можно возделывать определенную культуру и их сорта по почвенным и климатическим условиям.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Примечание: * – культуры неустойчивые к заморозкам

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

Посев сельскохозяйственных культур производится при достаточном прогреве почвы и достижении ее мягкопластичного состояния, когда среднесуточная температура воздуха уже переходит через 10°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°C . При этом для точности ее надо отсчитывать от даты завершения посева культуры.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

t – средняя температура воздуха за март.

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

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

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

где: t – средняя температура воздуха за апрель.

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

1.9 Методика определения сроков созревания ранних яровых зерновых культур

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

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

Таблица 1.18 – Суммы эффективных температур воздуха выше 5°C, необходимые для прохождения межфазных периодов, °С [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 [37].

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

1.10 Методика оценки биоклиматического потенциала территории

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

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

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

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

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

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

где БКП – относительные значения биоклиматического потенциала;

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

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

$\sum t_{ак(баз)}$ – 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 [41] предложила характеристику бонитета климата (при естественном увлажнении) рассчитывать по формуле:

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

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

ε – 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° .

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» [43–49].

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

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

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

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

1. Географическая широта пункта, для которого ведется расчет;
2. Агрогидрологические свойства почвы;
3. Влажность почвы в течение всего вегетационного периода;
4. Агрохимические свойства почвы (содержания щелочно-гидролизуемого азота и нитратов в мг/см² 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°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:

- БКП₁ – при естественном увлажнении почвы;
- БКП₂ – при достаточном увлажнении почвы;
- БКП₃ – при достаточном минеральном питании;
- БКП₄ – 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

Актюбинская область расположена в северо-западной части Казахстана. На севере область граничит с Оренбургской областью Российской Федерации, на западе – с Западно-Казахстанской и Атырауской областями, на юго-западе – с Мангыстауской областью, на юге – с Республикой Узбекистан, на юго-востоке – с Кызылординской и Карагандинской областями, на востоке – с Костанайской областью. Площадь территории области составляет 300,6 тыс. км². Протяженность области с севера на юг составляет около 700 км, с востока на запад – около 800 км.

В состав Актюбинской области входят 12 административных районов, областной центр – г. Актобе. Также имеются 8 городов, 4 поселка, 126 сельских (аульных) округов и 519 сел (таблица 2.1, рисунок 2.1) [50-51].

Таблица 2.1 - Административное деление Актюбинской области [51]

Район	Районный центр	Площадь, тыс. км ²
Актюбинск г.а.	г. Актюбинск	
Алгинский	г. Алга	7,1
Айтеке Би	с. Комсомольское	36,8
Байганинский	а. Карауылкельды	61,0
Ырғызский	а. Ырғыз	41,5
Каргалынский	а. Бадамша	5,0
Мартоковский	а. Марток	6,6
Мугалжарский	г. Кандыагаш	29,5
Ойылский	а. Ойыл	11,5
Темирский	п. Шубаркудык	12,6
Кобдинский	а. Кобда	14,0
Хромтауский	г. Хромтау	12,9
Шалкарский	г. Шалкар	62,2

Рельеф и геологическое строение

На территории Актюбинской области выделяются степная, сухостепная, полупустынная и пустынная природные зоны.

На рисунке 2.2 представлена физико-географическая карта Актюбинской области. Территория Актюбинской области характеризуется преобладанием холмисто-равнинных пространств – плато и возвышенных равнин.

На западе территория области граничит с Прикаспийской низменностью, на юге - плато Устюрт, на юго-востоке с Туранской низменностью, на севере с южными отрогами Уральских гор. Большая часть области представляет собой равнину, расчлененную долинами рек, высотой 100-200 м.

В средней части простираются горы Мугалжары с абсолютной отметкой 657 м (высшая точка гора Большой Бактыбай). На западе территории области расположено Подуральское плато, на юго-западе переходящее в Прикаспийскую низменность.

На юго-востоке расположены массивы бугристых песков - Приаральский Каракум и Улькен Борсык. На северо-востоке в Актюбинской области заходит Тургайское плато, изрезанное оврагами.

На юго-западе простирается чинк Донызтау и плато Шагырай. К чинку приурочены максимальные высоты плато - от 180-190 до 215 м.

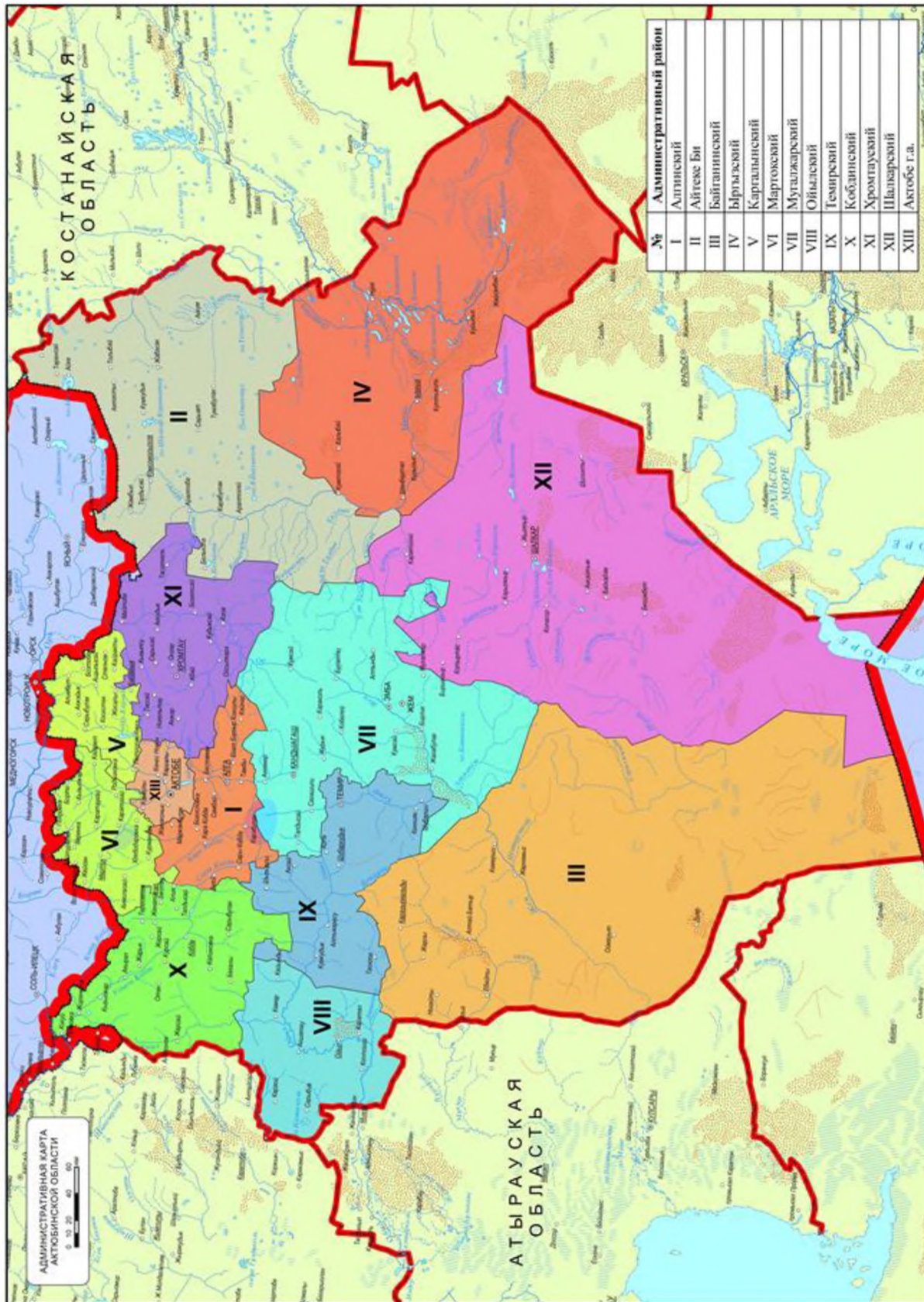


Рисунок 2.1 – Административно-территориальное деление Актыбинской области

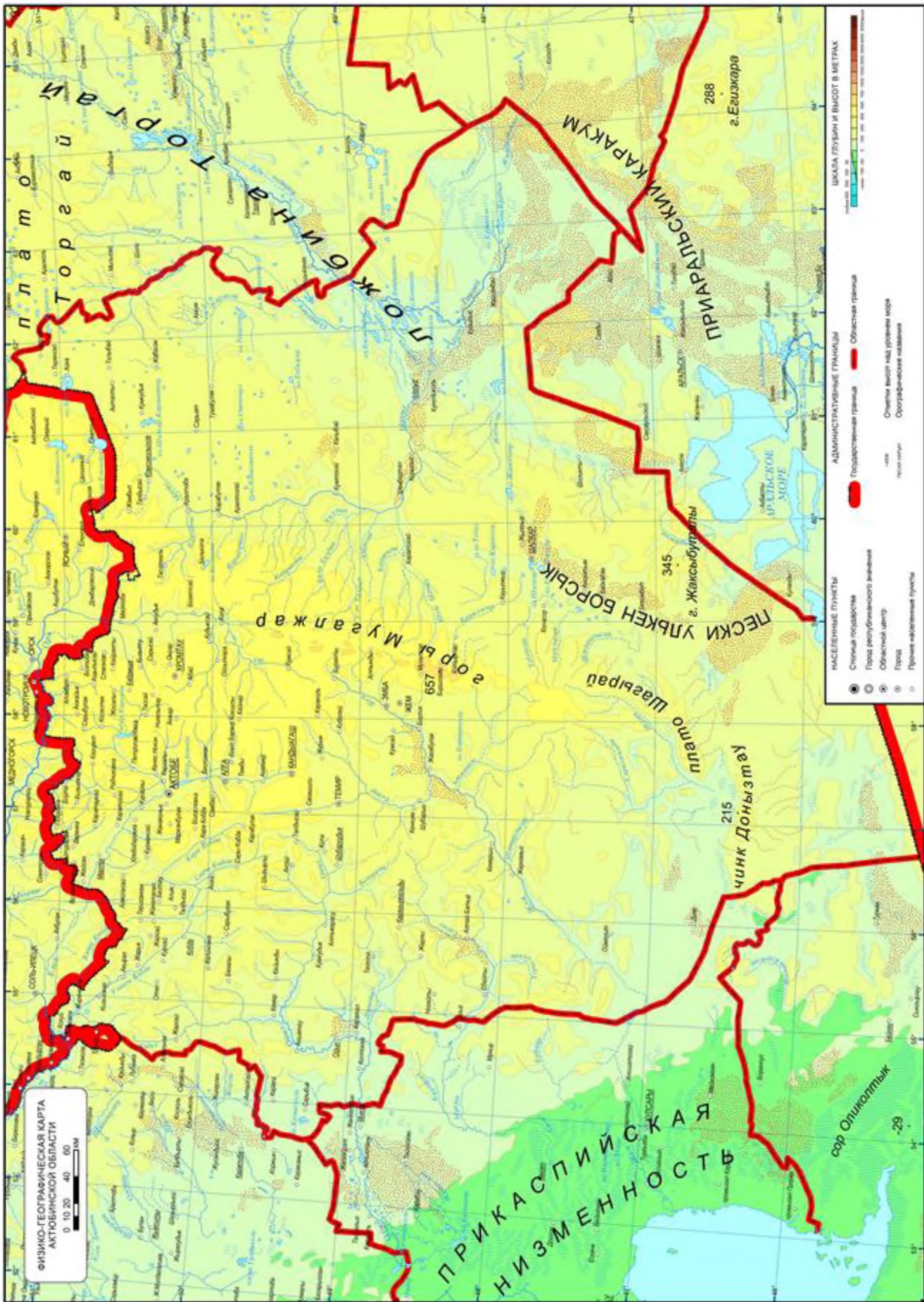


Рисунок 2.2 – Физико-географическая карта Актюбинской области

Среди аккумулятивных равнин наиболее широко развита наклонная делювиально-пролювиальная равнина «Предсыртового уступа». В северной половине района она начинается от подошвы высоких (30-80 м) денудационных уступов плато и полого, под углом в первые градусы, опускается к поверхности морской равнины Прикаспийской низменности или долинам рек Жайык и Илек [51, 52].

Вдоль южных склонов Общего Сырта полоса делювиально-пролювиальной равнины имеет ширину около 10 км, а на западных склонах Подуральского плато (Зауральские Сырты) еще больше – до 30 км.

Территория Актюбинской области расположена на стыке трех крупных геологических структур: Русской платформы, Туранской плиты и Уральской горноскладчатой области. Территория имеет сложное тектоническое и геологическое строение.

В геологическом отношении строение поверхности депрессии участвуют угленосные глины юры, преимущественно песчанистые морские и континентальные отложения мела и палеогена, глинистые и песчано-глинистые озерные отложения неогена. Участки с сохранившимся от последующего размыва покровом глин и суглинков верхнего плиоцена – нижнего плейстоцена рассматриваются как фрагменты аккумулятивной равнины. В остальных случаях – равнина денудационная на рыхлом основании.

Особенностью геоморфологического строения Восточного Мугалжар является ярусность рельефа. Верхняя, позднемеозойская поверхность выравнивания, фиксированная корой выветривания, располагается на абсолютной высоте 350-400 м. За счет ее размыва сформирован ярус на абсолютной высоте 290-340 м, где залегают отложения олигоцена [52]. В пределах 240-300 м абсолютной высоты, развита денудационная поверхность с пятнами песчано-глинистых отложений позднего миоцена – раннего плиоцена. И вдоль современных долин, на абсолютной высоте 180-250 м, прослеживается преимущественно аккумулятивная поверхность акчагыльского времени, которая соответствует днищам древних долин и частично погребена под четвертичными отложениями.

Денудационный рельеф Восточного Мугалжар формируется длительное время в относительно спокойных тектонических условиях, что способствует сохранению геоморфологических элементов различных эпох. Наиболее активное рельефообразование относится к позднему миоцену, раннему и особенно среднему плиоцену. Тогда на фоне поднятия Урала произошло перераспределение речной сети на его восточном склоне – она сменила меридиональное направление на широтное. В последующем этапы аккумуляции и денудации не были столь выраженными и существенно не изменили основной облик рельефа. Поверхность Замугалжарского пенеппена плавно снижается на юг и восток от 380-350 м до 250-230 м [52].

Слагающие равнину супеси и суглинки с примесью несортированных песков, гальки и щебня с размывом лежат на различных породах мела, палеогена, а также на акчагыльских и сыртовых глинах верхнего плиоцена. Поэтому началом их накопления считается раннечетвертичное время. С другой стороны, в этих отложениях на абсолютной высоте 50 м раннехвалынским морем выработаны сохраняющиеся поныне абразивные уступы высотой до 5-10 м.

Гидрография

Внутриматериковое положение исследуемой области и резко континентальный климат обусловили бедность поверхностными водами. Гидрографическая сеть области относится к бассейнам Каспийского и Аральского морей и к территориям, не имеющим местного стока. Все реки, за исключением Жайык, Торгай и Олькейек (Улькаяк), берут начало в пределах области.

Ресурсы поверхностных вод области оцениваются в $3,25 \text{ км}^3$ в средний по водности год, в том числе местный сток – $2,83 \text{ км}^3$ и маловодные годы – $0,65 \text{ км}^3/\text{год}$, в том числе местный сток – $0,41 \text{ км}^3$ [51].

В области насчитывается более 1700 озер, из которых 227 имеют площадь более 1 км². Наиболее крупные озера – Жарколь, Байтакколь и Курдым. Озера большей частью представляют собой бессточные мелководные водоемы, занимая блюдцеобразные понижения. В межгрядных ложбинах и долинах рек расположены удлиненные озера эрозионного происхождения. Озера, как и реки, питаются атмосферными осадками. В засушливые годы их уровень резко падает, а некоторые пересыхают совсем, а во влажные – сильно увеличиваются в объеме.

Все озера подвержены значительным колебаниям гидрологического режима, зависящего от водности рек Ыргыз и Торгай. Размеры, глубины озер зависят от степени заполнения их водой. Явление усыхания и полноводности носит циклический характер.

Все реки в пределах рассматриваемой территории, в условиях засушливой степи, играют большую роль как источник водоснабжения населенных пунктов, орошения земель и водопоя скота.

Главными реками области являются Сагиз (510 км), Кобда, Эмба (712 км), Улькайяк (349 км), Илек (623 км). В пределах по территории области протекают крупные реки Торгай (825 км), Ойыл (800 км), Жем (712 км), Ыргыз (593 км), Ор (314 км). Река Илек – левый приток р. Жайык (Урал) берет начало на приподнятых участках Подуральского плато. Длина реки 623 км, площадь водосбора 41,3 тыс. км². Река имеет двухстороннюю пойму, ширина в среднем течении от 0,7 до 1 км [51].

На реке Илек построено Актюбинское водохранилище полезной мощностью 220 млн. м³, предназначенное, главным образом, для орошения и водоснабжения.

Река Ойыл берет начало из родника на Урало-Эмбинском плато и заканчивается среди соров и множества озер в песчаных массивах Бийрюк и Тайсойган. Длина реки км, площадь водосбора 31,5 тыс. км². Ширина реки колеблется от 14 до 80 м, глубина от 0,5 до 3,0 м, скорость течения до 0,2 м/с [53].

К бассейну Аральского моря относится река Торгай с притоками Олькейек, Ыргыз, Телькара и множество временных водотоков. Гидрологический режим рек в летне-осенний и зимний периоды характеризуется маловодностью - многие реки летом пересыхают, а зимой - замерзают. Основной фазой водного режима рек является весеннее половодье, на которое приходится большая часть годового стока. Величина весеннего стока зависит от запасов воды в снеге перед началом таяния, осадков в период паводка, степени увлажнения почвы и глубины промерзания, интенсивности снеготаяния. По средним многолетним данным вскрытие рек наблюдается в конце марта – первой половине апреля. Вскрытие рек обычно сопровождается ледоходом (1-3 дня). Подъем уровней весеннего половодья происходит интенсивно. В течение 3-10 дней уровень воды достигает наибольшей высоты и держится не более 3 дней, затем начинается интенсивный спад в течение 4-12 дней. В начале мая наступает устойчивая межень.

Основой питания подземных вод региона являются горные территории и прилегающие к ним предгорные зоны, где обнажаются на поверхности или залегают на небольшой глубине проницаемые разности пород. Здесь распространены в основном пресные подземные воды. По мере погружения фундамента и водовмещаемых толщ происходит увеличение минерализации подземных вод до соленых и крепких рассолов [53].

Растительный покров и животный мир

Растительный покров исследуемой области разнообразен. В центральной части области проходит крупный ботанико-географический рубеж между степной и пустынной зоной. В соответствии с широтным делением климатических условий выделяется четыре подзональных типа растительности степей: засушливые, умеренно-сухие, сухие и опустыненные и два подзональных типа пустынь: остепненные и настоящие. Кроме того, широко представлены интразональные типы растительности в долинах рек, днищах оврагов, балок, солончаках.

Облик зональности, в том числе набор зональных полос, их конфигурация и широтная протяженность, обусловлен климатическими (нарастание аридности климата) и орографическими причинами (неоднородность рельефа, наличие хребтов, возвышенностей, впадин и др.). Все эти факторы определяют флористический и доминантный состав растительных сообществ, их пространственную структуру и динамику [52].

На крайнем севере области на черноземах распространены разнотравно-злаковая растительность, с большим количеством ковылей. На темно-каштановых почвах развита разнотравно-типчакково-ковыльная растительность, на солонцеватых почвах – ковыльно-типчакковое разнотравье, а на карбонатных почвах – разнотравно-ковыльное, с примесью полыней. В центральной части области на светло-каштановых почвах растительность составляет полынно-ковыльно-типчакковая, с примесью изеня. На юге области на бурых почвах распространены еркеково-ковыльно-полынная растительность, на солончаках – солянковая растительность (чий, кермек, шелковица, солерос и т.д.) [4].

Исследуемая область относится к двум рыбопромысловым районам: западная часть области относится к Урало-Каспийскому району, восточная – к Ыргыз-Торгайскому участку Аральского района. Ихтиофауна крупных рек, прудов и водохранилищ представлена главным образом промысловыми видами рыб.

В Саздинском водохранилище водится лещ, карась серебряный, щука, плотва, язь. К основным промысловым видам относятся - серебряный карась, щука, плотва. В Каргалынском водохранилище водятся щука, сазан, карась серебряный, лещ, окунь. Одним из основных промысловых видов является серебряный карась, сазан.

Видовой состав промысловой ихтиофауны Ыргыз-Торгайской системы озер представлен более чем 10 видами. Наиболее многочисленна сазан, серебряный и золотой карась, язь, плотва, лещ, линь и окунь. Как было выше изложено, рыбопромысловыми озерами являются озера Байтакколь, Кармакколь, Большой и Малый Жарколь, Тайпакколь, Малайдар, Букинколь и др., которые имеют большое рыбохозяйственное значение не только для Ыргызского района, но и для области в целом

В пустынной зоне фоновыми видами являются большая, гребенщикова и полуденная песчанки, желтый суслик, малый тушканчик, емуранчик, тарбаганчик, заяц толай, ушастый еж и др. [51].

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 Актыобинской области действуют 23 метеорологических станций (МС) РГП «Казгидромет» МЭ РК (рисунок 3.1). Для характеристики климатических условий области были использованы данные 19 метеорологических станций, имеющих непрерывный многолетний ряд наблюдений: Марток, Косестек, Родниковка, Комсомольское, Актобе, Акжар (Новороссийское), Кобда (Новоалексеевка), Акай (Ильинка), Карабутак, Баскудык, Темир, Ойыл, Нура, Эмба, Карауылкельды, Ыргыз, Мугалжар, Шалкар, Аяккум.

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 были положены коэффициент увлажнения (К) за вегетативно активный период (май–август) и сумма активных температур воздуха выше 10°C, осредненные за многолетний период.

Анализ распределения по территории Актыобинской области значений К за вегетативно активный период (май–август) и сумм активных температур воздуха выше 10°C, осредненные за многолетний период, позволил выделить на территории области 5 агроклиматических зон. При этом зоны IV и V по термическим условиям подразделяются на два: (а) и (б). Названия зон и предельные значения К и сумм температур приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Агроклиматические зоны на территории Актыобинской области

№	Название зоны	К	$\Sigma T_{10}, ^\circ\text{C}$
II	Слабовлажная умеренно теплая	0,8-0,9	2400-2650
III-б	Слабо засушливая теплая	0,6-0,8	2500-3000
IV-а	Умеренно засушливая теплая	0,4-0,6	2700–3000
IV-б	Умеренно засушливая умеренно жаркая	0,4-0,6	2800-3400
V-а	Очень засушливая умеренно жаркая	0,2-0,4	3200–3500
V-б	Очень засушливая жаркая	0,2-0,4	3400-3800
VI-а	Сухая жаркая	< 0,2	3800-3900

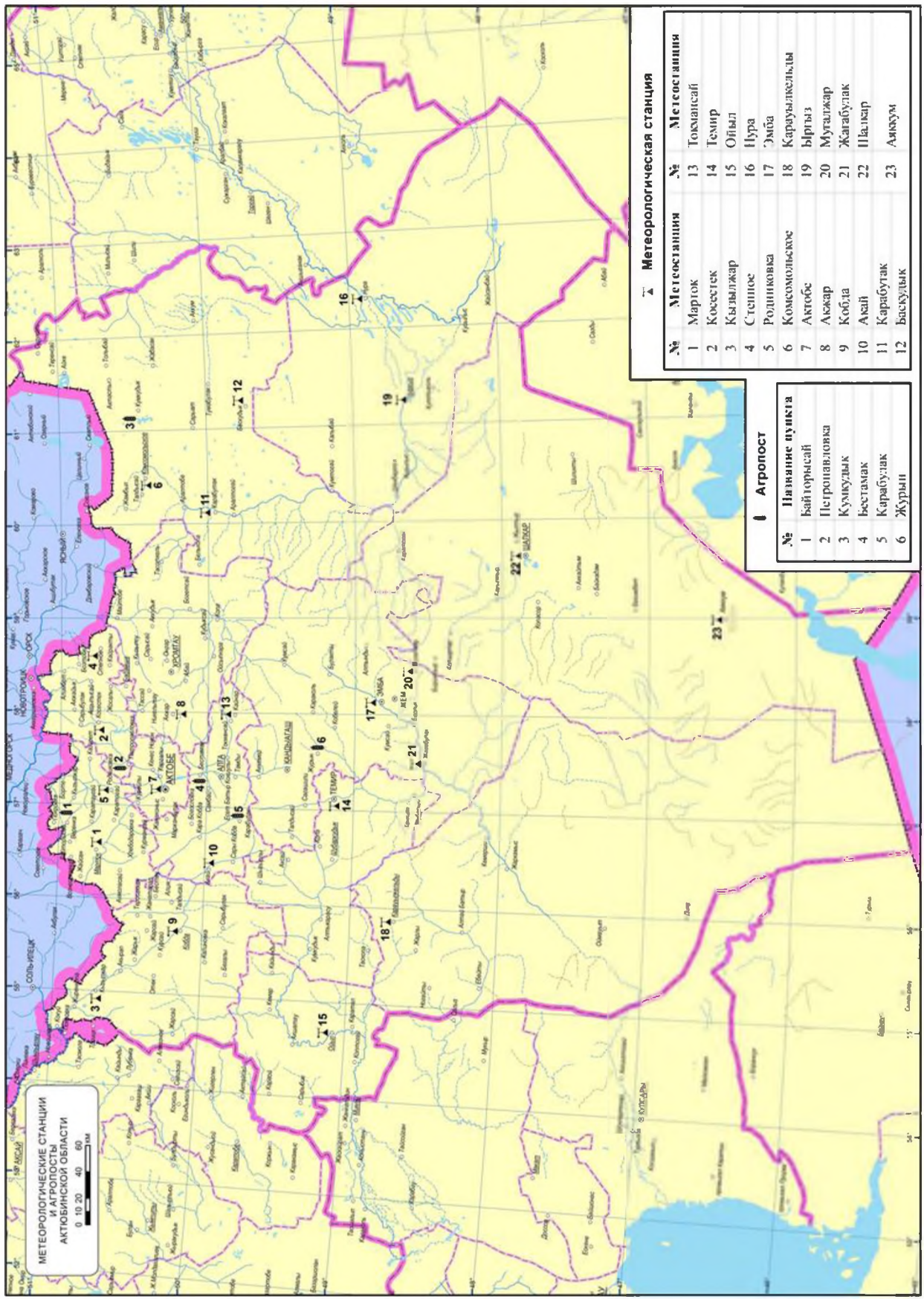


Рисунок 3.1 – Метеорологические станции Актюбинской области

В таблице 3.2 приведена принадлежность административных районов Актюбинской области к той или иной агроклиматической зоне.

Таблица 3.2 – Принадлежность административных районов к агроклиматическим зонам

Агроклиматические зоны	Административный район (районный центр)
II. Слабо влажная умеренно теплая	Крайний север области: – северо-восточная часть Мартоковского района (с. Марток); – северо-западная часть Каргалынского района (с. Бадамша).
III-б. Слабо засушливая теплая	Северная часть области: – юго-западная часть Мартоковского района (с. Марток); – юго-восточная часть Каргалынского района (с. Бадамша). – северо-восточная половина Кобдинского района (с. Кобда); – территория а.г. Актобе; – Хромтауский район, за исключением юго-восточной части (г. Хромтау); – Алгинский район, за исключением его юго-западной окраины (г. Алга); – северная и северо-западная окраина района Айтеке Би (с. Комсомольское).
IV-а. Умеренно засушливая теплая IV-б. Умеренно засушливая умеренно жаркая	Центральная часть области: – район Айтеке Би, кроме его северо-западной окраины; – южная окраина Хромтауского района (г. Хромтау); – северная часть Мугалжарского района (г. Кандыагаш); – юго-западная окраина Алгинского района (г. Алга); – южная часть Мугалжарского района (г. Кандыагаш); – Темирский район (п. Шубаркудык); – Ойылский район (п. Ойыл); – юго-западная половина Кобдинского района (с. Кобда); – северо-западная часть Ыргызского района (с. Ыргыз); – северная окраина Шалкарского района (г. Шалкар); – северная окраина Байганинского района (с. Карауылкельды).
V-а. Очень засушливая умеренно жаркая V-б. Очень засушливая жаркая	Южная и юго-восточная части области: – центральная часть Ыргызского района (с. Ыргыз). – южная часть Ыргызского района (с. Ыргыз). – центральная и южная части Шалкарского района (г. Шалкар); – центральная и южная части Байганинского района (с. Карауылкельды).
VI-б. Сухая жаркая	Крайний юг области: – южная окраина Байганинского района (с. Карауылкельды); – южная окраина Шалкарского района (г. Шалкар).

На рисунке 3.2 представлена карта агроклиматического зонирования Актюбинской области.

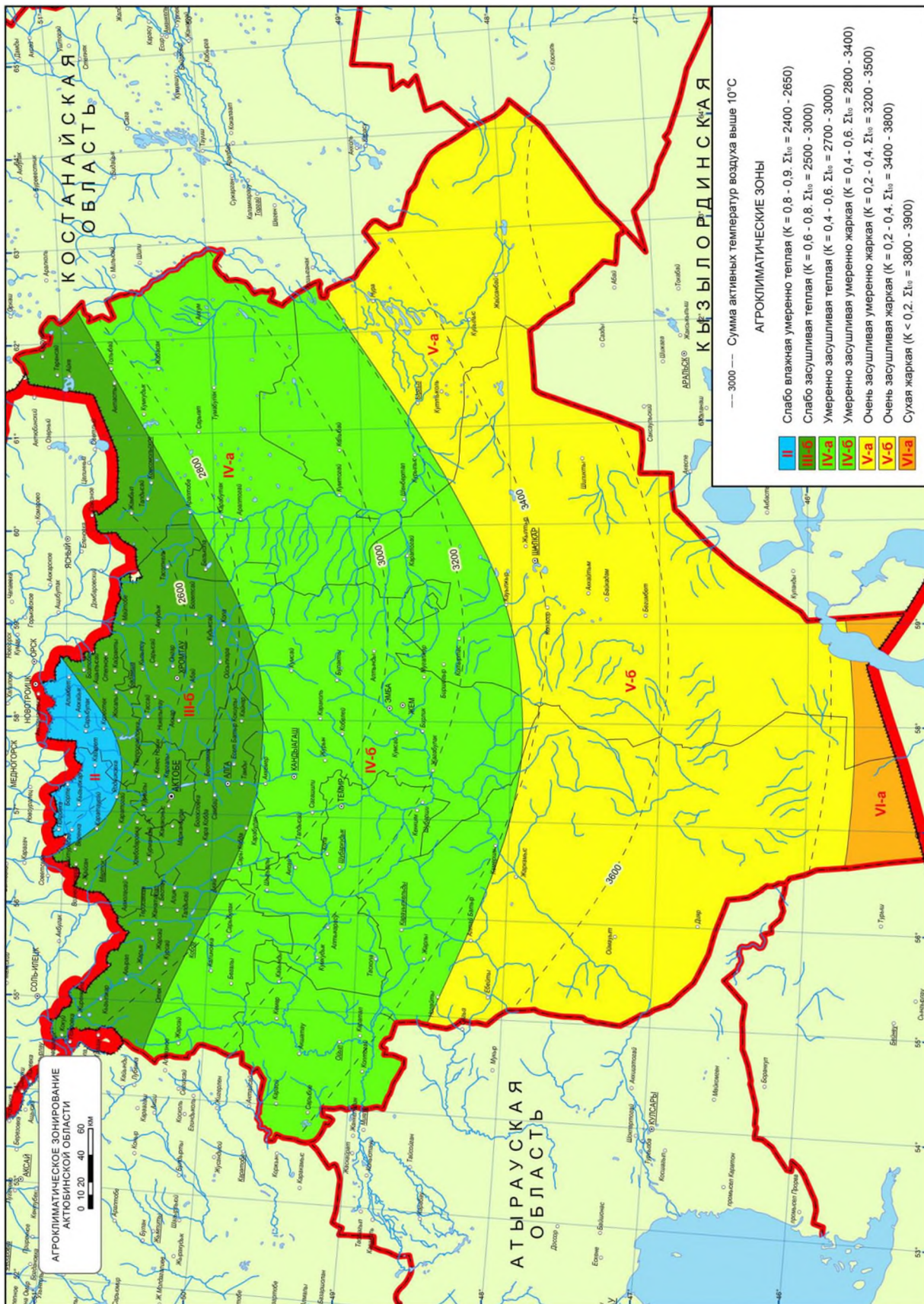


Рисунок 3.2 – Агроклиматическое зонирование территории Актыбинской области

Зона II – «Слабовлажная умеренно теплая» занимает небольшую территорию в северной окраине области (Родниковка, Косестек). Зона характеризуется коэффициентом увлажнения $K = 0,8-0,9$ и суммой температур выше 10°C в пределах $2400-2650^{\circ}\text{C}$.

Зона III-б – «Слабо засушливая теплая» также находится в северной части области, характеризуется значением $K = 0,6-0,8$ и суммой температур выше 10°C в пределах $2600-2900^{\circ}\text{C}$.

Зона IV-а – «Умеренно засушливая теплая» занимает восточную часть центральной полосы области, характеризуется значением $K = 0,4-0,6$ и суммой температур выше 10°C в пределах $2700-3000^{\circ}\text{C}$. Зона IV-а плавно переходит в зону IV-б.

Зона IV-б – «Умеренно засушливая умеренно жаркая» занимает центр и запад центральной полосы области, характеризуется значением $K = 0,4-0,6$ и суммой температур выше 10°C в пределах $2800-3400^{\circ}\text{C}$.

Зона V-а – «Очень засушливая умеренно жаркая» занимает юго-восточную часть области, характеризуется значением $K = 0,2-0,4$ и суммой температур выше 10°C в пределах $3200-3500^{\circ}\text{C}$. Зона V-а плавно переходит в зону V-б.

Зона V-б – «Очень засушливая жаркая» занимает южную и юго-западную часть области, характеризуется значением $K = 0,2-0,4$ и суммой температур выше 10°C в пределах $3400-3800^{\circ}\text{C}$.

Зона VI-а – «Сухая жаркая» занимает самую южную окраину области, характеризуется значением $K < 0,2$ и суммой температур выше 10°C в пределах $3800-4000^{\circ}\text{C}$.

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 $\text{кВт}/\text{м}^2$ (или $\text{кДж}/\text{м}^2$). 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 (S_0). Принято считать $S_0 = 1,367 \text{ кВт}/\text{м}^2$, с ошибкой $\pm 0,3\%$ [54].

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 $\text{МДж}/\text{м}^2$.

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 $S_{\text{ум}} \approx 1,02 \text{ кВт}/\text{м}^2$. 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 – $1,367 \text{ кВт}/\text{м}^2$.

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 Актюбинской области измерение интенсивности солнечной радиации проводился только на МС Темир (ранее Теректы), расположенной в центральной части области [55]. Соответственно ее данные были использованы для характеристики солнечного излучения. Годовая сумма суммарной солнечной радиации ($\sum Q$) составляет $6900 \text{ МДж}/\text{м}^2$ при ясном небе и $5282 \text{ МДж}/\text{м}^2$ 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 $184 \text{ МДж}/\text{м}^2$ в декабре до $945 \text{ МДж}/\text{м}^2$ в июне.

Таблица 3.3 – Месячная и годовая сумма суммарной радиации при ясном небе ($\Sigma Q_{\text{я}}$) и при средних условиях облачности ($\Sigma Q_{\text{со}}$), МДж/м² [55]

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Темир													
$\Sigma Q_{\text{я}}$	228	332	596	730	901	945	926	781	592	433	252	184	6900
$\Sigma Q_{\text{со}}$	169	264	431	557	715	743	746	653	472	280	138	114	5282

В области продолжительность солнечного сияния измеряется на МС Актобе и МС Ырғыз, расположенные в северной части и на востоке центральной части области.

В среднемноголетнем на территории Актюбинской области годовое количество часов с солнечным сиянием (SS) составляет 2326-2767 часов, т.е. в среднем за год солнце сияет в течение 7,2-8,2 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
МС Актобе													
Суммарное солнечное сияние (SS), час	77	118	167	223	306	328	332	292	221	134	73	55	2326
Солнечное сияние за день, час	3,9	5,4	6,5	8,4	10,2	11,0	10,8	9,5	7,7	5,1	4,0	3,4	7,2
Число дней без солнца, дни	12	7	6	3	1	0,3	0,3	0,4	1	5	12	15	64
МС Ырғыз													
Суммарное солнечное сияние (SS), час	114	148	198	259	329	349	365	338	277	184	105	101	2767
Солнечное сияние за день, час	5,0	6,4	7,4	9,1	10,8	11,7	11,8	11,0	9,4	6,7	4,9	4,7	8,2
Число дней без солнца	9	5	4	2	0,5	0,2	0,1	0,2	0,6	4	9	10	44

Самыми солнечными месяцами являются май, июнь и июль, когда в среднем солнце сияет в течение дня на МС Актобе 10,2-11,0 часов, а на МС Ырғыз 10,8-11,8 часов. К зиме продолжительность солнечного сияния сокращается, достигая минимума 3,4-4,7 часов в сутки в декабре. Солнце сияет более 7 часов в сутки в северной половине области 6 месяцев подряд, с апреля по сентябрь, а в южной половине – 7 месяцев, с марта по сентябрь.

В течение года число дней без солнца растет от лета к зиме и их количество за год составляет на севере 64 часов, на юге - 44 часа. В среднем бывают солнечными на севере три летние месяца, на юге – 5 месяцев. Количество дней без солнца более 10 дней за месяц наблюдается в зимние месяцы.

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/м² [9]. Согласно приведенным данным в таблице 3.5, поступающая солнечная радиация является технически приемлемой для получения электрической энергии при средних условиях облачности с середины апреля до середины сентября, а при условии ясного неба - с марта по сентябрь.

Таблица 3.5 – Интенсивность суммарной солнечной радиации при ясном небе ($Q_{\text{я}}$) и при средних условиях облачности ($Q_{\text{со}}$) в полуденное время, кВт/м² [55]

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
МС Темир												
$Q_{\text{я}}$	0,37	0,53	0,73	0,83	0,90	0,94	0,91	0,82	0,71	0,55	0,41	0,32
$Q_{\text{со}}$	0,29	0,44	0,55	0,64	0,73	0,73	0,73	0,70	0,57	0,38	0,23	0,21

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 использовался 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 ($\sum Q_{\text{Ф(я)}}$) и при средних условиях облачности ($\sum Q_{\text{Ф(со)}}$).

Как видно из таблицы 3.6 месячные суммы ФАР при средней облачности в вегетативно активный период (май - август) составляет 314-358 МДж/(м²·мес). Максимальное значение ФАР наблюдается в июне. В сентябре, в период полного созревания и уборки зерновых культур ФАР при естественных условиях составляет 227 МДж/(м²·мес).

ФАР при ясном небе характеризует ее максимально возможное значение. ФАР при ясном небе в июне достигает 431 МДж/(м²·мес). Указанные значения ФАР являются достаточными для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Таблица 3.6 – Среднегодовое месячные суммы ФАР, МДж/(м²·мес)

Показатель	V	VI	VII	VIII	IX
МС Темир					
$\sum Q_{\text{Ф(я)}}$	413	431	421	355	269
$\sum Q_{\text{Ф(со)}}$	343	357	358	314	227

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

Актюбинская область находится в пределах 45,2-51,1° северной широты. В период активной вегетации растений (май-август) длина светового дня на севере Актюбинской области составляет 14,5-16,5 часов, а на юге – 14,5-15,5 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
51°	14:45	15:28	16:13	16:31	16:29	16:07	15:23	14:38
46°	14:19	14:56	15:29	15:44	15:42	15:25	14:49	14:12

Ист.: <http://planetcalc.com/300/>

Для характеристики продолжительности солнечного сияния в вегетационный период были использованы данные МС Актобе и Ыргыз. С мая по август месяцы в среднем за месяц солнце сияет в течение 9,5–11,8 часов в сутки. При этом в среднем за месяц 1 день бывает без солнца (таблица 3.8).

Таким образом, в Актюбинской 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
МС Актобе				
Солнечное сияние за день, час	10,2	11,0	10,8	9,5
Число дней без солнца, сутки	1	0,3	0,3	0,4
МС Ыргыз				
Солнечное сияние за день, час	10,8	11,7	11,8	11,0
Число дней без солнца, сутки	0,5	0,2	0,1	0,2

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 Актобинской области в целом свойственно широтное распределение температуры воздуха. Средняя годовая температура воздуха по территории области меняется от 3,6°C на МС Косестек до 8,3°C на МС Аяккум. Среднемесячная температура воздуха достигает наибольшего значения в июле, а наименьшего – в январе (юг) и феврале (север).

В области лето достаточно жаркое, а зима умеренно холодная. Средняя за июль температура воздуха растет с севера на юг от 20,6 до 26,6°C, а средняя за январь – уменьшается с севера на юг от минус 13,7 до минус 10,1°C (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
Марток	-12,2	-12,4	-5,4	7,1	15,1	20,8	22,5	20,8	13,9	5,7	-3,2	-9,7	5,3
Косестек	-13,7	-13,8	-6,9	5,3	13,4	19,1	20,6	18,8	12,1	4,2	-4,6	-11,2	3,6
Родниковка	-12,9	-13,0	-6,6	5,3	13,8	19,3	20,9	19,5	12,9	4,8	-4,4	-10,5	4,1
Комсомольское	-14,7	-14,5	-7,6	5,8	14,5	20,6	22,2	20,4	13,4	4,9	-4,7	-12,0	4,0
Актобе	-12,5	-12,4	-5,3	7,3	15,2	21,1	22,8	20,9	14,0	5,8	-3,1	-9,7	5,3
Акжар	-13,8	-13,9	-7,2	5,4	13,8	19,7	21,2	19,6	12,9	4,6	-4,8	-11,1	3,9
Кобда	-11,8	-11,9	-4,8	8,0	15,9	21,6	23,5	21,6	14,7	6,2	-2,6	-9,1	5,9
Акай	-12,0	-12,2	-5,1	7,6	15,4	21,3	23,2	21,4	14,4	6,0	-2,7	-9,2	5,7
Карабутак	-14,6	-14,4	-7,3	6,4	14,8	21,0	22,7	20,9	13,9	5,4	-4,0	-11,6	4,4
Баскудык	-14,7	-14,7	-7,4	6,6	15,3	21,6	23,2	21,4	14,3	5,7	-4,0	-11,6	4,6
Темир	-12,1	-12,2	-5,0	7,9	15,7	21,9	23,9	22,1	14,9	6,3	-2,6	-9,2	6,0
Ойыл	-10,5	-10,8	-3,2	9,3	16,9	23,0	25,1	23,3	16,2	7,3	-1,4	-7,9	7,3
Нура	-13,6	-13,5	-5,1	9,0	17,4	23,7	25,1	23,1	15,8	7,1	-2,5	-10,3	6,4
Эмба	-12,3	-12,5	-4,9	8,1	15,9	22,4	24,2	22,4	15,2	6,5	-2,6	-9,5	6,1
Карауылкельды	-11,0	-11,2	-3,8	8,9	16,5	22,8	24,8	23,1	15,9	7,2	-1,7	-8,2	7,0
Ыргыз	-13,4	-13,2	-5,1	9,1	17,2	23,5	25,2	23,4	16,1	7,2	-2,4	-10,1	6,5
Мугалжар	-11,6	-11,6	-4,8	7,8	15,6	22,0	23,8	22,3	15,2	6,4	-2,9	-9,0	6,1
Шалкар	-12,8	-12,9	-4,5	9,2	17,0	23,5	25,5	23,5	15,9	7,0	-2,2	-9,7	6,6
Аяккум	-10,1	-9,9	-1,5	10,4	18,1	24,4	26,6	24,6	16,9	8,0	-0,6	-7,3	8,3

На рисунке 3.3 представлен годовой ход температуры воздуха в северной, центральной и южной частях области. Средняя месячная температура воздуха в течение года колеблется от минус 14°C до 27°C. Значительная разница температуры воздуха между регионами области сохраняется в течение всего года (рисунок 3.3).

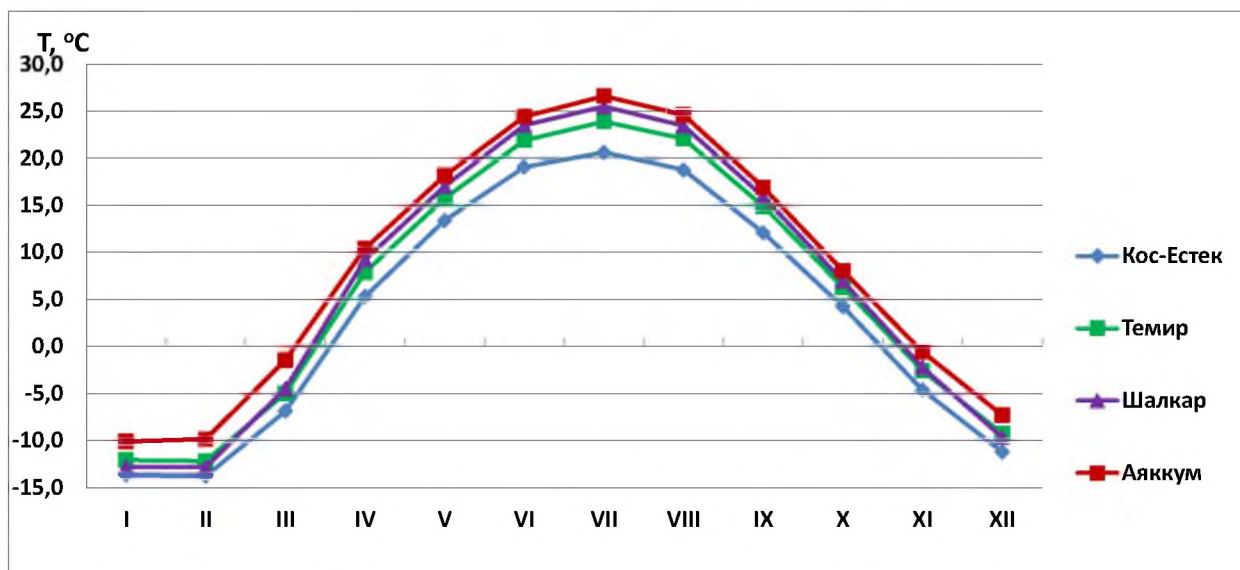


Рисунок 3.3 – Годовой ход средних месячных температур воздуха

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

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

Согласно значений коэффициента вариации, многолетний ряд средней за зиму температуры воздуха по Актыобинской области является достаточно однородным (19%), а средней за лето – абсолютно однородным (6%) (таблица 3.10). Это означает, что температурный режим (погодные условия) зимы более изменчив из года в год, чем температурный режим лета.

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

Характеристика	Лето	Зима
Средняя, °C	22,3	-11,7
Медиана, °C	22,3	-11,9
Мода, °C	20,2	-13,5
Ср. кв. отклонение, °C	1,3	2,2
Кэф. вариации, %	6	19

Исследования показали, что повторяемость относительно жаркого лета составляет 18%, прохладного лета - 18%, а нормального для данной местности лета - 64% (таблица 3.11). Особенно жаркими были лето 2010 и 2012 годов.

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

Характеристика лета	Р, %	Вероятность повторения за 10 лет
Жаркое лето	18	2 года
Прохладное лето	18	2 года
Нормальное лето	64	6 лет

Повторяемость относительно теплой зимы составляет 16%, относительно холодной зимы - 18%, а нормальной для данной местности зимы - 66% (таблица 3.12).

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

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

Характеристика зимы	Р, %	Вероятность повторения за 10 лет
Теплая зима	16	2 года
Холодная зима	18	2 года
Нормальная зима	66	6 лет

Таким образом, в Актюбинской области относительно жаркое лето наблюдается в 2 годах из 10 лет, прохладное лето - также 2 раза в 10 лет, относительно теплая и относительно холодная зима наблюдаются по 2 раза за 10 лет. Нормальное, т.е. обычное для данной области лето устанавливается в 6 годах из 10 лет, а обычная зима – также в 6 годах из 10 лет.

Максимальная и минимальная температура воздуха

Значения средних месячных максимальных (t_{\max}) и минимальных (t_{\min}) температур воздуха характеризуют температурный режим самой теплой и самой холодной времени суток. Например, в среднем в июле месяце после полудня температура воздуха в Косестек (север области) достигает $28,1^{\circ}\text{C}$, а ночью опускается до $12,9^{\circ}\text{C}$. На МС Аяккум, расположенной на юге области в июле месяце днем температура воздуха в среднем достигает $34,0^{\circ}\text{C}$, а ночью опускается до $18,5^{\circ}\text{C}$.

В январе в течение суток температура воздуха в Косестек в среднем колеблется от минус $9,3^{\circ}\text{C}$ днем до минус $18,2^{\circ}\text{C}$ ночью, а в Аяккуме – от минус $5,8^{\circ}\text{C}$ днем до минус $14,0^{\circ}\text{C}$ ночью. Суточный размах температуры воздуха (Δt_c) уменьшается от лета к зиме. Например, суточный размах температуры в июне составляет $15,7^{\circ}\text{C}$, а в январе – $8,2-8,9^{\circ}\text{C}$ (таблица 3.13).

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

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Косестек													
t_{\max}	-9,3	-8,7	-2,1	11,7	20,9	26,6	28,1	26,8	20,1	10,7	-0,6	-6,9	9,8
t_{\min}	-18,2	-18,5	-11,4	-0,5	5,6	10,9	12,9	10,9	4,9	-1,2	-8,3	-15,5	-2,4
Δt_c	8,9	9,8	9,3	12,3	15,3	15,7	15,2	15,9	15,2	11,9	7,8	8,6	12,2
МС Аяккум													
t_{\max}	-5,8	-4,7	4,0	17,5	25,5	31,9	34,0	32,3	24,9	15,5	4,3	-3,1	14,7
t_{\min}	-14,0	-14,1	-5,8	4,1	10,7	16,2	18,5	16,4	9,1	1,9	-4,5	-10,9	2,3
Δt_c	8,2	9,4	9,8	13,5	14,8	15,7	15,5	15,9	15,8	13,6	8,7	7,8	12,4

Абсолютная максимальная по области температура воздуха 47°C была зафиксирована в июне 2014 года на МС Акай. Температура воздуха 45°C наблюдалась в июле на МС Родниковка (1995 г.), Кобда (1940 г.), Баскудык (1984 г.) и Ыргыз (1984 г.).

Абсолютная минимальная по области температура воздуха минус 49°C была зафиксирована в январе 1940 года на МС Актобе. Также в феврале 1969 года на МС Мугаджар была зафиксирована минус 47°C.

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°C, а для формирования генеративных органов – 12°C. Биологический минимум просо равен 12°C, хлопчатника и риса в начальные фазы развития равен 15°C, а в период созревания – 20°C [8]. Надо отметить, что для зерновых культур оптимальной является дневная температура воздуха в пределах 20-25°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 12-14°C содержание белка в зернах яровой пшеницы может достигать 18-20% и более [10].

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

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

В Актюбинской области средняя за июнь температура воздуха составляет 19,1–24,4°C. Днем температура воздуха на севере области (МС Косестек) достигает 26,6°C, а ночью опускается до 10,9°C. На юге области (МС Аяккум) днем температура воздуха в среднем достигает 31,9°C, а ночью опускается до 16,2°C. При этом в июне в среднем суточный размах температуры воздуха (Δt_c) по территории области колеблется в пределах 10,9–17,2°C (таблица 3.14).

В области средняя за июль температура воздуха растет с севера на юг от 20,6 до 26,6°C. Днем после полудня температура воздуха на севере области (с. Косестек) достигает 28,1°C, а ночью опускается до 12,9°C. На юге области (с. Аяккум) после полудня температура воздуха в среднем достигает 34,0°C, а ночью опускается до 18,5°C. При этом суточный размах температуры воздуха (Δt_c) в июле в среднем по территории области колеблется в пределах 12,9 - 18,8°C.

В августе средняя температура воздуха по территории области составляет 18,8-24,6°C. Днем после полудня температура воздуха на севере области (с. Косестек) достигает 26,8°C, а ночью опускается до 10,9°C. На юге области (с. Аяккум) после полудня температура воздуха в среднем достигает 32,3°C, а ночью опускается до 16,4°C. При этом в августе в среднем суточный размах температуры воздуха (Δt_c) по территории области колеблется в пределах 12,6-15,9°C.

Таким образом, суточный размах температуры воздуха колеблется с севера на юг от 12,3°C до 15,9°C, что предполагает достаточно высокое качество урожая зерновых и бобовых культур. При таких условиях содержание белка в зернах пшеницы бывает от 14 до 20% и более.

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 (Δt_c), °С

НП (МС)	Июнь				Июль				Август			
	$t_{\text{ср}}$	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	Δt_c	$t_{\text{ср}}$	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	Δt_c	$t_{\text{ср}}$	$t_{\text{макс}}$	$t_{\text{мин}}$	Δt_c
Марток	20,8	28,1	13,6	14,5	22,5	29,8	15,6	14,2	20,8	28,3	13,7	14,7
Косестек	19,1	26,6	10,9	15,7	20,6	28,1	12,9	15,2	18,8	26,8	10,9	15,9
Родниковка	19,3	25,8	13,2	12,6	20,9	27,4	15,1	12,3	19,5	26,2	13,6	12,6
Комсомольское	20,6	27,8	13,5	14,3	22,2	29,0	15,6	13,4	20,4	27,7	13,6	14,1
Актобе	21,1	28,5	13,5	14,9	22,8	30,1	15,7	14,4	20,9	28,6	13,8	14,8
Акжар	19,7	26,7	12,9	13,7	21,2	28,2	14,6	13,6	19,6	26,9	13,0	13,9
Кобда	21,6	28,6	14,7	14,0	23,5	30,3	16,6	13,7	21,6	28,8	14,8	14,0
Акай	21,3	28,9	13,8	15,2	23,2	30,6	15,8	14,8	21,4	29,2	14,0	15,2
Карабутақ	21,0	28,5	13,4	15,1	22,7	29,9	15,6	14,3	20,9	28,6	13,7	14,8
Баскудык	21,6	28,8	14,2	14,6	23,2	30,2	16,3	13,9	21,4	28,7	14,5	14,2
Темир	21,9	29,2	14,4	14,8	23,9	31,1	16,6	14,4	22,1	29,7	14,7	15,0
Ойыл	23,0	30,2	15,9	14,3	25,1	32,1	18,2	13,8	23,3	30,5	16,2	14,3
Нура	23,7	30,6	17,2	13,4	25,1	31,8	18,8	13,1	23,1	30,3	16,5	13,8
Эмба	22,4	29,7	14,8	14,9	24,2	31,4	16,9	14,6	22,4	30,0	15,0	15,0
Карауылкельды	22,8	29,5	16,5	13,0	24,8	31,4	18,6	12,7	23,1	29,9	16,9	13,0
Ыргыз	23,5	30,8	15,9	14,9	25,2	32,2	17,9	14,3	23,4	30,7	15,9	14,8
Мугалжар	22,0	28,3	16,0	12,3	23,8	30,0	17,9	12,1	22,3	28,6	16,4	12,2
Шалкар	23,5	31,2	15,4	15,8	25,5	33,1	17,7	15,4	23,5	31,4	15,6	15,9
Аяккум	24,4	31,9	16,2	15,7	26,6	34,0	18,5	15,5	24,6	32,3	16,4	15,9

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 Актюбинской области средняя температура воздуха в январе составляет в пределах минус 10,1 - минус 13,7°С. Средняя месячная ночная минимальная температура воздуха по территории области составляет минус 14,0 - минус 18,9°С. Высота снежного покрова в январе составляет в северной части – 20-42 см, в центральной части – 10-20 см, а на крайнем юге – менее 10 см. Высота снега менее 20 см не обеспечивает хорошую теплоизоляцию от низких температур воздуха. Средняя максимальная температура воздуха составляет минус 8,0 – минус 10,8°С, а на юге - минус 5,8°С. Зимой в южной половине области вероятны оттепели. В малоснежные годы в условиях низких температур воздуха ветры со средней скоростью 2,6-5,2 м/с являются угрозой 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 9,9 - минус 14,7°С, ночная минимальная температура воздуха - минус 14,1 - минус 18,8°С. Снежный покров имеет высоту более 25 см на севере, 15-25 см в центре, менее 10 см на юге области. Средняя максимальная температура воздуха составляет минус 4,7 – минус 10,1°С. В южной половине области также вероятны оттепели. В малоснежные годы угрозу для перезимовки озимых

зерновых культур вызывает ветер, дующий со средней скоростью 2,6-5,9 м/с (таблица 3.15). Таким образом, условия зимних месяцев не везде предполагают хорошую перезимовку озимых зерновых культур.

Таблица 3.15 – Средняя месячная (t_{cp}), средняя максимальная (t_{max}) и средняя минимальная (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
Марток	-12,2	-8,1	-16,2	25	2,6	-12,4	-7,7	-16,6	32	2,8
Косестек	-13,7	-9,3	-18,2	35	2,9	-13,8	-8,7	-18,5	46	3,2
Родниковка	-12,9	-9,6	-16,4	42	4,4	-13,0	-9,3	-16,6	63	4,7
Комсомольское	-14,7	-10,8	-18,8	26	3,9	-14,5	-10,1	-18,8	34	4,3
Актобе	-12,5	-8,3	-16,7	24	2,6	-12,4	-7,5	-16,8	32	2,6
Акжар	-13,8	-9,9	-17,6	29	3,6	-13,9	-9,5	-17,9	36	4,0
Кобда	-11,8	-7,9	-15,8	19	2,5	-11,9	-7,5	-16,0	24	2,6
Акай	-12,0	-7,8	-16,3	20	4,5	-12,2	-7,4	-16,5	31	4,7
Карабутак	-14,6	-10,1	-18,9	26	3,8	-14,4	-9,5	-19,0	37	4,2
Баскудык	-14,7	-10,3	-18,9	16	4,5	-14,7	-9,7	-19,0	23	5,2
Темир	-12,1	-8,0	-16,0	20	2,8	-12,2	-7,4	-16,4	29	2,9
Ойыл	-10,5	-6,8	-14,2	15	4,5	-10,8	-6,5	-14,7	22	4,5
Нура	-13,6	-9,0	-17,8	13	2,8	-13,5	-8,5	-18,1	17	3,1
Эмба	-12,3	-7,9	-16,5	23	3,2	-12,5	-7,4	-16,9	33	3,7
Карауылкельды	-11,0	-7,4	-14,2	11	3,7	-11,2	-7,1	-14,6	14	4,3
Ыргыз	-13,4	-9,1	-17,8	11	4,0	-13,2	-8,4	-17,9	14	4,4
Мугалжар	-11,6	-7,7	-15,0	17	5,2	-11,6	-7,6	-15,0	19	5,9
Шалкар	-12,8	-8,1	-17,0	13	4,3	-12,9	-7,5	-17,4	21	4,8
Аяккум	-10,1	-5,8	-14,0	7	2,7	-9,9	-4,7	-14,1	11	3,0

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 Актюбинской области. В области климатическая весна начинается 19 марта - 3 апреля и продолжается в течение 42-52 суток. Лето наступает на юге области в начале мая, а на севере – в конце мая. Продолжительность лета колеблется от 102 суток на севере, до 142 суток на юге, т.е. разница составляет более 1 месяца, что объясняется большой широтной протяженностью территории области. Далее осень начинается на севере области в начале сентября, а на юге – в 20 числах сентября. В области зима наступает в конце октября – начале ноября и бывает продолжительной, 126-155 суток. Надо отметить, что на крайнем юге области продолжительность лета превышает продолжительность зимы.

Таким образом, в Актюбинской области самым продолжительным сезоном года является зима с продолжительностью 4 - 5 месяцев (ноябрь-март), а лето длится в течение 3,5 - 4,5 месяцев. Продолжительность весны составляет 1,5 месяца, а осени – чуть менее 2 месяцев.

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
Марток	28.03	15.05	11.09	05.11	48	119	55	143
Косестек	02.04	24.05	03.09	30.10	52	102	57	154
Родниковка	02.04	22.05	06.09	01.11	50	107	56	152
Комсомольское	02.04	18.05	08.09	01.11	46	113	54	152
Актобе	28.03	14.05	11.09	05.11	47	120	55	143
Акжар	03.04	21.05	06.09	30.10	48	108	54	155
Кобда	27.03	12.05	14.09	07.11	46	125	54	140
Акай	27.03	14.05	13.09	06.11	48	122	54	141
Карабутак	01.04	16.05	10.09	03.11	45	117	54	149
Баскудык	01.04	14.05	12.09	03.11	43	121	52	149
Темир	27.03	12.05	15.09	07.11	46	126	53	140
Ойыл	23.03	08.05	19.09	11.11	46	134	53	132
Нура	26.03	07.05	18.09	08.11	42	134	51	138
Эмба	27.03	12.05	01.09	07.11	46	127	52	140
Карауылкельды	24.03	09.05	19.09	10.11	46	133	52	134
Ыргыз	26.03	07.05	19.09	08.11	42	135	50	138
Мугалжар	27.03	13.05	16.09	06.11	47	126	51	141
Шалкар	25.03	08.05	18.09	08.11	44	133	51	137
Аяккум	19.03	03.05	22.09	13.11	45	142	52	126

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 Актюбинской области колеблется от 33,9 до 38,7°C (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Характеристики континентальности климата

НП (МС)	$A_{T_{год}}$	k	Оценка
Марток	34,7	56	континентальный
Косестек	34,3	55	континентальный
Родниковка	33,9	54	континентальный
Комсомольское	36,8	61	континентальный
Актобе	35,3	58	континентальный
Акжар	34,9	57	континентальный
Кобда	35,3	58	континентальный
Акай	35,3	58	континентальный
Карабутак	37,3	63	континентальный
Баскудык	37,9	64	континентальный
Темир	36,0	61	континентальный
Ойыл	35,7	60	континентальный
Нура	38,7	67	континентальный
Эмба	36,5	63	континентальный
Карауылкельды	35,8	61	континентальный
Ыргыз	38,6	67	континентальный
Мугалжар	35,4	60	континентальный
Шалкар	38,3	68	континентальный
Аяккум	36,7	66	континентальный

Континентальность климата была оценена по индексу Л. Горчинского (k) [54]. 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 растет с севера на юг от 54 до 67, и соответственно климат области является континентальным.

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°C (ранние яровые), для поздних яровых культур - 10°C , а для теплолюбивых культур - 15°C . Соответственно нами были рассмотрены даты перехода температуры воздуха через эти пределы весной и осенью, а также продолжительность между этими датами, характеризующие продолжительность вегетационного периода соответствующих культур.

В таблице 3.18 приведены осредненные за многолетний период даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5°C , 10°C , 15°C и продолжительность периода с температурой выше указанных пределов. В среднем устойчивый переход температуры воздуха через 5°C весной происходит 2 - 15 апреля, а обратно осенью – 13-26 октября и соответственно продолжительность вегетационного периода для ранних яровых культур составляет 181-207 суток.

На территории области устойчивый переход температуры воздуха через 10°C весной наблюдается 14 апреля - 3 мая, а обратно осенью – на период 24 сентября - 9 октября (таблица 3.18).

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

НП (МС)	D_5		N_5	D_{10}		N_{10}	D_{15}		N_{15}
	весна	осень		весна	осень		весна	осень	
Марток	10.04	18.10	191	26.04	30.09	157	15.05	11.09	119
Косестек	15.04	13.10	181	03.05	24.09	144	24.05	03.09	102
Родниковка	15.04	15.10	183	02.05	26.09	147	22.05	06.09	107
Комсомольское	14.04	15.10	184	30.04	28.09	151	18.05	08.09	113
Актобе	10.04	18.10	191	26.04	30.09	157	14.05	11.09	120
Акжар	14.04	14.10	183	02.05	26.09	147	21.05	06.09	108
Кобда	08.04	18.10	193	23.04	02.10	162	12.05	14.09	125
Акай	09.04	20.10	194	25.04	01.10	159	14.05	13.09	122
Карабутак	12.04	19.10	190	28.04	29.09	154	16.05	10.09	117
Баскудык	12.04	17.10	188	27.04	01.10	157	14.05	12.09	121
Темир	09.04	18.10	192	23.04	03.10	163	12.05	15.09	126
Ойыл	05.04	20.10	198	18.04	07.10	172	08.05	19.09	134
Нура	07.04	22.10	198	19.04	07.10	171	07.05	18.09	134
Эмба	08.04	21.10	196	22.04	04.10	165	12.05	16.09	127
Карауылкельды	06.04	23.10	200	19.04	06.10	170	09.05	19.09	133
Ыргыз	07.04	23.10	199	19.04	06.10	170	07.05	19.09	135
Мугалжар	09.04	20.10	194	24.04	04.10	163	13.05	16.09	126
Шалкар	06.04	22.10	199	18.04	05.10	170	08.05	18.09	133
Аяккум	02.04	26.10	207	14.04	09.10	178	03.05	22.09	142

Пространственное распределение даты устойчивого перехода температуры воздуха через 10°C весной представлено на рисунке 3.4. Дата перехода в среднем наблюдается на юге области 15 апреля, на севере – 1 мая.

Продолжительность вегетационного периода для поздних яровых культур увеличивается с севера на юг области от 144 до 178 суток (таблица 3.18, рисунок 3.5).

Средняя суточная температура воздуха переходит через 15°C весной 3 - 24 мая, а обратно осенью – 3 - 22 сентября, и соответственно продолжительность вегетационного периода для теплолюбивых культур составляет на севере области 102 сутки, а на юге - 142 сутки.

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 Актюбинской области. За период с температурой воздуха выше 5°C на территории Актюбинской области накапливается от 2764°C до 3900°C тепла. За период с температурой воздуха выше 10°C накапливается тепло на 2477-3670°C. Применительно к теплолюбивым культурам (при температуре выше 15°C) ресурсы тепла составляют 1948-3230°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

МП (МС)	$\sum T_{>5}$	$\sum T_{>10}$	$\sum T_{>15}$
Марток	3151	2883	2408
Косестек	2764	2477	1948
Родниковка	2862	2575	2068
Комсомольское	3021	2759	2280
Актобе	3186	2915	2451
Акжар	2883	2601	2108
Кобда	3330	3069	2606
Акай	3259	2989	2524
Карабутак	3125	2858	2393
Баскудык	3216	2964	2514
Темир	3360	3116	2657
Ойыл	3591	3407	2947
Нура	3628	3405	2970
Эмба	3427	3186	2729
Карауылкельды	3576	3342	2898
Ыргыз	3646	3415	2991
Мугалжар	3375	3129	2682
Шалкар	3639	3413	2964
Аяккум	3903	3670	3230

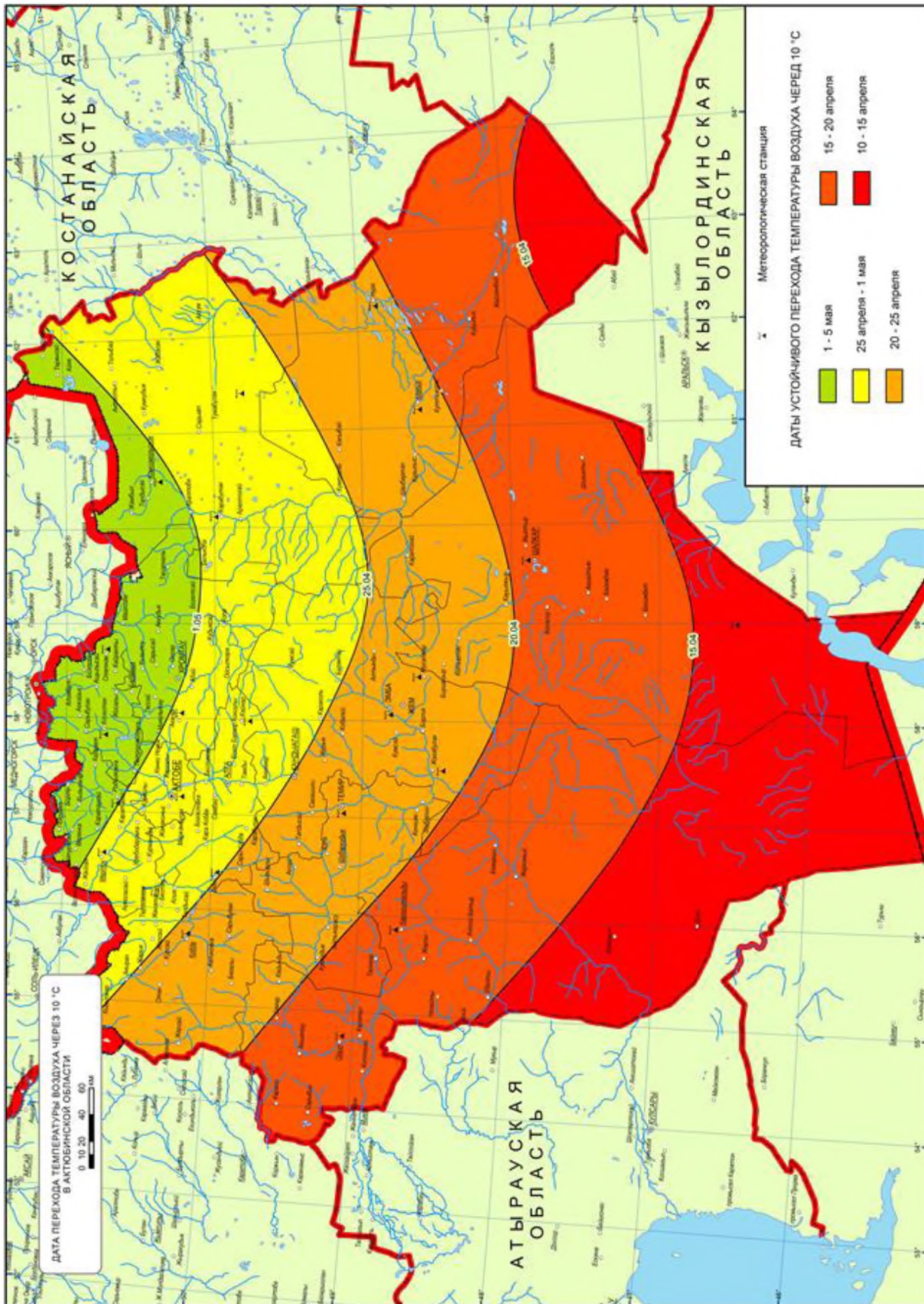


Рисунок 3.4 – Дата устойчивого перехода температуры воздуха через 10°С весной

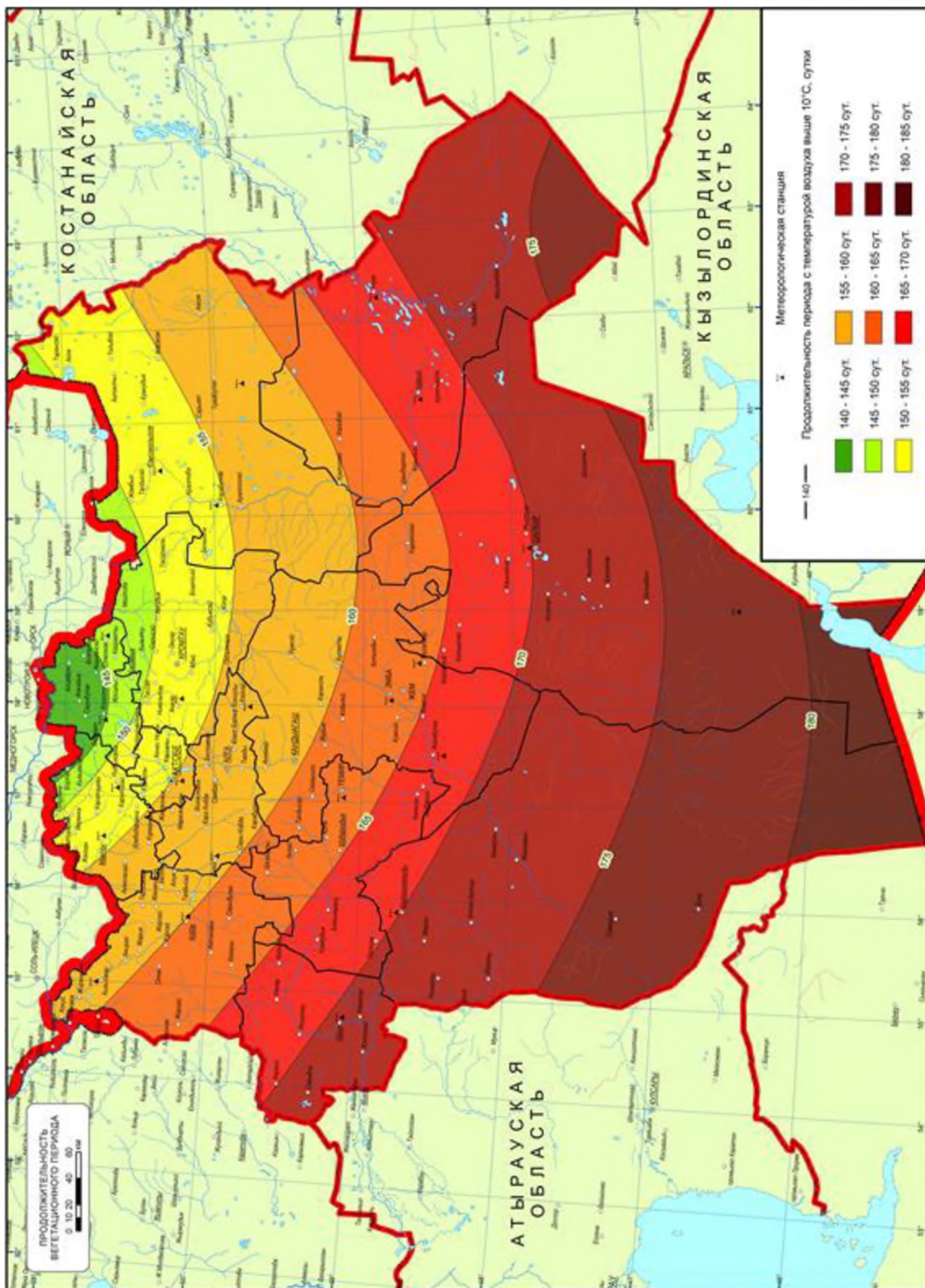


Рисунок 3.5 – Продолжительность вегетационного периода

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 2300°C до 3800°C.

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

В Актыбинской области за май месяц накапливается 393-761°C тепла, а за вегетативно активный период, т.е. с мая до конца августа накапливается от 2185°C на МС Косестек до 3082°C на МС Аяккум.

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
Марток	519	1142	1841	2484	2883
Косестек	393	964	1604	2185	2477
Родниковка	414	993	1641	2245	2575
Комсомольское	456	1075	1763	2395	2759
Актобе	525	1156	1864	2513	2915
Акжар	414	1004	1661	2270	2601
Кобда	580	1229	1957	2628	3059
Акай	542	1182	1902	2566	2989
Карабутаг	489	1119	1823	2471	2858
Баскудык	514	1162	1881	2544	2964
Темир	575	1232	1973	2658	3095
Ойыл	675	1367	2146	2868	3342
Нура	679	1391	2169	2887	3352
Эмба	595	1265	2016	2710	3156
Карауылкельды	650	1334	2104	2820	3288
Ыргыз	674	1381	2163	2888	3361
Мугалжар	563	1224	1961	2652	3098
Шалкар	680	1385	2175	2902	3370
Аяккум	761	1494	2319	3082	3581

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 (Р, %) сумм активных температур воздуха выше 10°C (таблица 3.21).

В северной части области (Косестек) в среднем накапливается 2447°C тепла, что соответствует обеспеченности около 60%. Здесь на 90% обеспечено 2268°C тепла, т.е. в 9 годах из 10 накапливается не менее чем 2268°C тепла. Этого тепла достаточно для возделывания всех ранних яровых зерновых культур, среднеспелых сортов подсолнечника, раннеспелых сортов кукурузы. В центральной части Актыбинской области (МС Темир, Эмба и т.д.) в среднем накапливается 3150°C тепла, что соответствует обеспеченности около 55%. Здесь на 90% обеспечено 3000°C тепла, что удовлетворяет требования всех яровых зерновых культур, всех сортов подсолнечника, кукурузы и сорго. На юге области (МС Аяккум) на 90% обеспечено 3500°C сумм активных температур воздуха.

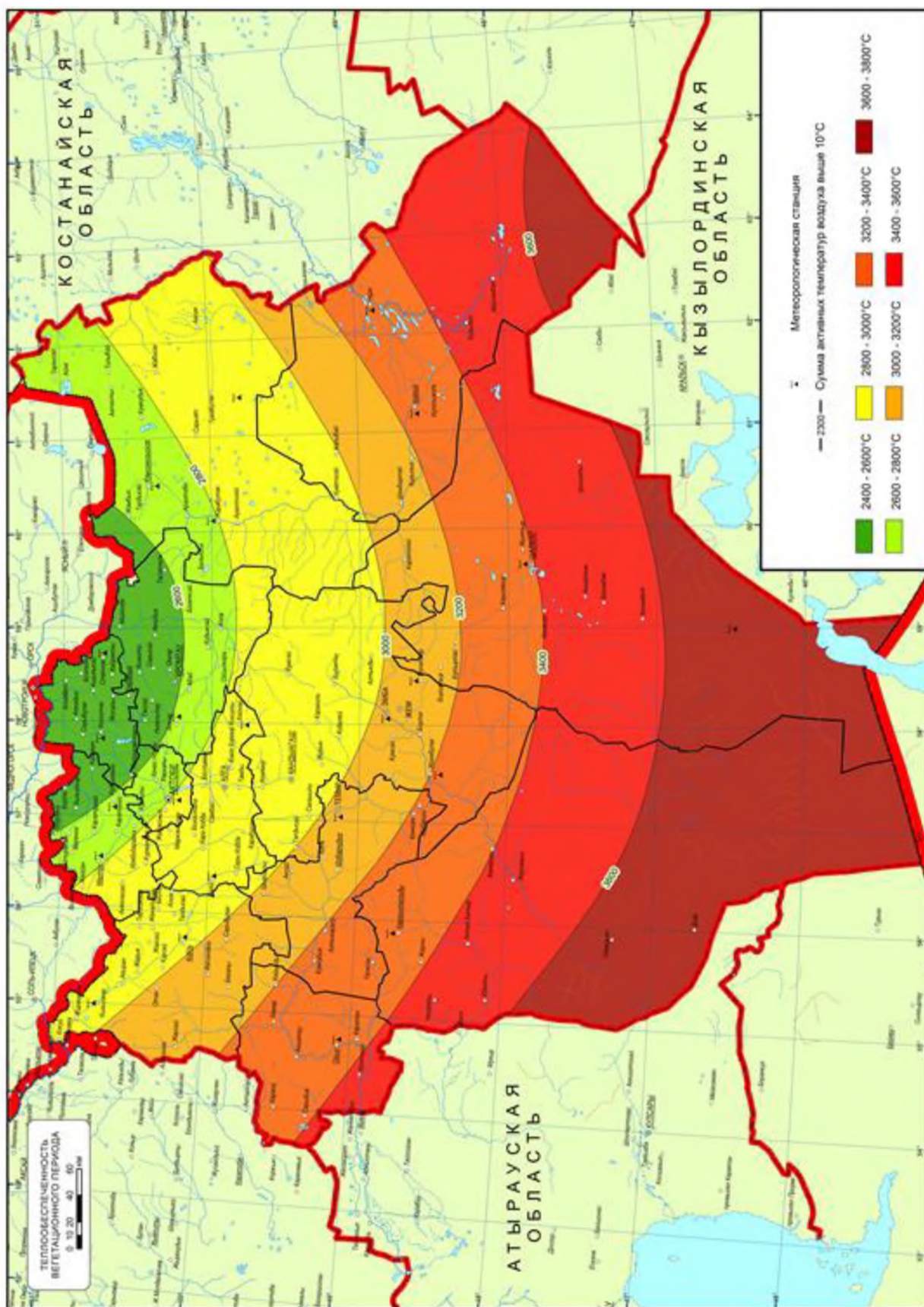


Рисунок 3.6 – Сумма активных температур воздуха выше 10°C

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
Марток	3062	2984	2956	2942	2902	2863	2767	2736	2670	2543
Косестек	2620	2588	2534	2523	2512	2454	2382	2337	2268	2150
Родниковка	2762	2666	2642	2630	2606	2560	2462	2414	2344	2211
Комсомольское	2944	2857	2839	2826	2780	2716	2688	2618	2531	2342
Актобе	3085	3030	3000	2975	2934	2892	2805	2775	2706	2552
Акжар	2752	2707	2687	2649	2620	2567	2510	2453	2369	2232
Кобда	3276	3163	3137	3107	3082	3062	2970	2879	2850	2734
Акай	3147	3088	3058	3034	3005	2969	2904	2840	2779	2622
Карабутак	3006	2967	2923	2908	2864	2813	2777	2731	2649	2492
Баскудык	3145	3076	3002	2959	2947	2925	2908	2882	2825	2614
Темир	3274	3223	3205	3168	3113	3082	3023	2977	2927	2759
Ойыл	3550	3516	3500	3458	3425	3370	3323	3263	3172	3090
Нура	3542	3505	3480	3442	3420	3400	3318	3290	3267	3051
Эмба	3335	3283	3266	3235	3201	3160	3123	3043	3005	2836
Карауылкельды	3492	3461	3429	3389	3355	3298	3241	3195	3148	2951
Ыргыз	3568	3516	3488	3459	3403	3362	3340	3307	3255	3071
Мугалжар	3287	3230	3198	3175	3120	3091	3035	2996	2946	2806
Шалкар	3576	3507	3480	3455	3415	3366	3346	3289	3234	3063
Аяккум	3830	3766	3737	3704	3659	3636	3597	3570	3522	3381

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 среднемноголетнем за год выпадают осадки на крайнем севере Актюбинской области более 350 мм, в центральной части – 250-300 мм, а на юге – менее 200 мм (таблица 3.22). За теплый период года осадки выпадают в 1,5-2 раза больше чем за холодный период года.

Таблица 3.22 – Месячная и годовая сумма осадков, мм.

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	XI-III	IV-X
Марток	28	23	25	29	31	32	34	25	22	31	31	33	343	142	203
Косестек	30	25	28	32	38	36	37	32	25	38	34	34	390	154	238
Родниковка	30	21	24	30	34	33	32	28	29	35	37	32	364	145	221
Комсомольское	17	13	19	23	30	26	31	27	15	22	22	20	264	90	173
Актобе	25	22	26	29	31	33	29	26	20	28	28	28	324	130	195
Акжар	28	22	27	29	34	31	32	27	23	33	31	31	348	141	208
Кобда	22	20	21	25	27	32	26	21	20	27	28	26	295	118	178
Акай	14	11	18	27	29	30	33	22	20	24	23	18	267	85	184
Карабутак	15	13	19	23	31	27	28	22	15	21	22	20	256	88	168
Баскудык	13	11	13	17	19	19	15	18	11	16	19	17	187	72	115
Темир	26	22	22	26	32	28	23	15	15	23	28	31	291	130	162
Ойыл	19	17	17	24	25	23	24	15	14	23	23	22	245	98	147
Нура	13	10	12	18	20	13	17	13	8	16	19	15	173	68	105
Эмба	16	14	18	24	30	23	24	14	12	21	23	20	239	91	148
Карауылкельды	15	13	18	24	27	27	23	15	14	20	21	20	236	86	150
Ыргыз	12	10	15	18	20	17	18	11	8	14	16	14	172	67	105
Мугалжар	23	16	17	20	29	21	17	15	10	25	23	22	238	100	137
Шалкар	13	12	16	19	21	18	14	13	5	18	18	15	182	73	109
Аяккум	10	10	16	16	21	13	10	9	6	13	15	11	150	62	89

В годовом ходе месячных сумм осадков наблюдается 2 максимума и 2 минимума. Максимумы осадков наблюдаются в периоды май-июнь и октябрь-ноябрь, а минимумы – в феврале и августе (рисунок 3.7).

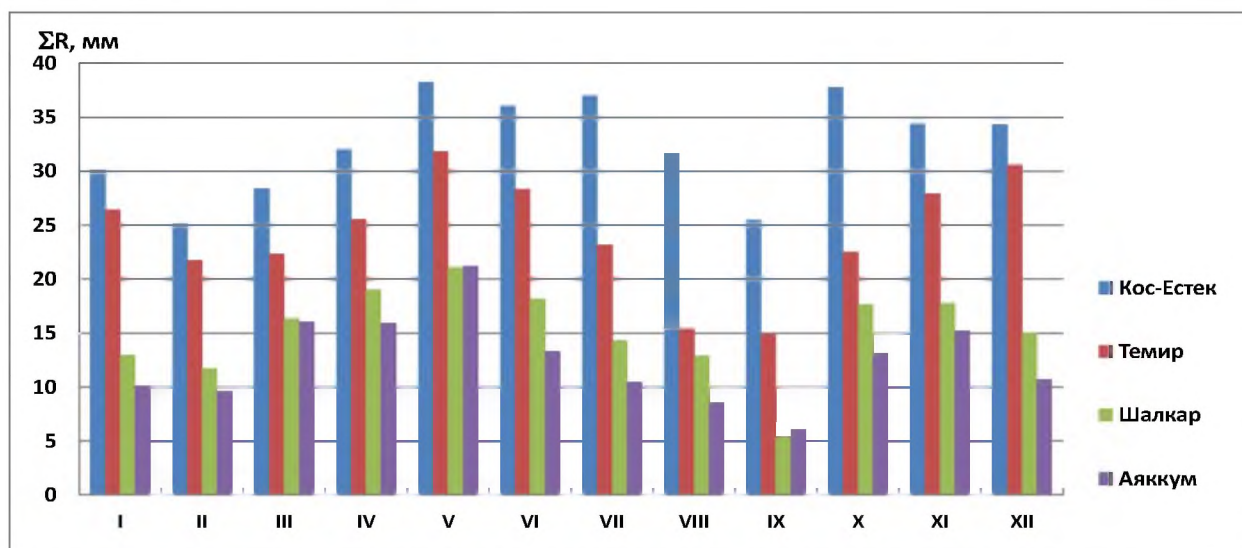


Рисунок 3.7 – Годовой ход месячных сумм осадков

Согласно коэффициенту вариации, многолетние ряды сумм осадков за теплый (апрель-октябрь) и холодный (декабрь-март) периоды года, осредненные по метеорологическим станциям Актюбинской области, являются достаточно однородными (21-29%) (таблица 3.23). Это указывает на умеренную изменчивость из года в год режима осадков теплого и холодного периодов года.

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

Характеристика	Теплый период	Холодный период
Средняя, мм	160	102
Медиана, мм	158	98
Мода, мм	139	86
Ср. кв. отклонение, мм	47	22
Коэф. вариации, %	29	21

В Актюбинской области повторяемость относительно дождливого теплого периода (апрель-октябрь) составляет 12%, т.е. такие годы вероятны 1 раз в 10 лет (таблица 3.24). Повторяемость мало дождливого теплого периода составляет 21%, т.е. такие годы вероятны 2 раза в 10 лет. В остальные 7 лет из 10 наблюдается обычный режим осадков, свойственный данной области. Наименее дождливыми были 1991 и 1998 годы, наиболее дождливым был 1993 год.

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

Режим осадков теплого периода	P, %	Вероятность повторения за 10 лет
Дождливая	12	1 год
Мало дождливая	21	2 года
Обычная	67	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 данной области (таблица 3.25).

Малоснежными были зимы 1984-1984 и 2008-2009 годов.

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

Режим осадков холодного периода	Р, %	Вероятность повторения за 10 лет
Снежная	20	2 года
Малоснежная	17	2 года
Обычная	63	6 лет

3.4.2 Режим снежного покрова

В Актюбинской области снежный покров в среднем появляется на севере в конце октября, в центральной части – в начале ноября, на юге - в середине ноября. Дата установления устойчивого снежного покрова растягивается от середины ноября (север) до середины декабря (юг). Устойчивый снежный покров разрушается с середины марта (юг) до 10 апреля (север). Снежный покров полностью сходит в конце марта на юге, 20 числа апреля на севере области. В области количество дней со снежным покровом составляет 89-161 суток, и дольше всего снег лежит в районе с. Родниковка (таблица 3.26).

В южной части области возможна зима с не устойчивым снежным покровом, когда периодически снег тает и земля оголяется. Например, в районе МС Шалкар в 1 год из 10 возможен неустойчивый снежный покров, а в районе МС Аяккум – в 2 годах из 10 лет.

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	Зимы с неустойчивым снежным покровом, %
Марток	137	04.11	18.11	31.03	05.04	
Косестек	152	23.10	16.11	09.04	22.04	
Родниковка	161	26.10	15.11	12.04	17.04	
Комсомольское	146	29.10	16.11	06.04	12.04	
Актобе	134	02.11	22.11	30.03	07.04	
Акжар	142	08.11	20.11	09.04	10.04	
Кобда	129	07.11	25.11	29.03	03.04	
Акай	121	07.11	05.12	28.03	02.04	
Карабутак	132	06.11	25.11	03.04	08.04	
Баскудык	138	06.11	26.11	05.04	09.04	
Темир	130	06.11	27.11	31.03	05.04	
Ойыл	116	10.11	05.12	26.03	01.04	
Нура	118	08.11	04.12	25.03	01.04	
Эмба	125	07.11	28.11	28.03	05.04	
Карауылкельды	114	11.11	08.12	25.03	30.03	3
Ыргыз	117	09.11	04.12	25.03	01.04	
Мугалжар	127	08.11	25.11	28.03	03.04	
Шалкар	105	14.11	10.12	20.03	26.03	8
Аяккум	89	24.11	18.12	12.03	22.03	17

В таблице 3.27 приведены средние многолетние значения высоты снежного покрова по декадам. Высота снежного покрова достигает своей максимальной высоты в конце февраля,

на севере – в начале марта (рисунок 3.8). В это время высота снежного покрова по территории области в среднем колеблется от 11 см на МС Аяккум до 76 см на МС Родниковка. В центральных районах области высота снега составляет 30-40 см. В конце марта – начале апреля 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
Марток		2	3	4	8	11	14	18	22	25	28	30	32	33	31	26	15	5	
Косестек		4	5	7	10	15	19	24	30	35	39	42	46	48	48	46	38	24	4
Родниковка		3	4	7	9	14	19	25	32	42	50	55	63	71	75	76	67	53	20
Комсомольское		2	3	5	6	9	13	17	22	26	28	31	34	37	37	36	31	23	8
Актобе		2	2	3	5	8	12	17	21	24	27	30	32	33	31	29	23	12	3
Акжар		3	5	7	10	14	17	23	26	29	31	33	36	37	37	36	29	17	4
Кобда		2	2	3	5	7	9	13	17	19	22	23	24	25	22	17	9	2	
Акай			2	2	3	5	8	13	16	20	25	28	31	33	31	28	21	10	2
Карабутак			2	3	5	9	14	18	23	26	30	34	37	40	40	38	34	27	5
Баскудык			1	2	3	5	7	10	13	16	18	21	23	25	25	24	19	11	2
Темир			3	4	4	7	9	14	17	20	23	26	29	31	28	24	17	9	
Ойыл				2	3	5	8	11	13	15	18	21	22	23	21	18	16	6	
Нура				2	4	6	7	8	12	13	14	15	17	18	17	17	12	6	
Эмба			3	4	4	7	11	15	19	23	28	31	33	34	32	29	22	11	
Карауылкельды			2	2	2	4	6	8	9	11	12	13	14	14	13	10	7	3	
Бргыз				2	3	4	6	7	10	11	14	14	14	15	13	12	8		
Мугалжар			4	4	5	7	8	11	14	17	18	18	19	20	17	14	7	2	
Шалкар				2	3	4	5	7	10	13	15	18	21	20	18	16	13		
Аяккум					4	4	4	5	6	7	8	9	11	11	10	8	8		

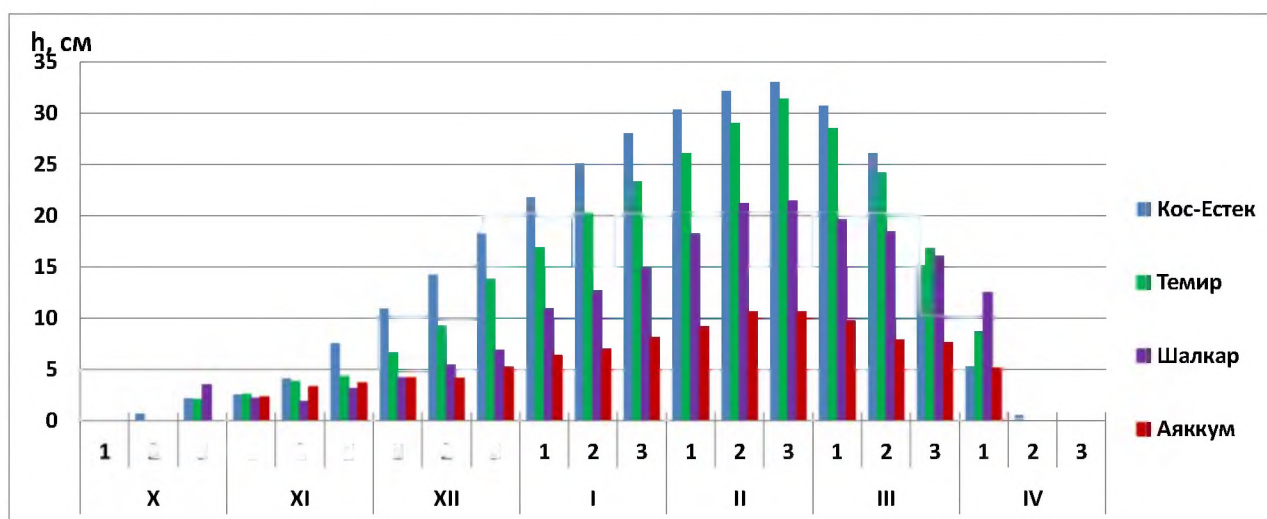


Рисунок 3.8 – Динамика высоты снежного покрова в холодный период года

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 Родниковка до 170 мм ($\approx 170 \text{ л/м}^2$). Наименьшим запасом воды обладает снежный покров в районе МС Мугалжар и МС Акай, 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		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Марток		16	20	28	36	40	47	52	59	64	69	61	55	
Косестек		25	37	39	53	66	79	86	101	107	114	117	111	100
Родниковка	32	35	51	65	76	95	114	130	139	154	164	165	176	156
Комсомольское	14	18	26	33	39	49	54	64	70	73	82	79	86	78
Актобе			17	23	35	36	41	47	51	56	57	53	45	
Акжар	19	26	33	40	49	59	68	74	80	90	99	100	101	80
Кобда				27	34	46	49	59	63	69	69	68	62	41
Акай			14	18	22	27	28	34	37	39	36	31	29	
Карабутақ			23	27	36	39	44	51	59	65	70	69	65	55
Баскудык			26	29	34	41	49	57	63	69	78	74	77	65
Темир			24	28	40	45	50	61	67	75	80	82	84	74
Ойыл				25	31	38	43	49	54	59	64	69	72	
Нура					30	36	37	42	42	47	49	46	48	
Эмба				29	34	37	41	46	57	55	58	55	49	
Карауылкельды				0	0	31	39	41	48	48	50	59	51	
Ыргыз				19	19	25	29	34	38	41	44	43	45	
Мугалжар			19	23	24	28	31	31	35	36	38	35	30	
Шалкар				21	27	33	40	49	50	60	60	59	51	
Аяккум					24	22	23	30	38	42	45	52		

3.4.3 Режим увлажнения почвы

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

В Актюбинской области запасы продуктивной влаги почвы (ЗПВ) измеряются на 8 пунктах, т.е. на 7 МС и 1 АМП. Из них МС Аяккум является животноводческой, что расположено на крайнем юге области. В области земледелие развито только в ее северной части. ЗПВ определяются на сельскохозяйственных полях, у которых известны агрогидрологические константы почвы. Влажность почвы определяется 1 раз в 10 дней, по восьмым дням декады (08, 18, 28 числа месяца).

Нами для оценки условий почвенного увлажнения были использованы данные ЗПВ по 8 МС 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 южные и темно-каштановые почвы. По механическому составу являются легкосуглинистыми, суглинистыми и супесчаными. НПВ колеблется для 20 см слоя почвы от 14 до 46 мм, для 100 см слоя почвы – от 88 до 218 мм.

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°C осенью. Есть множество определенных условий, когда ЗПВ не измеряются.

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

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

НП (МС)	Преобладающая почва, механический состав	НПВ, мм (0-20 см)	НПВ, мм (0-100 см)
Косестек	черноземы и темно-каштановые, тяжелосуглинистые	45	203
Родниковка	черноземы южные малогумусные, суглинистые	38	165
Марток	черноземы южные малогумусные и светло-каштановые, легкосуглинистые	38	164
Комсомольское	темно-каштановые, тяжелосуглинистые	42	189
Акжар	темно-каштановые, тяжелосуглинистые	46	218
Акай	темно-каштановые, легкосуглинистые	37	138
АМП Журын	темно-каштановые, легкосуглинистые и супесчаные	44	139
Аяккум	серо-бурые, суглинистые	14	88

В период весенне-полевых работ (апрель – начало мая) ЗПВ в пахотном слое почвы по области колеблется от 13 мм на МС Акай до 42 мм на МС Акжар (таблица 3.30). Надо отметить, что в районе МС Аяккум не возделываются сельскохозяйственные культуры, т.е. является животноводческим. Поэтому в нашем анализе ее не рассматриваем. Далее к середине вегетации (июнь) ЗПВ уменьшается до 8-26 мм, а в период созревания зерновых (конец июля) бывает еще меньше (3-12 мм).

Такая же закономерность временного распределения свойственна и для ЗПВ в метровом слое почвы. ЗПВ в метровом слое почвы в период весенне-полевых работ в области колеблется от 65 мм на МС Акай до 270 мм на МС Акжар. В целом ЗПВ уменьшается с севера на юг области (таблица 3.31).

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

НП (МС/АМП)	апрель		май			июнь			июль			август	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Косестек	38	35	34	36	27	26	20	14	13	9	9	11	7
Родниковка	38	36	34	32	33	26	22	21	17	15	12	12	10
Марток	29	26	23	22	19	16	15	16	15	16	11	5	4
Комсомольское	29	24	24	23	19	18	16	16	13	11	10	12	8
Акжар	42	41	35	31	27	21	22	17	16	12	10	15	9
Акай	14	13	14	12	12	8	9	8	4	5	3	4	3
АМП Журын	35	33	32	32	23	22	16	13	13	9	9	12	10
Аяккум	10	10	8	7	7	5	5	7	5	4	4	5	

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

НП (МС/АМП)	апрель		май			июнь			июль			август	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Косестек	155	154	148	142	129	122	105	81	78	61	51	54	47
Родниковка	156	152	138	131	131	127	110	107	90	83	69	69	55
Марток	126	117	118	106	95	86	88	82	77	67	59	52	45
Комсомольское	131	125	130	122	114	118	105	93	90	88	83	86	75
Акжар	270	259	212	185	183	152	135	111	120	107	91	121	81
Акай	72	65	69	46	36	48	35	37	28	27	32	25	18
АМП Журын	92	84	82	80	65	62	57	50	45	40	38	42	30
Аяккум	47	43	38	27	15	18	21	36	30	20	11	10	

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 зерносеющей части области в первой половине вегетации зерновых культур (апрель-июнь) складывается удовлетворительное увлажнение почвы (менее 50-80% от НПВ). Только в районе МС Акжар бывает в апреле избыточное увлажнение (более 100%), в мае – оптимальное увлажнение почвы (80-100%). Вторая половина вегетации характеризуется не удовлетворительным увлажнением почвы (менее 50%) (таблица 3.32).

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

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

НП (МС/АМП)	апрель		май			июнь			июль			август	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Косестек	76	76	73	70	64	60	52	40	39	30	25	26	23
Родниковка	95	92	84	79	79	77	67	65	54	50	42	42	33
Марток	77	72	72	65	58	52	53	50	47	41	36	32	27
Комсомольское	69	66	69	65	60	62	56	49	48	47	44	46	40
Акжар	124	119	97	85	84	70	62	51	55	49	42	55	37
Акай	52	52	50	33	26	34	26	27	20	19	23	18	13
АМП Журын	66	60	59	58	47	45	41	36	32	29	27	30	22
Аяккум	53	49	43	30	17	20	24	41	34	23	12	11	

3.4.4 Влагообеспеченность вегетационного периода

Обеспеченность осадками

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

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

В течение холодного периода года по территории Актюбинской области в среднем выпадают осадки в пределах 62-154 мм. За теплый период года выпадают больше осадков, в среднем 89-238 мм. Из них 54-143 мм осадков выпадают в период активной вегетации сельскохозяйственных культур (таблица 3.33).

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

НП (МС)	R_{11-3}	R_{4-10}	R_{5-8}
Марток	142	203	121
Косестек	154	238	143
Родниковка	145	221	127
Комсомольское	90	173	114
Актобе	130	195	119
Акжар	141	208	124
Кобда	118	178	106
Акай	85	184	113
Карабутак	88	168	108
Баскудык	72	115	71
Темир	130	162	99
Ойыл	98	147	86
Нура	68	105	63
Эмба	91	148	91
Карауылкельды	86	150	92
Ыргыз	67	105	66
Мугалжар	100	137	83
Шалкар	73	109	66
Аяккум	62	89	54

На рисунке 3.9 представлено пространственное распределение сумм осадков за теплый период года. Сумма осадков за теплый период года уменьшается с севера на юг области от 220 мм до 80 мм. Изолинии сумм осадков имеют прогиб на юг по центральной меридиональной линии области.

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 среднемноголетнем выпадают осадки около 130 мм, обеспеченность которой составляет примерно 50%. Здесь на 90% обеспечено около 65 мм осадков, т.е. в 9 годах из 10 за период май-август выпадают осадки не менее 65 мм. На 10% обеспечено осадки более 200 мм, т.е. такие осадки выпадают 1 раз в 10 лет.

В центральной части области за май-август месяцы на 90% обеспечено суммы осадков в пределах 45 мм, а на 10% обеспечено осадки около 140 мм.

На юге области за май-август на 90% обеспечено суммы осадков в пределах 25 мм, а на 10% обеспечено осадки около 110 мм.

Надо отметить, что по данным [56] среднемноголетнее значение годовой испаряемости по территории Актюбинской области растет с севера на юг от 850 до 1200 мм.

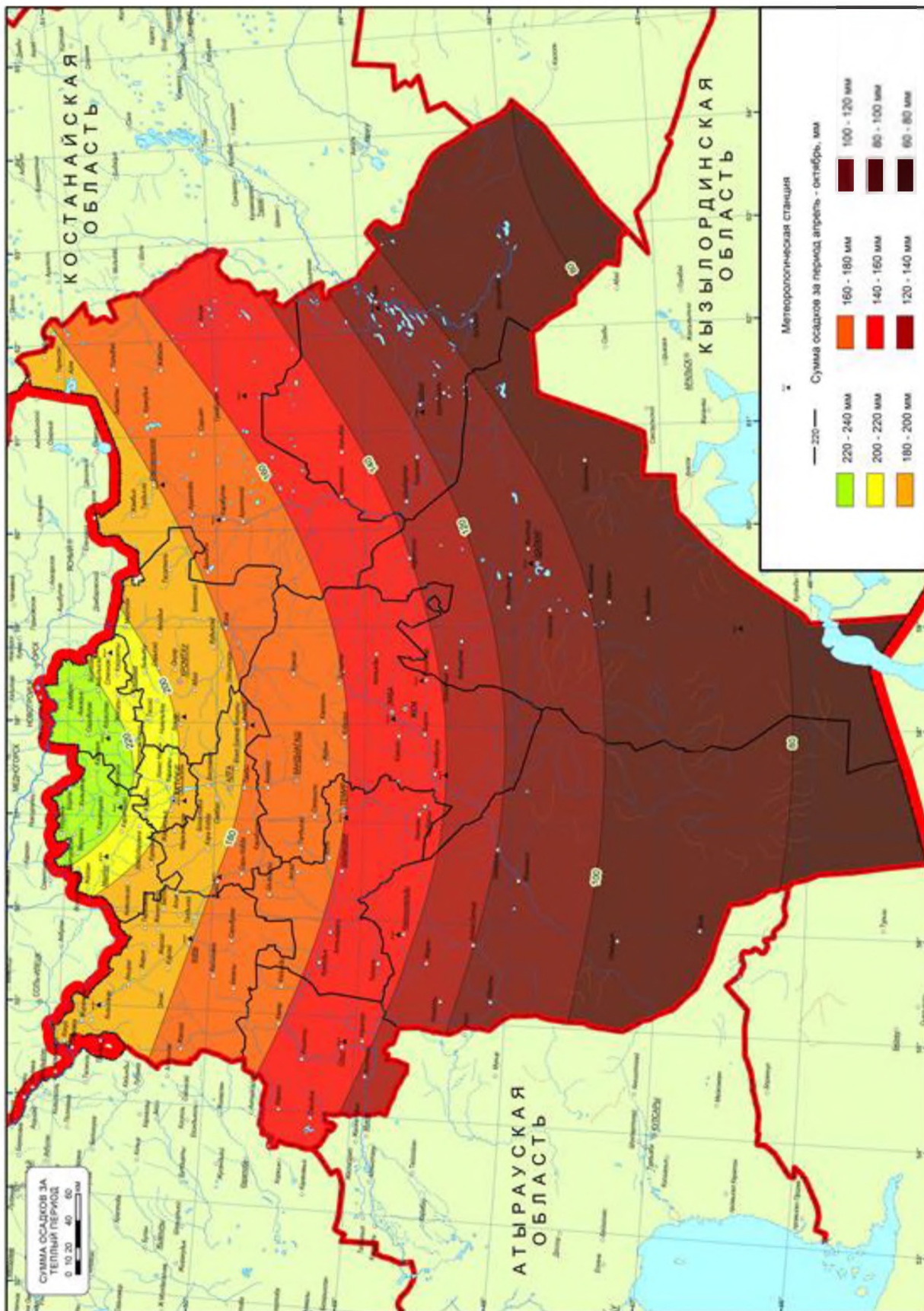


Рисунок 3.9 - Сумма осадков за теплый период года

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
Марток	202	161	133	123	116	109	94	86	63	10
Косестек	239	166	161	150	138	132	117	89	70	37
Родниковка	196	179	158	145	118	111	103	88	63	20
Комсомольское	187	158	142	118	100	92	87	66	55	33
Актобе	171	159	149	122	101	95	92	86	71	11
Акжар	180	162	150	130	118	108	101	93	75	26
Кобда	167	146	124	113	99	84	77	63	50	11
Акай	158	145	133	122	110	100	87	77	54	17
Карабутак	206	143	120	108	94	78	70	65	62	38
Баскудык	105	89	76	71	61	57	50	37	26	20
Темир	144	129	116	103	92	86	78	60	47	24
Ойыл	144	117	98	92	84	70	62	57	36	11
Нура	105	86	74	67	57	49	43	40	29	14
Эмба	139	132	105	93	79	72	67	57	47	28
Карауылкельды	150	124	105	96	79	67	56	42	34	18
Ыргыз	103	93	72	65	61	52	43	34	27	4
Мугалжар	157	100	97	90	79	65	57	47	33	18
Шалкар	119	99	74	65	58	54	49	37	30	15
Аяккум	105	84	61	49	40	35	26	20	17	11

Оценка увлажненности вегетационного периода

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

В среднем за многолетний период по территории Актюбинской области коэффициент увлажнения К составляет 0,27-0,90, и уменьшается с севера на юг (таблица 3.35).

Таблица 3.35 – Влагообеспеченность по коэффициенту увлажнения К

НП (МС)	К	Оценка влагообеспеченности
Марток	0,72	Недостаточная влагообеспеченность
Косестек	0,90	Достаточная, но не устойчивая
Родниковка	0,80	Достаточная, но не устойчивая
Комсомольское	0,61	Недостаточная влагообеспеченность
Актобе	0,68	Недостаточная влагообеспеченность
Акжар	0,77	Недостаточная влагообеспеченность
Кобда	0,59	Умеренный дефицит влаги
Акай	0,57	Умеренный дефицит влаги
Карабутак	0,57	Умеренный дефицит влаги
Баскудык	0,39	Дефицит влаги
Темир	0,58	Умеренный дефицит влаги
Ойыл	0,46	Умеренный дефицит влаги
Нура	0,33	Дефицит влаги
Эмба	0,48	Умеренный дефицит влаги
Карауылкельды	0,46	Умеренный дефицит влаги
Ыргыз	0,33	Дефицит влаги
Мугалжар	0,47	Умеренный дефицит влаги
Шалкар	0,35	Дефицит влаги
Аяккум	0,27	Дефицит влаги

На рисунке 3.10 представлено пространственное распределение коэффициента увлажнения К.

В северной окраине области (МС Косестек, МС Родниковка) выше изолинии 0,80 влагообеспеченность вегетационного периода характеризуется как «достаточная, но не устойчивая».

Южная половина северной части области (до МС Кобда, Акай, Токмансай и МС Комсомольское), находящаяся между изолиниями 0,60-0,80 – характеризуется как «недостаточная влагообеспеченность».

Влагообеспеченность центральной части области, между изолиниями 0,40-0,60 оценивается как «умеренный дефицит влаги», а южной части области, ниже изолинии менее 0,4 характеризуется как «дефицит влаги».

В таблице 3.36 приведена различная обеспеченность значений коэффициента увлажнения К. Например, на севере области на 90% обеспечено значение $K = 0,40-0,50$, т.е. в 9 годах из 10 влагообеспеченность вегетационного периода характеризуется как «умеренный дефицит влаги». В самой южной части области $K < 0,13$, что обозначает «сухо». На остальной территории области $K = 0,20-0,38$, что характеризуется как «дефицит влаги».

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

НП (МС)	Р, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Марток	1,06	0,93	0,84	0,73	0,70	0,66	0,61	0,56	0,47	0,28
Косестек	1,37	1,14	1,03	0,96	0,92	0,87	0,75	0,64	0,50	0,40
Родниковка	1,19	1,05	0,98	0,86	0,84	0,75	0,66	0,57	0,47	0,30
Комсомольское	0,93	0,78	0,70	0,65	0,59	0,55	0,50	0,42	0,35	0,27
Актобе	1,02	0,91	0,82	0,75	0,68	0,59	0,55	0,48	0,45	0,29
Акжар	1,08	1,00	0,89	0,83	0,78	0,73	0,67	0,56	0,47	0,30
Кобда	0,99	0,81	0,66	0,61	0,58	0,54	0,47	0,41	0,38	0,20
Акай	0,82	0,76	0,68	0,63	0,53	0,49	0,48	0,46	0,32	0,19
Карабутак	0,90	0,74	0,63	0,53	0,51	0,47	0,45	0,40	0,35	0,33
Баскудык	0,55	0,52	0,44	0,42	0,41	0,33	0,30	0,26	0,22	0,15
Темир	0,86	0,78	0,67	0,61	0,58	0,55	0,50	0,44	0,33	0,25
Ойыл	0,77	0,65	0,52	0,46	0,43	0,38	0,36	0,33	0,29	0,19
Нура	0,43	0,39	0,37	0,35	0,33	0,29	0,26	0,24	0,22	0,14
Эмба	0,69	0,62	0,58	0,51	0,46	0,43	0,39	0,38	0,30	0,24
Карауылкельды	0,80	0,59	0,53	0,51	0,46	0,42	0,33	0,27	0,25	0,21
Ыргыз	0,44	0,40	0,37	0,35	0,32	0,28	0,26	0,21	0,20	0,16
Мугалжар	0,73	0,59	0,54	0,52	0,47	0,42	0,37	0,34	0,27	0,21
Шалкар	0,47	0,42	0,40	0,36	0,34	0,33	0,30	0,23	0,20	0,17
Аяккум	0,42	0,37	0,29	0,27	0,26	0,21	0,20	0,15	0,13	0,10

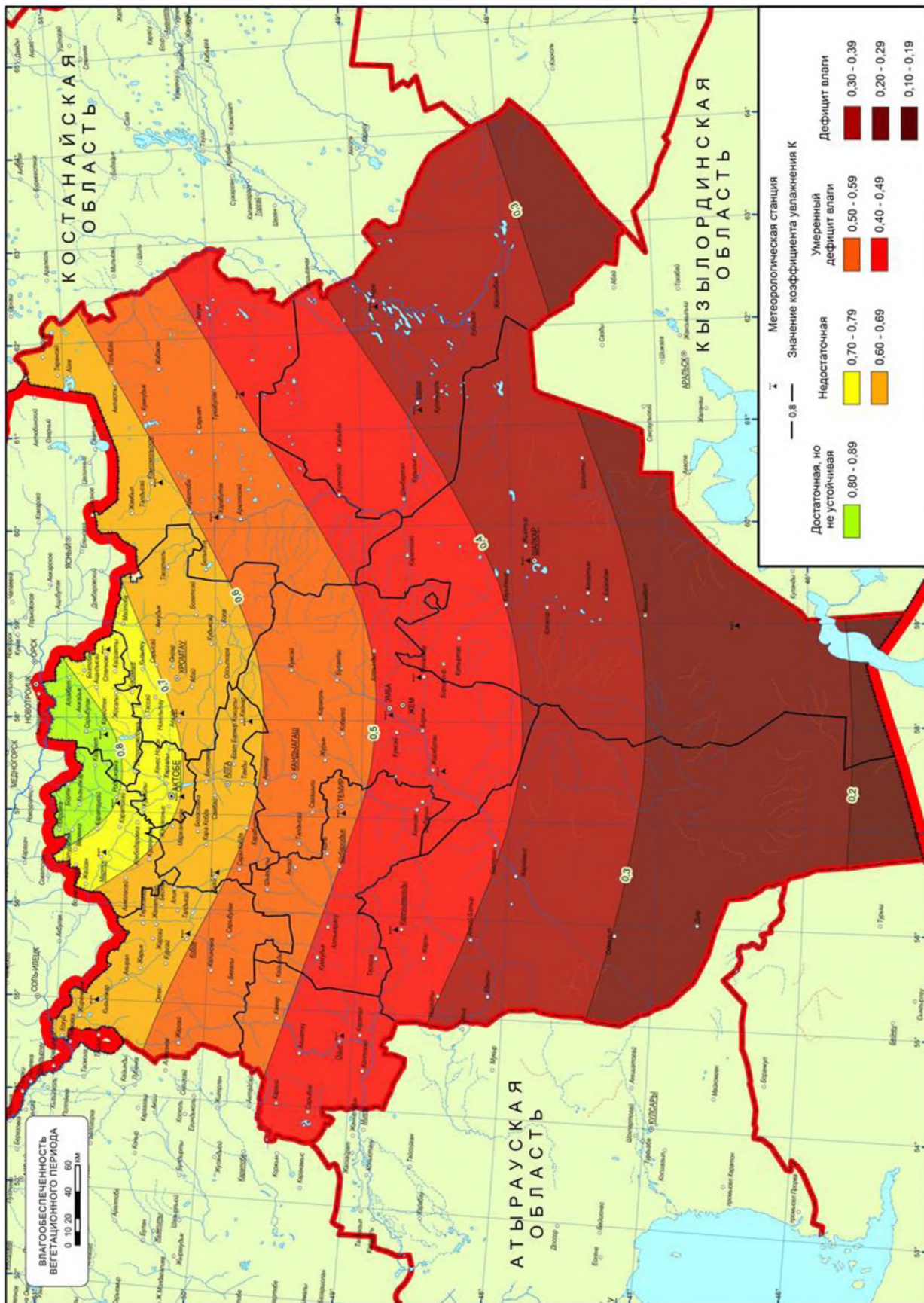


Рисунок 3.10 – Влагообеспеченность вегетационного периода

3.4.5 Засушливость вегетационного периода

В условиях Казахстана при оценке влагообеспеченности вегетационного периода также необходимо оценить климатическую засушливость вегетационного периода. Поэтому нами была проведена оценка засушливости вегетационного периода по ГТК, рассчитанный за период май–август (ГТК₅₋₈).

Согласно нашим расчетам, в период активной вегетации растений северная окраина области (МС Косестек), где ГТК превышает 0,60 является «слабо засушливой». Южная половина северной части области (МС Актобе, Акай, Карабутак и т.д), где ГТК в пределах 0,4-0,6, является «умеренно засушливой». Остальные – центральная и южная части области, где ГТК менее 0,4, в период вегетации бывают «сильно засушливыми» (таблица 3.37).

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

НП (МС)	ГТК ₅₋₈	Оценка засушливости
Марток	0,50	Умеренно засушливо
Косестек	0,65	Слабо засушливо
Родниковка	0,56	Умеренно засушливо
Комсомольское	0,48	Умеренно засушливо
Актобе	0,48	Умеренно засушливо
Акжар	0,54	Умеренно засушливо
Кобда	0,42	Умеренно засушливо
Акай	0,45	Умеренно засушливо
Карабутак	0,44	Умеренно засушливо
Баскудык	0,28	Сильно засушливо
Темир	0,38	Сильно засушливо
Ойыл	0,32	Сильно засушливо
Нура	0,23	Сильно засушливо
Эмба	0,35	Сильно засушливо
Карауылкельды	0,34	Сильно засушливо
Ыргыз	0,24	Сильно засушливо
Мугалжар	0,32	Сильно засушливо
Шалкар	0,24	Сильно засушливо
Аяккум	0,19	Сильно засушливо

На рисунке 3.11 представлено пространственное распределение средних многолетних значений ГТК за май-август. Северная окраина является «слабо засушливой», остальная территория северной части - умеренно засушливой, центральная полоса и южная часть области – сильно засушливой.

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.

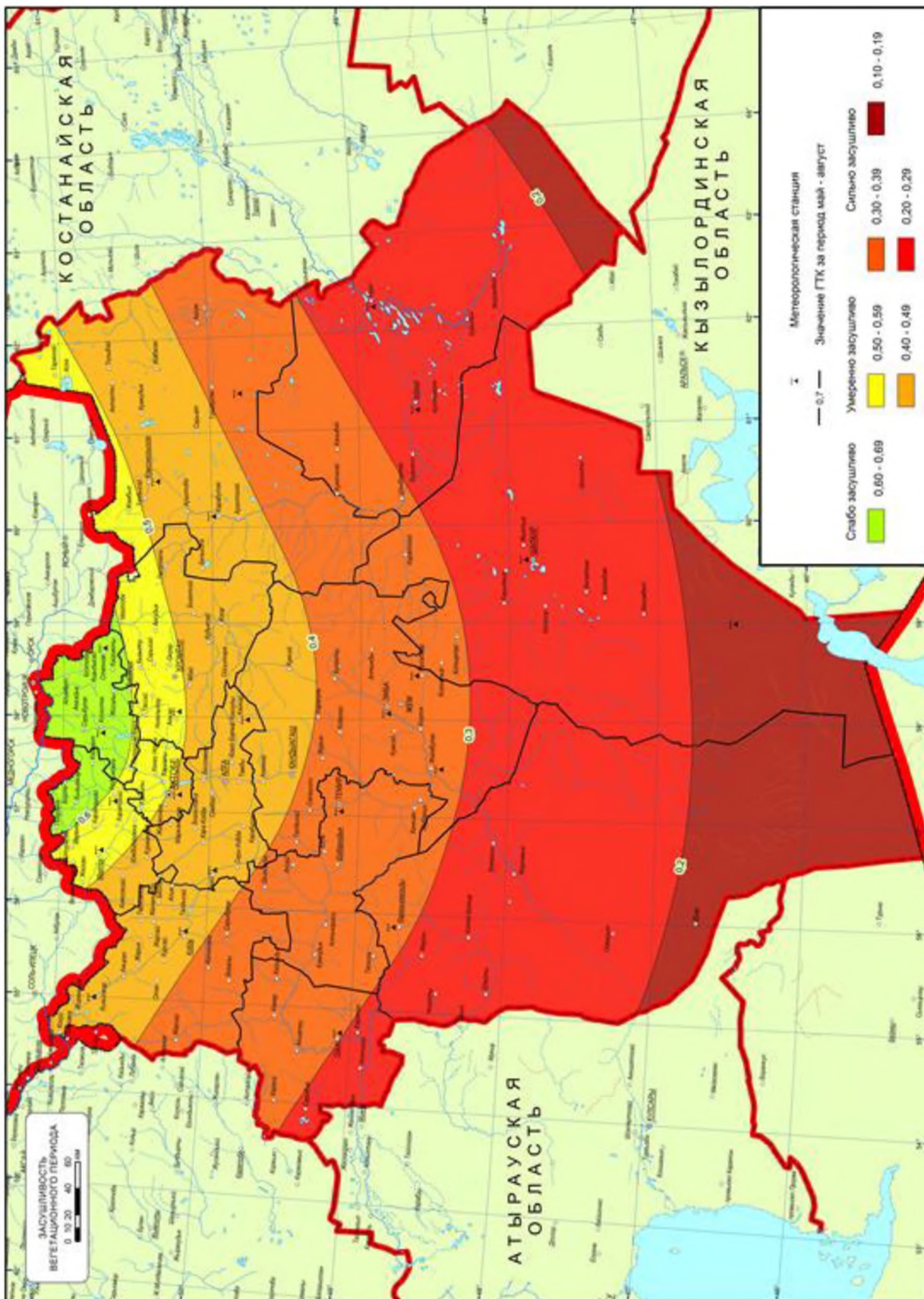


Рисунок 3.11 – Засушливость вегетационного периода

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

В таблице 3.38 представлены значения биоклиматического потенциала по метеорологическим станциям области. В северной части области БПК превышает 30 ц/га, а территория севернее МС Родниковка, Марток и Спепное имеет значение БКП более 35 ц/га. В центральной части области БПК составляет 25-30 ц/га, а в южной части - менее 20 ц/га.

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

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

НП (МС)	БКП, ц/га
Марток	32
Косестек	36
Родниковка	34
Комсомольское	30
Актобе	31
Акжар	34
Кобда	33
Акай	33
Карабутак	31
Баскудык	26
Темир	28
Ойыл	25
Нура	22
Эмба	27
Карауылкельды	25
Ыргыз	23
Мугалжар	29
Шалкар	22
Аяккүм	19

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

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

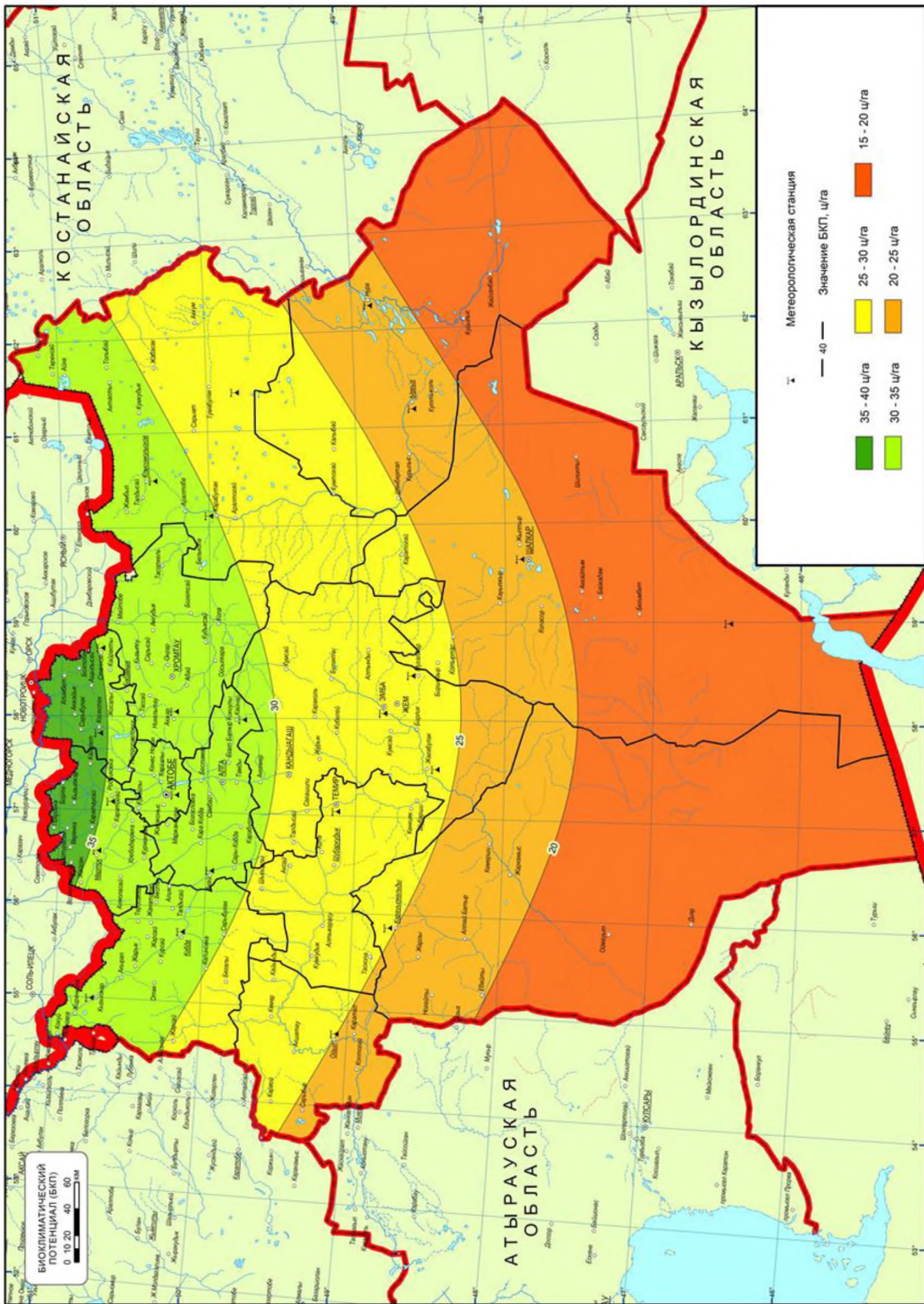


Рисунок 3.12 – Биоклиматический потенциал территории Актюбинской области

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 Актюбинской области средняя годовая относительная влажность воздуха уменьшается с севера на юг от 71% до 59% (таблица 3.39). Относительная влажность воздуха растет от лета к зиме (рисунок 3.13). Наименьшие значения относительной влажности воздуха наблюдается в северной части области в мае-июне (59-61%), а в южной части – в летние месяцы (29-40%). В зимние месяцы относительная влажность воздуха повышается до 80% и выше.

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

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Марток	83	81	81	68	56	54	55	54	59	70	82	83	69
Косестек	81	80	81	70	61	59	61	62	64	73	83	82	71
Родниковка	82	81	80	69	59	57	59	57	60	70	82	83	70
Комсомольское	83	83	84	69	56	51	53	52	55	68	83	83	68
Актобе	81	79	79	66	56	54	55	54	58	69	80	82	68
Акжар	86	84	85	72	59	53	55	54	60	72	85	86	71
Кобда	80	78	78	66	57	53	53	54	59	70	81	82	68
Акай	80	79	80	65	55	51	51	51	55	67	80	80	66
Карабутақ	83	82	85	69	57	51	51	51	56	68	83	84	68
Баскудык	81	82	83	66	52	43	43	45	52	64	79	82	64
Темир	81	80	79	66	55	48	47	47	52	65	78	81	65
Ойыл	81	79	78	60	51	44	43	42	47	62	78	81	62
Нура	80	79	79	62	51	45	47	47	50	63	79	81	64
Эмба	80	78	77	65	56	47	47	48	52	66	78	80	65
Карауылкельды	85	84	82	63	53	46	46	44	50	64	81	84	65
Ыргыз	84	85	84	62	49	41	42	42	45	60	79	83	63
Мугалжар	79	77	75	62	53	45	44	44	49	62	76	78	62
Шалкар	82	82	80	60	50	41	40	40	44	61	78	82	62
Аяккум	78	77	73	55	47	40	39	40	45	60	76	78	59

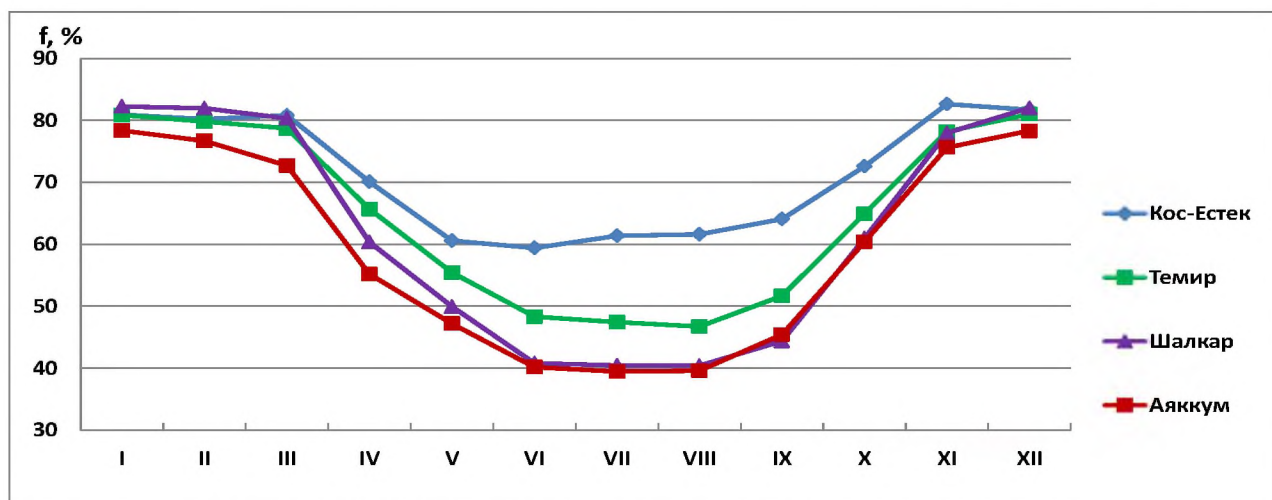


Рисунок 3.13 - Годовой ход относительной влажности воздуха

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 засуху. Сильный ветер может привести к полеганию посевов.

Территория Актыубинской области в целом является умеренно ветреным. В течение года скорость ветра ослабевает летом, к зиме усиливается и достигает наибольших значений весной (рисунок 3.14).

Средняя годовая скорость ветра превышает 4,0 м/с в районах МС Мугалжар, Баскудык и Шалкар. На этих МС в конце зимы – начале весны скорость ветра превышает 5,0 м/с. Наименьшая скорость ветра наблюдается в районе МС Кобда, где среднегодовая скорость ветра равна 2,1 м/с (таблица 3.40).

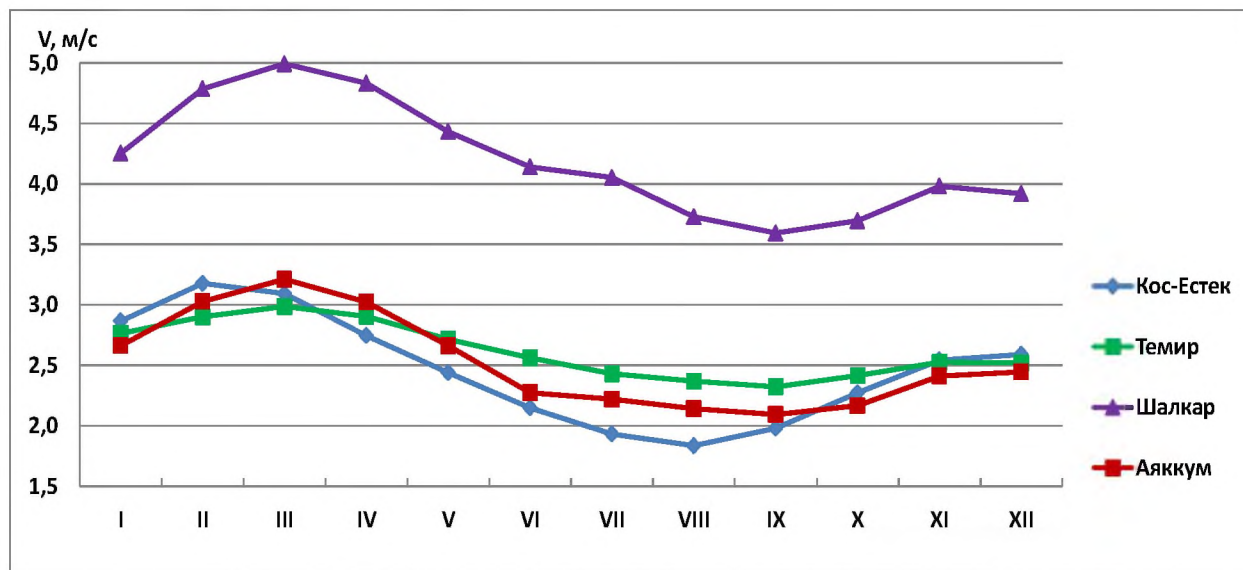


Рисунок 3.14 - Годовой ход средних месячных скоростей ветра

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

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Марток	2,6	2,8	2,8	2,8	2,6	2,3	2,2	2,1	2,1	2,2	2,4	2,3	2,4
Косестек	2,9	3,2	3,1	2,7	2,4	2,1	1,9	1,8	2,0	2,3	2,5	2,6	2,5
Родниковка	4,4	4,7	4,4	3,8	3,8	3,4	3,1	2,9	3,2	3,5	3,9	4,0	3,8
Комсомольское	3,9	4,3	4,2	4,0	3,9	3,5	3,3	3,1	3,2	3,4	3,7	3,6	3,7
Актобе	2,6	2,6	2,6	2,6	2,4	2,2	1,9	1,9	2,1	2,3	2,3	2,4	2,3
Акжар	3,6	4,0	3,7	3,2	3,2	2,9	2,7	2,6	2,6	2,9	3,2	3,3	3,2
Кобда	2,5	2,6	2,4	2,4	2,1	1,9	1,7	1,6	1,8	1,8	2,0	2,2	2,1
Акай	4,5	4,7	4,5	4,3	4,0	3,7	3,3	3,4	3,5	3,7	3,8	4,0	3,9
Карабутак	3,8	4,2	4,2	4,1	4,0	3,8	3,7	3,4	3,4	3,7	3,8	3,6	3,8
Баскудык	4,5	5,2	5,0	4,5	4,3	3,9	3,8	3,6	3,9	4,1	4,3	4,3	4,3
Темир	2,8	2,9	3,0	2,9	2,7	2,6	2,4	2,4	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6
Ойыл	4,5	4,5	4,5	4,4	4,0	3,8	3,6	3,5	3,8	3,8	3,8	4,1	4,0
Нура	2,8	3,1	3,4	3,5	3,4	3,0	2,6	2,5	2,6	2,9	2,8	2,7	3,0
Эмба	3,2	3,7	3,7	3,6	3,3	3,1	2,9	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	3,1
Карауылкельды	3,7	4,3	4,2	3,9	3,3	3,0	2,8	2,8	2,9	3,1	3,3	3,5	3,4
Ыргыз	4,0	4,4	4,4	4,3	4,0	3,9	3,7	3,5	3,5	3,8	3,7	3,7	3,9
Мугалжар	5,2	5,9	5,5	4,3	3,8	3,7	3,4	3,3	3,5	3,8	4,2	4,7	4,3
Шалкар	4,3	4,8	5,0	4,8	4,4	4,1	4,1	3,7	3,6	3,7	4,0	3,9	4,2
Аяккум	2,7	3,0	3,2	3,0	2,7	2,3	2,2	2,1	2,1	2,2	2,4	2,4	2,5

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 северной МС Косестек 30%, в районах МС Темир и Шалкар 13-15%, а на южном МС Аяккум – 21% (таблица 3.41).

Повторяемость направлений ветра по 8 румбам и построенные на их основе розы ветров показали, что преобладающие направления ветров на рассматриваемых станциях в основном схожи. В среднем за год преобладает на северной МС Косестек южный (Ю) ветер, а на остальных МС – ветра восточного направления (В). В июле на всех МС преобладает ветер северного направления, т.е. от северного (С) до северо-западного (СЗ). В январе на МС Косестек преобладает ветер южного (Ю) направления, на МС Темир и МС Аяккум – восточного (В) направления. На МС Шалкар почти в равной степени преобладают ветра двух противоположных направлений: юго-западный (ЮЗ) и северо-восточный (СВ) (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
Косестек	I	14	10	3	7	32	21	8	5	32
	VII	18	14	9	6	10	9	16	18	31
	год	13	12	7	8	20	16	14	10	30
Темир	I	7	12	19	12	17	12	13	8	13
	VII	15	12	12	6	6	6	18	25	12
	год	10	12	17	10	12	10	15	14	13
Шалкар	I	12	17	17	8	10	19	13	4	13
	VII	21	16	14	5	6	7	14	17	15
	год	14	16	18	8	9	12	13	10	15
Аяккум	I	5	14	23	13	8	12	17	8	16
	VII	14	13	10	8	9	7	17	22	24
	год	8	14	21	12	9	9	14	13	21

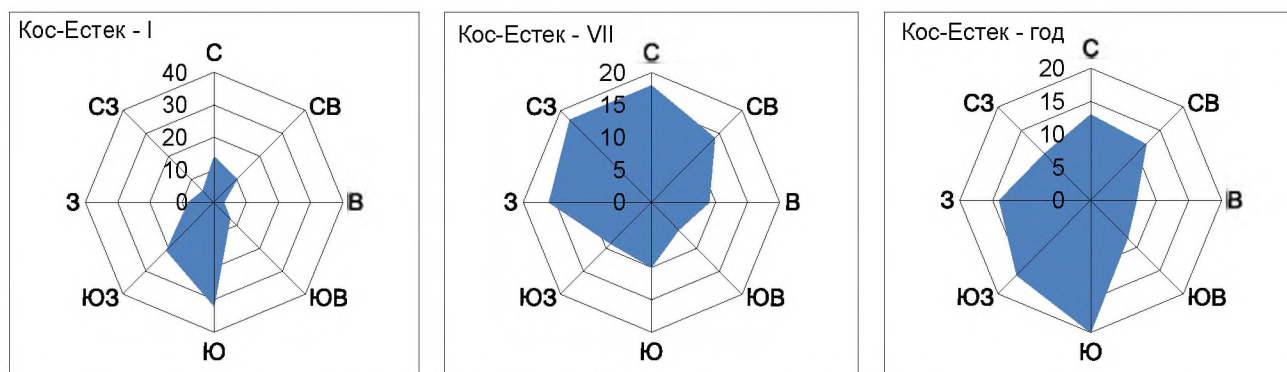


Рисунок 3.15 – Роза ветров на МС Косестек

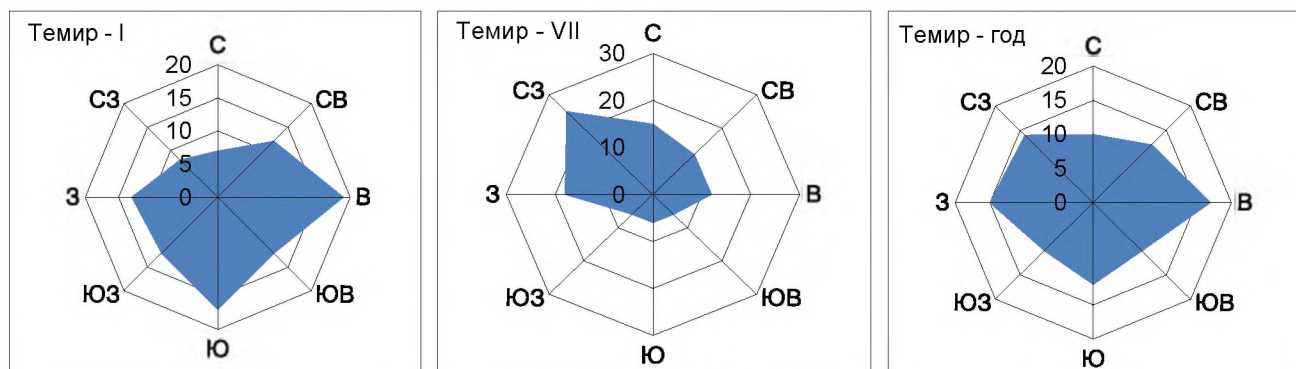


Рисунок 3.16 – Роза ветров на МС Темир

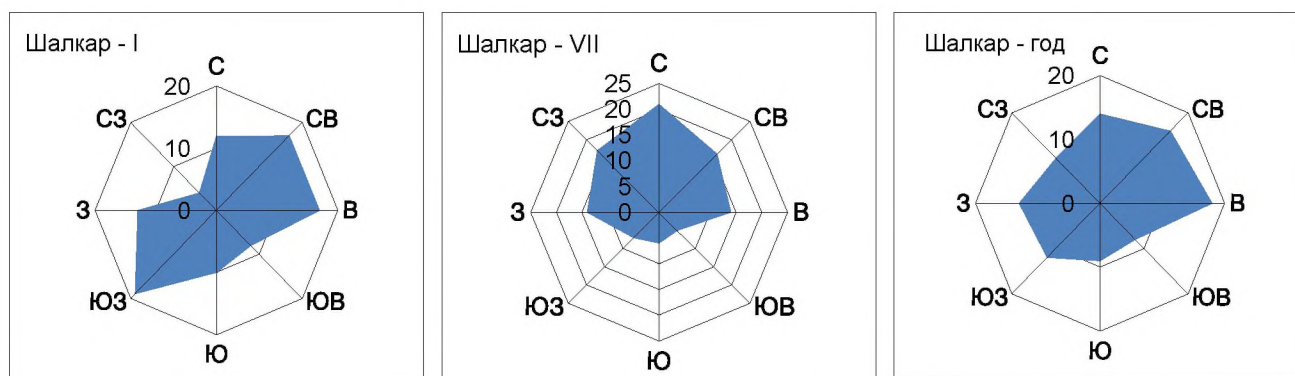


Рисунок 3.17 – Роза ветров на МС Шалкар

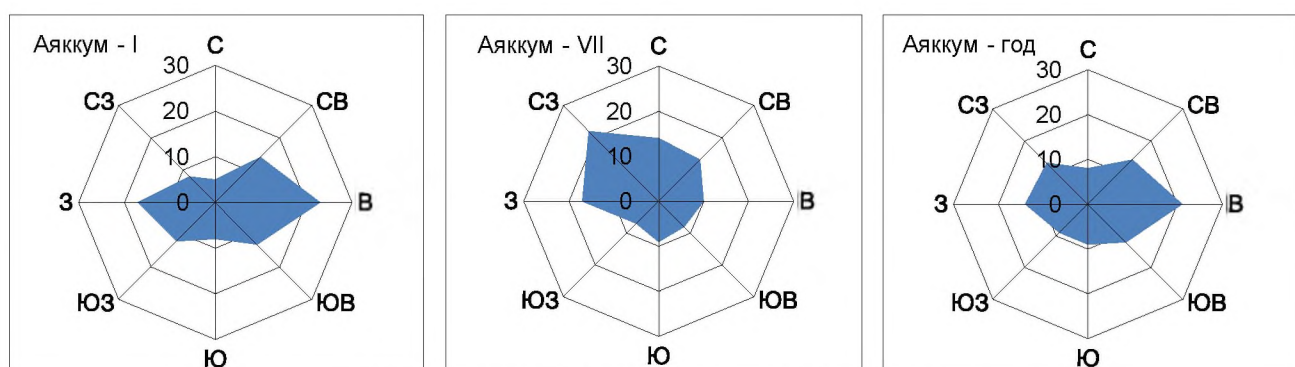


Рисунок 3.18 – Роза ветров на МС Аяккум

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 [57, 58].

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 50% на МС Пресногорьковка до 72% на МС Аркалык.

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													
0-3,9	65	64	66	64	66	70	73	76	73	69	67	68	68
$\geq 4,0$	35	36	34	36	34	30	27	24	27	31	33	32	32
МС													
0-3,9	66	66	64	63	67	69	71	74	72	68	68	69	68
$\geq 4,0$	34	34	36	37	33	31	29	26	28	32	32	31	32
МС													
0-3,9	41	39	36	35	43	44	46	51	52	48	43	44	44
$\geq 4,0$	59	61	64	65	57	56	54	49	48	52	57	56	56
МС													
0-3,9	66	63	59	59	65	67	67	71	73	70	66	68	66
$\geq 4,0$	34	37	41	41	35	33	33	29	27	30	34	32	34

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 [59]:

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

Расчеты показали, что среднегодовой ветроэнергетический потенциал в области не превышает $100 \text{ Вт/м}^2 * \text{с}$. На МС Акай, Баскудык, Ойыл, Мугаджар и Шалкар ветроэнергетический потенциал превышает $100 \text{ Вт/м}^2 * \text{с}$ в зимне-весенний период. Остальные МС характеризуются низким ветроэнергетическим потенциалом, менее $60 \text{ Вт/м}^2 * \text{с}$ (таблица 3.43). В районе МС Мугаджар и Баскудык, где наблюдаются наибольшие скорости ветра, ветроэнергетический потенциал в среднем за год составляет $91 \text{ Вт/м}^2 * \text{с}$.

При таком среднегодовом ветроэнергетическом потенциале, его суточное значение на 1 м^2 рабочей поверхности составляет $7,8 \text{ МВт/м}^2 * \text{сут}$, а годовое – $2821,5 \text{ МВт/м}^2 * \text{год}$.

Таким образом, территория Актюбинской области не обладает высоким потенциалом по выработке энергии ветра.

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

МП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Марток	21	25	24	25	21	14	12	10	11	12	16	15	17
Косестек	27	37	34	24	17	11	8	7	9	14	19	20	17
Родниковка	99	120	97	63	64	47	34	29	39	52	71	77	62
Комсомольское	70	90	84	77	70	48	43	35	39	46	57	56	58
Актобе	20	21	21	21	17	12	8	8	10	14	15	16	15
Акжар	54	73	58	40	36	29	22	19	21	28	39	42	36
Кобда	18	21	17	15	10	7	5	5	6	7	9	12	10
Акай	103	118	109	93	74	58	42	44	48	59	65	74	71
Карабутак	64	89	88	80	76	62	59	47	44	57	64	56	65
Баскудык	106	159	143	104	92	67	64	54	68	80	95	91	91
Темир	24	28	31	28	23	19	17	15	15	16	19	19	21
Ойыл	106	105	104	97	75	65	52	52	61	65	65	80	76
Нура	24	36	45	49	47	32	21	19	22	28	27	22	30
Эмба	37	61	60	55	40	34	28	25	24	26	24	26	35
Карауылкельды	61	93	85	67	43	33	25	24	28	36	41	51	46
Ыргыз	73	99	101	92	76	67	59	49	52	62	61	60	70
Мугалжар	168	238	192	90	66	61	46	43	48	62	87	117	91
Шалкар	89	127	144	131	101	82	77	60	54	59	73	70	86
Аяккум	22	32	38	32	22	14	13	11	11	12	16	17	19

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 [57].

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 Темир и Шалкар, где в течение года месячные максимальные скорости ветра колеблются от 18 до 30 м/с, а порывы до 36 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
Косестек	22 (27)	25 (29)	20 (25)	18 (23)	17 (20)	17 (25)	17 (20)	17 (25)	17 (20)	20 (25)	17 (23)	22 (25)	25 (29)
Темир	30 (34)	22 (25)	20 (28)	20 (28)	20 (25)	18 (22)	18 (30)	20 (22)	18 (25)	20 (22)	20 (24)	18 (20)	30 (34)
Шалкар	24 (28)	30 (36)	25 (30)	28 (32)	20 (28)	18 (30)	18 (34)	20 (30)	20 (30)	22 (28)	25 (30)	20 (24)	30 (36)
Аяккум	20 (24)	16 (20)	20 (24)	18 (24)	18 (20)	20 (24)	18 (24)	18 (24)	16 (20)	18 (20)	18 (24)	14 (20)	20 (24)

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 5-9°C (утром) до 35-41°C (после полудня), и в среднем составляет 17-21°C.

Таблица 3.45 – Температура поверхности почвы, °С

НП (МС)	Апрель			Май			Июнь		
	ср.	ср. макс	ср. мин	ср.	ср. макс	ср. мин	ср.	ср. макс	ср. мин
Марток	8	22	0	19	38	5	26	47	11
Косестек	5	17	-3	17	36	3	24	45	9
Родниковка	3	12	-2	17	35	5	24	44	10
Комсомольское	5	15	-2	17	36	5	25	45	12
Актобе	8	22	0	20	41	6	26	50	12
Акжар	6	17	-1	17	35	5	24	44	11
Кобда	7	2	-1	18	37	6	25	45	11
Акай	9	24	0	19	40	7	27	49	13
Карабутак	6	17	-1	19	37	6	26	46	12
Баскудык	7	20	0	18	36	7	25	45	13
Темир	9	24	0	20	41	7	27	49	13
Ойыл	10	22	2	20	39	8	28	47	14
Нура	10	24	2	21	39	9	28	49	15
Эмба	9	22	1	19	37	7	27	47	13
Карауылкельды	7	19	0	19	38	7	26	47	13
Брғыз	10	26	2	21	40	9	28	49	14
Мугалжар	6	21	1	18	35	7	26	45	13
Шалкар	11	25	2	20	39	8	28	49	14
Аяккум	12	28	2	21	41	8	28	51	13

В таблице 3.46 приведены данные по средней декадной температуре поверхности почвы. В среднем поверхность почвы прогревается в третьей декаде апреля до 9-15°C, в первой декаде мая – выше 15°C, в третьей декаде мая доходит до 20°C, а в июне – на всех МС превышает 22°C.

Таблица 3.46 – Средняя декадная температура поверхности почвы, °С

НП (МС)	Апрель			Май			Июнь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Марток	3	9	13	16	18	21	24	26	27
Косестек	-1	5	10	14	16	19	22	24	26
Родниковка	-2	3	9	14	17	19	22	24	25
Комсомольское	-2	5	11	15	17	20	22	25	27
Актобе	2	9	14	17	20	22	25	27	28
Акжар	-1	6	11	14	17	19	22	25	26
Кобда	1	7	12	16	18	20	23	26	27
Акай	3	10	14	17	19	22	25	27	28
Карабутак	-1	7	13	16	19	21	23	26	28
Баскудык	2	8	13	16	19	20	23	25	28
Темир	3	10	14	17	20	22	25	28	28
Ойыл	5	11	15	17	20	23	25	28	29
Нура	5	10	15	18	21	23	26	28	30
Эмба	4	9	14	16	19	21	25	27	29
Карауылкельды	1	8	13	16	19	22	24	27	28
Ыргыз	5	11	15	18	21	23	26	28	30
Мугалжар	4	9	13	15	19	20	23	26	27
Шалкар	6	11	15	17	21	23	26	28	30
Аяккум	7	12	15	18	21	23	26	29	30

В таблице 3.47 приведена средняя месячная температура пахотного слоя почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см, по коленчатым термометрам. В северной зерносеющей территории области в среднем за май месяц температура в верхнем 5 см слое почвы составляет около 18°C, а на глубине 20 см – около 16°C. В июне пахотный слой почвы прогревается в среднем за месяц до 22-25°C в 5 см глубине, до 18-23°C в 20 см глубине. Разница в температуре почвы севера и центра области составляет около 2°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
Косестек	-	-	-	-	22,4	20,9	19,7	18,7
Родниковка	-	-	-	-	21,3	20,1	-	-
Актобе	17,8	16,9	16,1	15,3	24,3	23,2	22,5	21,7
Кобда	18,6	17,8	17,4	16,8	24,7	23,9	23,3	22,7
Темир	17,7	16,9	16,3	15,7	24,3	23,4	22,8	22,1
Ойыл	18,3	17,5	16,8	16,3	24,9	24,0	23,3	22,8

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

В Актюбинской области устойчивое промерзание почвы в среднем начинается на севере в начале ноября, на юге – в середине ноября, а в годы с холодной осенью – в первой декаде октября. Весной верхний 10 см слой почвы оттаивает в конце марта – начале апреля, и почва полностью оттаивает на юге - в конце апреля, на севере – в середине апреля. Самая поздняя дата полного оттаивания почвы наблюдается в конце апреля (таблица 3.48).

Таблица 3.48 – Даты начала устойчивого промерзания и полного оттаивания почвы

НП (МС)	Дата начала устойчивого промерзания почвы			Средние даты оттаивания на глубинах, см			Дата полного оттаивания почвы		
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	10	20	30	средняя	самая ранняя	самая поздняя
Марток	08.11	11.10	26.11	28.03	31.03	03.04	07.04	20.03	24.04
Косестек	02.11	01.10	11.12	09.04	11.04	15.04	16.04	29.03	29.04
Родниковка	07.11	10.10	12.12	12.04	13.04	14.04	14.04	20.03	30.04
Акжар	17.11	11.10	24.12	30.03	03.04	04.04	09.04	14.03	30.04
Баскудык	15.11	01.11	21.12	05.04	06.04	06.04	10.04	06.04	19.04
Нура	16.11	01.10	04.12	25.03	27.03	29.03	06.04	01.03	30.04
Аяккум	15.11	11.10	30.11	25.03	15.03	18.03	29.03	12.03	10.04

На территории области в среднем глубина промерзания составляет в ноябре 21-44 см и нарастает к зиме, достигая глубины более 150 см. Только в районе МС Косестек и Родниковка средняя глубина промерзания не превышает 100 см. Максимальная глубина промерзания составляет около и более 150 см (таблица 3.49).

Таблица 3.49 - Глубина промерзания почвы, см

НП (МС)	Месяц					из максимальных за период		
	XI	XII	I	II	III	средняя	наибольшая	наименьшая
Марток	25	68	>150	>150	>150	-	>150	58
Косестек	21	49	65	81	78	87	150	25
Родниковка	28	48	55	60	55	66	137	16
Акжар	27	66	>150	>150	>150	-	>150	52
Баскудык	44	>150	>150	>150	>150	-	>150	50
Нура	40	>150	>150	>150	>150	-	>150	58
Аяккум	21	>150	>150	>150	>150	-	>150	31

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
32	14	18	3	7	6

Таким образом, в Актюбинской области повторяемость засухи составляет 32%, т.е. засуха имеет вероятность проявления 1 раз в 3 года. Повторяемость сильной засухи, когда урожайность снижается на 50% и более составляет 18%, т.е. имеет вероятность проявления 1 раз в 6 лет. Надо отметить, что данная оценка применима для северной половины области, где возделывается яровая пшеница.

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

Для оценки вероятности установления засухи, по данным МС Актюбинской 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 Актюбинской области с севера на юг растет повторяемость засухи. На крайнем севере области (Косестек) повторяемость засухи составляет менее 40%, т.е. имеет вероятность установления 1 раз в 3 года. Но здесь повторяемость сильных засух, которые снижают урожайность культур на 50% и более, составляет около 20%, т.е. она имеет вероятность 1 раз в 5 лет.

Южнее Косестек в полосе широт, соответствующей МС Родниковка повторяемость засухи составляет 40-60%, т.е. имеет вероятность 1 раз в 2 года, повторяемость сильных засух – около 20% и имеет вероятность 1 раз в 5 лет.

В центральной части северной половины Актюбинской области повторяемость засухи составляет 60-80%, т.е. имеет вероятность установления 1 раз в 1-2 года, а повторяемость сильных засух составляет 25-40% и имеет вероятность 1 раз в 3-4 года.

На остальной территории области повторяемость засухи превышает 80%, и она возможна ежегодно, а сильная засуха имеет вероятность установления в каждые 2 года. На крайнем юге области ежегодно наблюдается сильная засуха.

Таблица 4.2 – Повторяемость и вероятность установления засухи

НП (МС)	Повторяемость, %		Вероятность, 1 раз в ... лет	
	засуха	сильная засуха	засуха	сильная засуха
Косестек	36	21	3	5
Родниковка	52	20	2	5
Марток	65	33	1-2	3
Комсомольское	69	38	1-2	3
Актобе	66	36	1-2	3
Акжар	63	25	1-2	4
Кобда	80	47	1	2
Акай	79	40	1	2
Карабутак	78	48	1	2
Баскудык	90	73	1	1
Темир	89	57	1	2
Ойыл	91	72	1	1
Нура	98	92	1	1
Эмба	94	65	1	2
Карауылкельды	91	65	1	2
Мугалжар	89	79	1	1
Ыргыз	98	90	1	1
Шалкар	97	86	1	1
Аяккум	99	94	1	1

На рисунке 4.1 представлено пространственное распределение повторяемости засухи по территории Актюбинской области. Наименьшая повторяемость засухи (менее 40%) свойственна крайнему северу области. Остальная территория северной части области имеет повторяемость засухи 40-80%. В центральной и южной частях области повторяемость засухи превышает 80%.

На рисунке 4.2 представлено пространственное распределение повторяемости сильной засухи, приводящее к снижению урожайности на 50% и более. Наименьшая повторяемость сильной засухи (менее 20%) свойственна северной окраине области, т.е. здесь сильная засуха может устанавливаться 1 раз в 5 лет.

В центральной части области повторяемость сильной засухи составляет 40-70%, т.е. вероятность проявления сильной засухи составляет 1 раз в 2-3 года. В южной части области повторяемость сильной засухи превышает 70% (1 раз в 2 года).

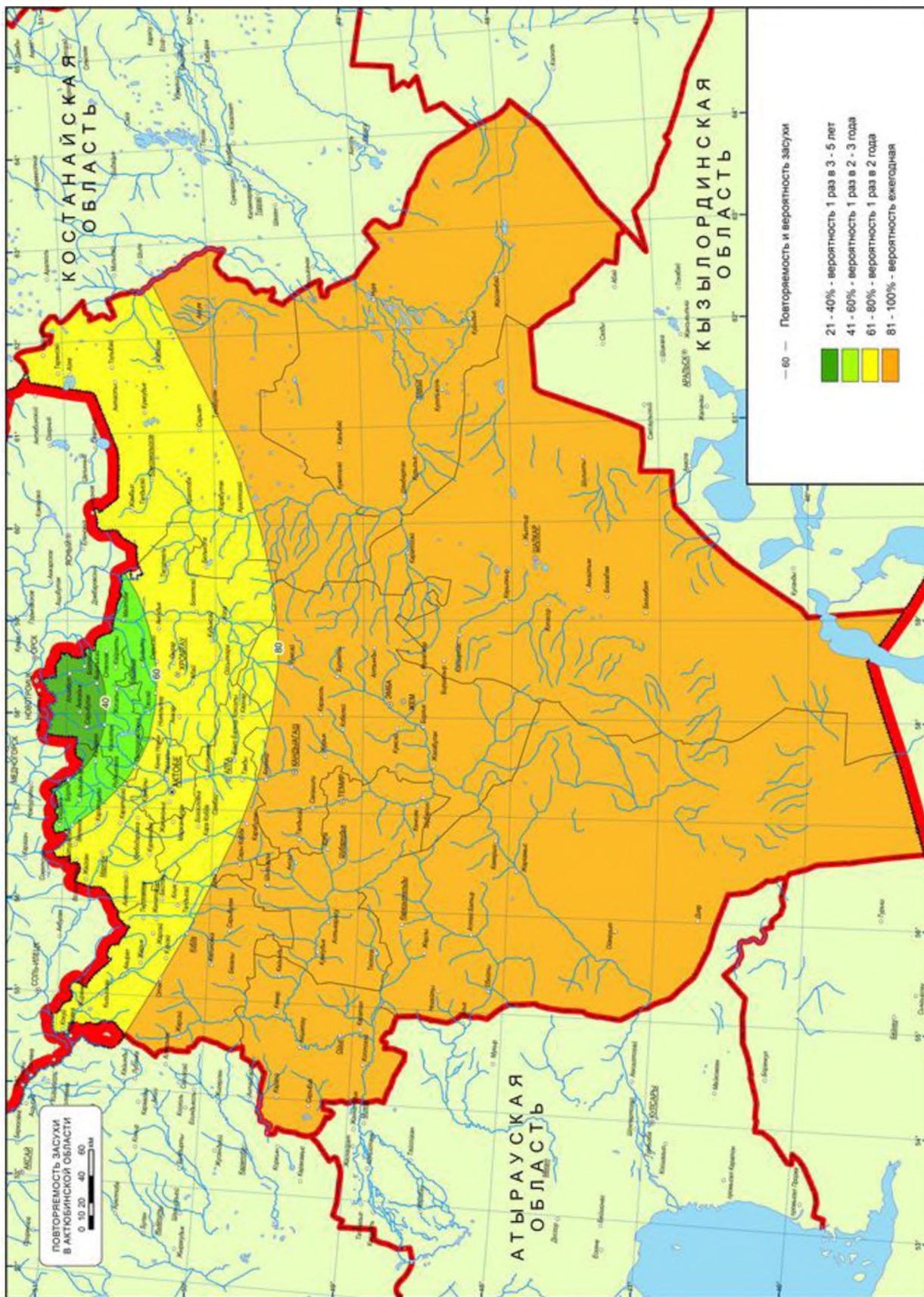


Рисунок 4.1 – Повторяемость засухи

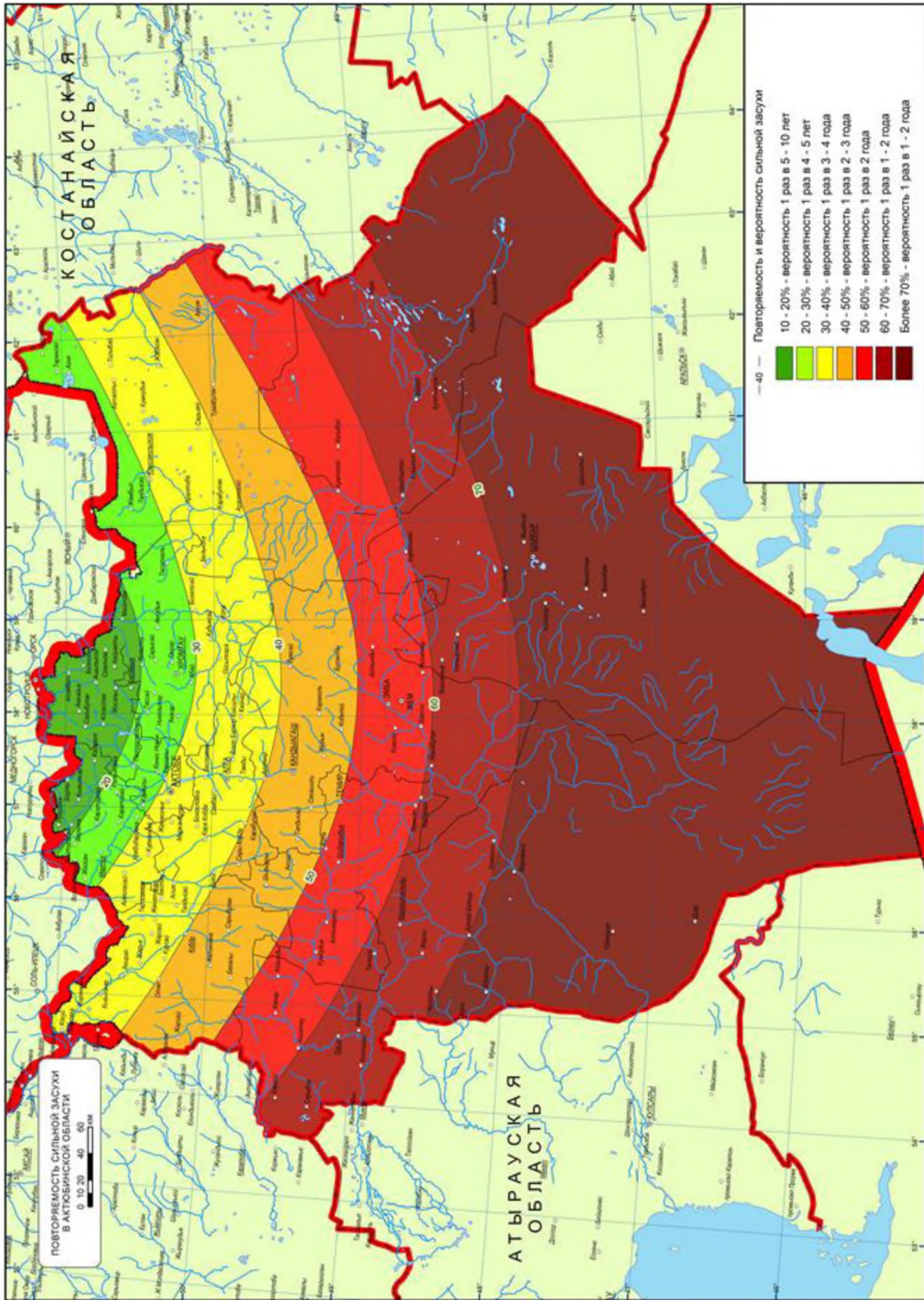


Рисунок 4.2 – Повторяемость сильной засухи

4.2 Суховей

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

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

В таблице 4.3 представлено годовое количество суховейных дней слабой, умеренной и сильной интенсивности по Актыобинской области. В области суховея наблюдаются в теплый период года, с апреля по сентябрь месяцы. Годовое количество суховейных дней колеблется от 53 дней на севере до 136 дней на юге области. Из них суховея умеренной интенсивности, оказывающее существенное отрицательное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур, составляет на крайнем севере области 8-12 дней, в северной зерносеющей зоне – 20-30 дней, в центральной части – 30-50 дней, а на юге – 50-55 дней. Интенсивный суховей, когда дефицит влажности воздуха превышает 40 мб, наблюдается на крайнем севере очень редко, в центральной части – около 10 дней, на юге – 20-30 дней.

Таблица 4.3 – Годовое количество суховейных дней

НП (МС)	Количество суховейных дней			
	слабый	умеренный	интенсивный	всего
Косестек	57	12	0	69
Родниковка	44	8	1	53
Марток	59	27	4	90
Комсомольское	58	26	2	86
Актобе	61	30	4	95
Кобда	54	29	5	88
Акай	61	29	10	100
Карабутақ	61	30	5	96
Баскудык	59	36	6	101
Темир	63	35	9	107
Ойыл	54	41	19	114
Нура	64	43	10	117
Эмба	60	38	5	103
Карауылкельды	56	36	14	106
Мугалжар	60	33	3	96
Ыргыз	54	51	19	124
Шалкар	51	50	26	127
Аяккум	49	55	32	136

На рисунке 4.3 представлено пространственное распределение по территории области среднемноголетнего количества дней в году с суховеями умеренной и сильной интенсивности. По территории области количество суховейных дней растет с севера на юг, в среднем в течение года суховейными бывают на севере около 10-20 суток, на юге – около 80 суток.

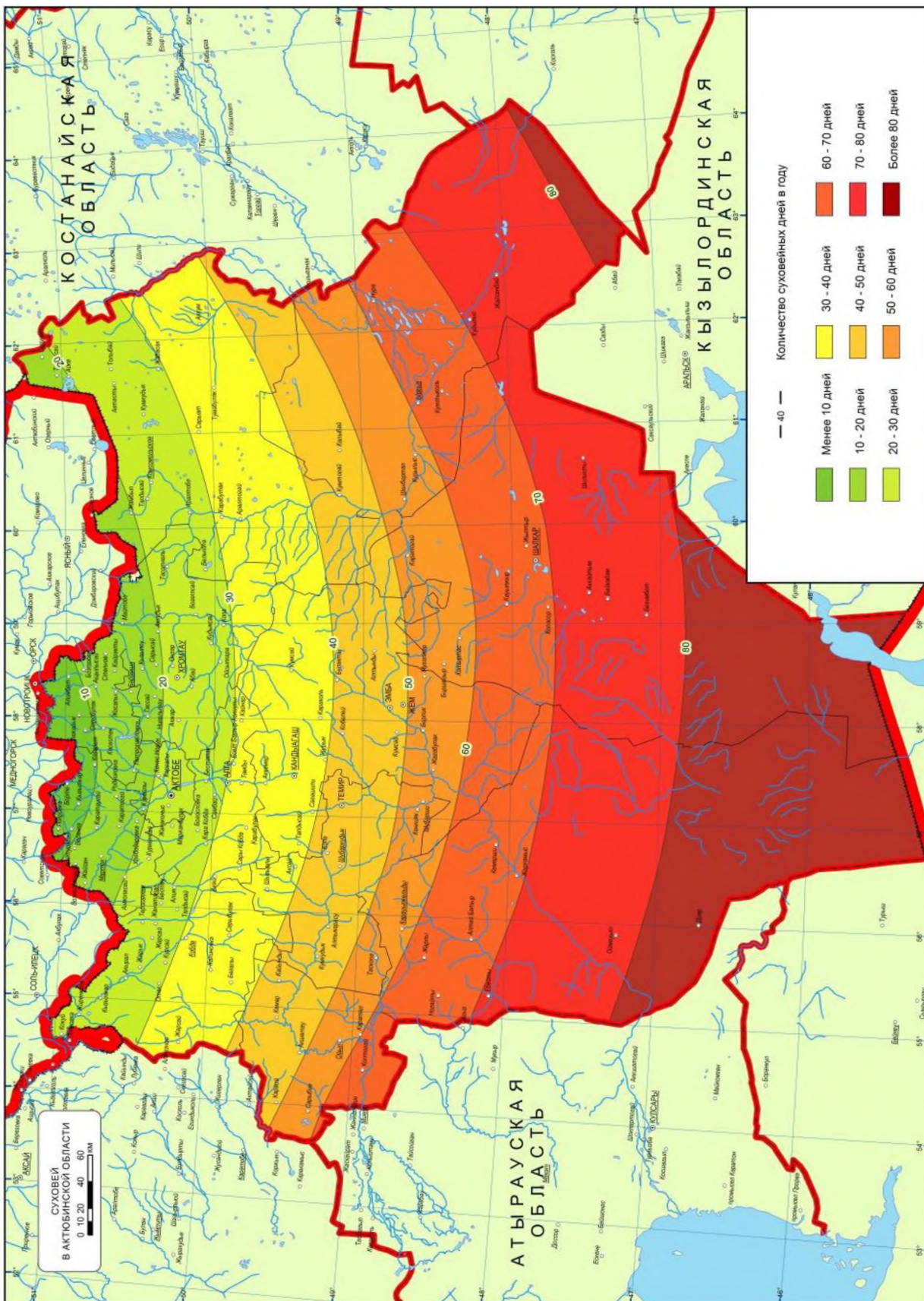


Рисунок 4.3 – Количество дней в году с суховеями умеренной и сильной интенсивности

4.3 Заморозки

Заморозком называется кратковременное понижение температуры воздуха или поверхности почвы (травостоя) до 0°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 Актюбинской области последние весенние заморозки в воздухе могут наблюдаться в период с конца апреля в юго-западных регионах (МС Темир, Эмба, Карауылкельды) и в первой декаде мая в северных широтах области. Лишь на крайнем севере (п. Косестек) последние заморозки отмечаются 16 мая. В годы с поздней и затяжной весной заморозки прекращаются на юге в середине и в конце мая, на севере – в начале июня. На крайнем севере (п. Косестек) последние весенние заморозки могут наблюдаться и в середине июня (таблица 4.4).

Первые осенние заморозки в воздухе в среднем наблюдаются на крайнем севере области (п. Косестек) 10 сентября. На остальной территории севера области наблюдаются в конце сентября, а на юго-западной и южной части - с 1 по 8 октября.

В годы с ранней и прохладной осенью первые заморозки могут наблюдаться на крайнем севере области в 20 числах августа. Ранние осенние заморозки наблюдаются в центральной части области в первой декаде сентября, на юге – в середине сентября.

Продолжительность беззаморозкового периода увеличивается с севера на юг от 140 до 173 суток. Наименьшая продолжительность периода без заморозков – 117 суток отмечается на МС Косестек (таблица 4.4).

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	
Косестек	16.05	28.04	12.06	10.09	20.08	05.10	117
Родниковка	06.05	08.04	07.06	23.09	04.09	10.10	140
Марток	03.05	12.04	02.06	25.09	05.09	13.10	145
Комсомольское	04.05	09.04	31.05	23.09	30.08	04.10	142
Актобе	02.05	12.04	03.06	26.09	05.09	26.10	147
Акжар	06.05	17.04	07.06	25.09	28.08	26.10	142
Кобда	01.05	06.04	03.06	26.09	07.09	20.10	148
Акай	03.05	12.04	07.06	28.09	10.09	25.10	148
Карабутак	06.05	10.04	11.06	24.09	05.09	12.10	140
Баскудык	06.05	08.04	11.06	26.09	06.09	20.10	143
Темир	27.04	02.04	26.05	01.10	08.09	20.10	157
Ойыл	21.04	31.03	25.05	04.10	11.09	01.11	165
Нура	17.04	31.03	09.05	08.10	01.10	29.10	173
Эмба	26.04	02.04	29.05	29.09	05.09	20.10	156
Карауылкельды	23.04	02.04	01.06	01.10	07.09	01.11	161
Ыргыз	20.04	01.04	26.05	03.10	15.09	24.10	166
Мугалжар	23.04	31.03	28.05	02.10	06.09	23.10	162
Шалкар	20.04	31.03	27.05	02.10	13.09	21.10	165
Аяккум	17.04	25.03	17.05	02.10	13.09	01.11	168

На рисунке 4.4 приведено распределение по территории области продолжительности беззаморозкового периода в воздухе. Она растет с севера на юг области от 120 до 170 суток.

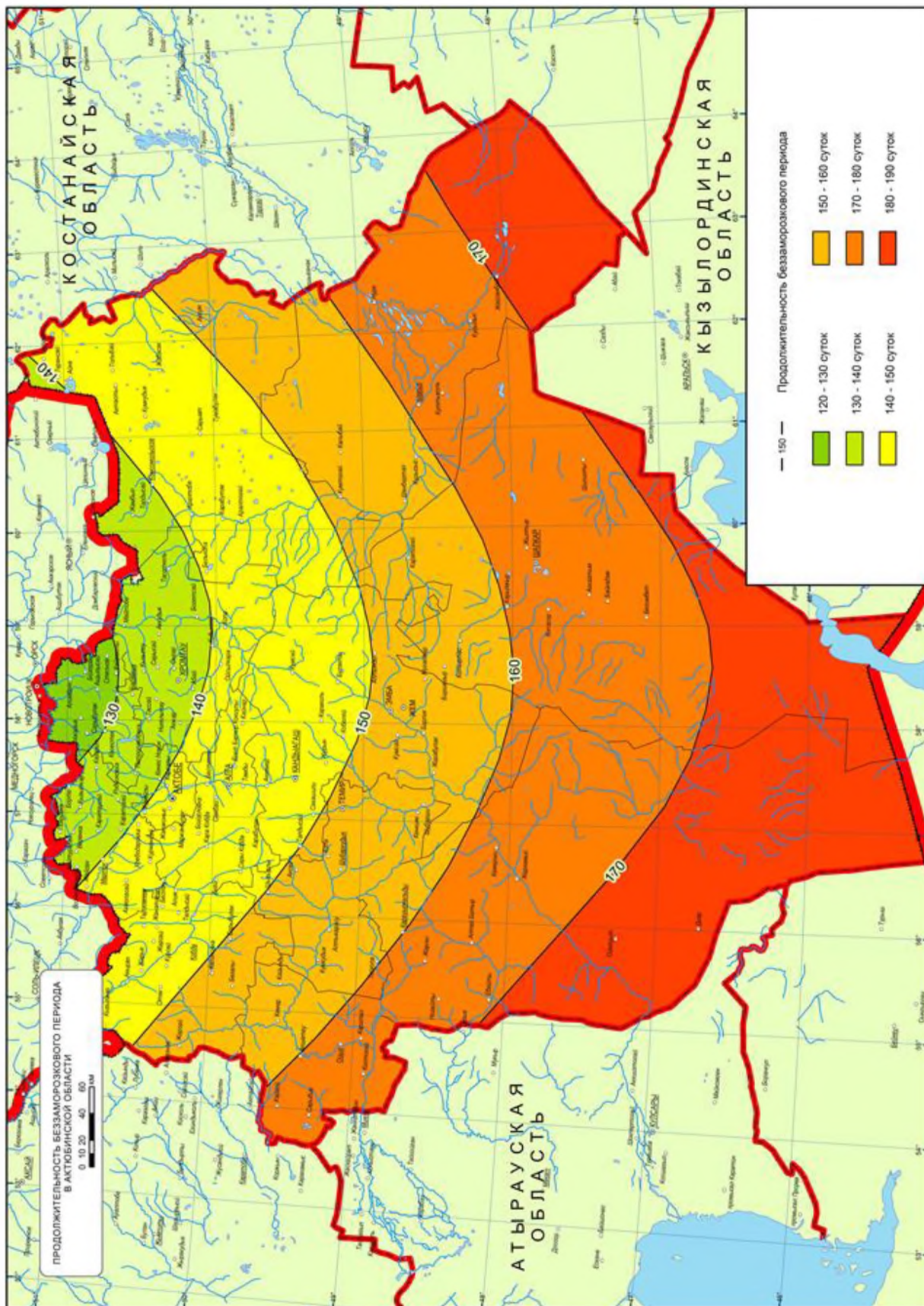


Рисунок 4.4 - Продолжительность беззаморозкового периода в воздухе

На почве последние весенние заморозки отмечаются позже, чем в воздухе. В среднем последние весенние заморозки на почве прекращаются на крайнем севере области – 1 июня, на остальной территории севера – в второй половине мая, а на юге области - в начале мая (таблица 4.5).

В годы с прохладной весной последние весенние заморозки на почве могут наблюдаться на крайнем севере области – 25 июня, на остальной территории севера – в начале июня, а на юге области - в конце мая.

Первые осенние заморозки на почве в среднем наступают на севере области в конце августа – в первой половине сентября, на юге – после 20 сентября.

В годы с прохладным летом первые осенние заморозки на почве могут наблюдаться на крайнем севере области в начале августа, на остальной территории севера – в середине августа, а на юге области - в начале сентября.

Продолжительность беззаморозкового периода по области растет с севера на юг от 88 (Косестек) до 149 суток (Ыргыз).

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	
Косестек	01.06	18.05	25.06	28.08	01.08	19.09	88
Родниковка	22.05	02.05	15.06	09.09	08.08	03.10	110
Марток	23.05	09.05	07.06	09.09	12.08	03.10	109
Комсомольское	18.05	19.04	07.06	13.09	21.08	05.10	118
Актобе	15.05	28.04	07.06	15.09	30.08	03.10	123
Акжар	22.05	28.04	07.06	08.09	12.08	03.10	110
Кобда	19.05	24.04	10.06	11.09	12.08	03.10	116
Акай	12.05	12.04	07.06	18.09	30.08	06.10	129
Карабутак	15.05	10.04	07.06	16.09	31.08	05.10	125
Баскудык	12.05	14.04	07.06	20.09	31.08	10.10	131
Темир	10.05	22.04	29.05	19.09	21.08	05.10	132
Ойыл	05.05	14.04	09.06	26.09	07.09	09.10	144
Нура	27.04	08.04	19.05	27.09	05.09	14.10	153
Эмба	11.05	15.04	07.06	21.09	30.08	20.10	133
Карауылкельды	10.05	03.04	07.06	21.09	01.09	11.10	134
Ыргыз	01.05	09.04	24.05	27.09	07.09	16.10	149
Мугалжар	09.05	12.04	06.06	20.09	20.08	20.10	134
Шалкар	05.05	10.04	29.05	22.09	04.09	07.10	139
Аяккум	03.05	15.04	08.06	20.09	02.09	15.10	140

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 Актюбинской области грозы начинаются в апреле, и могут наблюдаться до ноября месяца. Годовое количество дней с грозой варьируется от 2-5 дней на юге и юго-востоке области (МС Нура и Аяккум) до 20-22 дней в северо-западной части области (МС Косестек, Акай) (таблица 4.6). В годы с повышенной грозовой активностью, что обычно свойственно влажным годам, максимальное количество дней с грозой достигает до 41 дня.

Таблица 4.6 – Годовое количество дней с грозой

НП (МС)	Среднее	Макс.	Мин.
Косестек	19	35	9
Родниковка	14	33	5
Марток	21	36	9
Комсомольское	19	33	8
Актобе	21	38	9
Акжар	17	29	6
Кобда	19	33	9
Акай	22	41	10
Карабутак	19	32	7
Баскудык	6	20	0
Темир	20	36	11
Ойыл	16	38	5
Нура	5	24	0
Эмба	15	33	7
Карауылкельды	14	32	0
Мугалжар	12	31	3
Ыргыз	15	27	4
Шалкар	14	28	4
Аяккум	2	7	0

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 на метеорологических станциях, из-за больших расстояний между ними.

В Актюбинской области, период с опасностью градобития длится с апреля по октябрь месяцы. Однако годовое количество дней с градом составляет около 1 дня. Максимумы градобития отмечаются на севере и северо-востоке области, где отмечается высокая грозовая активность (5 дней на МС Актобе, и 4 дня на Марток и Карабутак) (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Годовое количество дней с градом

НП (МС)	Среднее	Макс.
Косестек	0	2
Родниковка	1	4
Марток	1	4
Комсомольское	1	4
Актобе	1	5
Акжар	0	1
Кобда	0	3
Акай	1	3
Карабутак	1	4
Баскудык	0	2
Темир	1	3
Ойыл	0	1
Нура	0	2
Эмба	0	1
Карауылкельды	0	2
Мугалжар	0	0
Ыргыз	0	3
Шалкар	0	1
Аяккум	0	2

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 Актюбинской области годовое количество суток с пыльной бурей в среднем составляет от 3 до 6 дней. Пыльные бури наиболее часто наблюдаются на северо-западе области (МС Кобда) (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Годовое количество суток с пыльной бурей

НП (МС)	Среднее	Макс.	МС	Среднее	Макс.
Косестек	0	3	Темир	4	16
Родниковка	1	3	Ойыл	5	24
Марток	3	24	Нура	0	4
Комсомольское	5	16	Эмба	2	8
Актобе	3	14	Карауылкельды	4	24
Акжар	0	4	Мугалжар	0	0
Кобда	18	43	Ыргыз	2	11
Акай	3	14	Шалкар	2	30
Карабутак	1	6	Аяккум	3	17
Баскудык	6	22			

4.7 Метели

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

В области метели могут наблюдаться в период с ноября по март месяц. Количество суток с метелями уменьшается с северо-востока на юго-запад. Метели наблюдаются на севере и северо-западе области в среднем 15-18 суток в год, до 2-5 суток на юге области (МС Аяккум, Нура). В районах МС Комсомольское и Мугалжар количество дней с метелью превышает 20 суток, в районе МС Акжар – 30 суток. Максимальное количество дней с метелью доходит до 40 и более суток, а в районе МС Акжар – до 70 суток (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Годовое количество суток с метелью

НП (МС)	Среднее	Макс.	Мин.
Косестек	19	41	5
Родниковка	13	41	1
Марток	15	37	2
Комсомольское	23	41	3
Актобе	18	48	4
Акжар	34	71	8
Кобда	15	36	2
Акай	19	44	4
Карабутак	18	31	4
Баскудык	13	35	1
Темир	14	36	1
Ойыл	15	40	1
Нура	5	17	1
Эмба	12	39	2
Карауылкельды	10	24	1
Мугалжар	25	54	3
Ыргыз	8	28	1
Шалкар	10	31	1
Аяккум	2	8	0

5. КЛИМАТИЧЕСКИЕ СРОКИ ФАЗ РАЗВИТИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

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

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

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

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

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

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

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

НП (МС)	Супесчаные почвы	Суглинистые почвы
Косестек	04.05	09.05
Родниковка	04.05	08.05
Марток	02.05	06.05
Комсомольское	02.05	07.05
Актобе	02.05	06.05
Акжар	02.05	06.05
Кобда	28.04	02.05
Акай	28.04	02.05
Карабутак	30.04	04.05
Баскудык	29.04	03.05
Темир	28.04	02.05
Ойыл	26.04	30.04
Нура	26.04	30.04
Эмба	28.04	02.05
Карауылкельды	26.04	30.04
Мугалжар	27.04	01.05
Ыргыз	26.04	30.04
Шалкар	25.04	29.04
Аяккум	23.04	28.04

Весенние полевые работы и сев ранних зерновых культур на суглинистых почвах в среднем можно начинать на юге области в конце апреля, на севере области – с 6-9 мая. Сроки

начала полевых работ на супесчаных почвах наступает на 4-5 суток раньше, т.е. на юге – с 23 апреля, а на севере – с 4 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 Актюбинской области. Эти сроки приходятся в южной половине области на период с 25 апреля по 1 мая, в северной половине – с 1 по 12 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.

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

НП (МС)	Восковая спелость	Полная спелость
Косестек	06.08	12.08
Родниковка	05.08	11.08
Марток	28.07	05.08
Комсомольское	30.07	05.08
Актобе	26.07	04.08
Акжар	03.08	08.08
Кобда	23.07	28.07
Акай	23.07	28.07
Карабутақ	25.07	01.08
Баскудык	24.07	28.07
Темир	20.07	24.07
Ойыл	16.07	20.07
Нура	15.07	20.07
Эмба	20.07	23.07
Карауылкельды	16.07	20.07
Мугалжар	19.07	22.07
Ыргыз	15.07	19.07
Шалкар	13.07	17.07
Аяккум	10.07	12.07

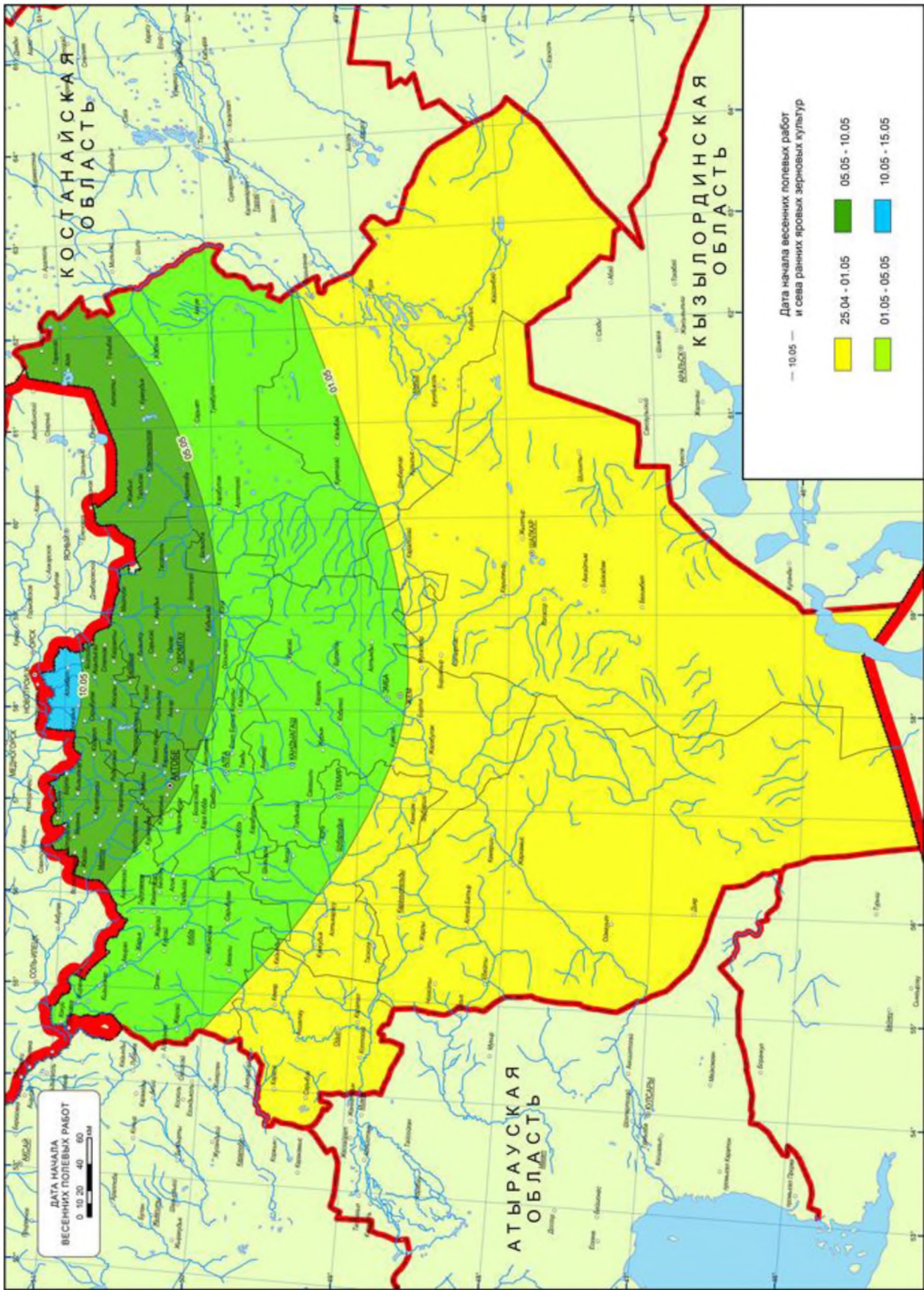


Рисунок 5.1 – Климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых

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

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

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 берется дата их полного созревания. В определенных условиях уборка урожая проводится в два этапа. Например, при высокой влажности почвы, после восковой спелости растение скашивается в валки, для дальнейшего просыхания и дозревания. Второй этап уборки проводится после просыхания растений в валках.

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

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

Климатические даты полного созревания зерновых культур (пшеница и ячмень) по МС Актыбинской области были рассчитаны на основе климатических данных по температуре и дефициту влажности воздуха.

В области, при средних климатических условиях, через 5-8 суток после восковой спелости, зерновые культуры полностью дозревают. Климатические сроки полной спелости в среднем наступает на юге области в середине июля, а на севере – до 10-15 августа (таблица 5.2). При этом надо помнить, что эти сроки правильны при условии сева зерновых культур в климатические сроки и при достаточной влагообеспеченности. В аномально засушливые или влажные годы возможны отклонения в ранние или поздние сроки.

Пространственное распределение климатических сроков наступления полной спелости у ранних яровых зерновых культур по Актыбинской области представлено на рисунке 5.3. Ранние яровые зерновые созревают в центральной части области в период 20–30 июля, северной части – с 1 по 10 августа. Соответственно эти же сроки считаются климатическими сроками начала уборки ранних яровых зерновых культур.

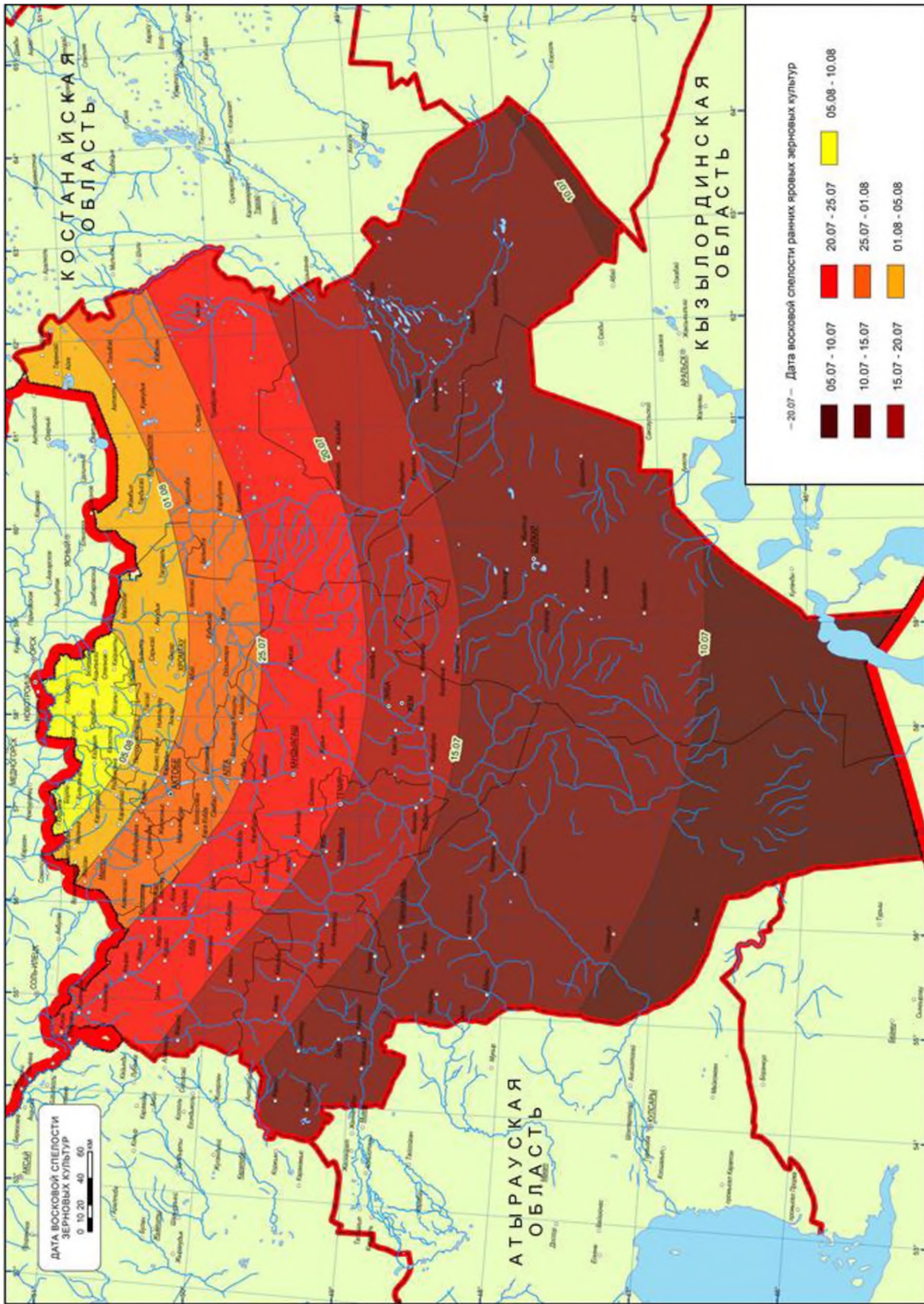


Рисунок 5.2 – Климатические сроки восковой спелости ранних яровых зерновых культур

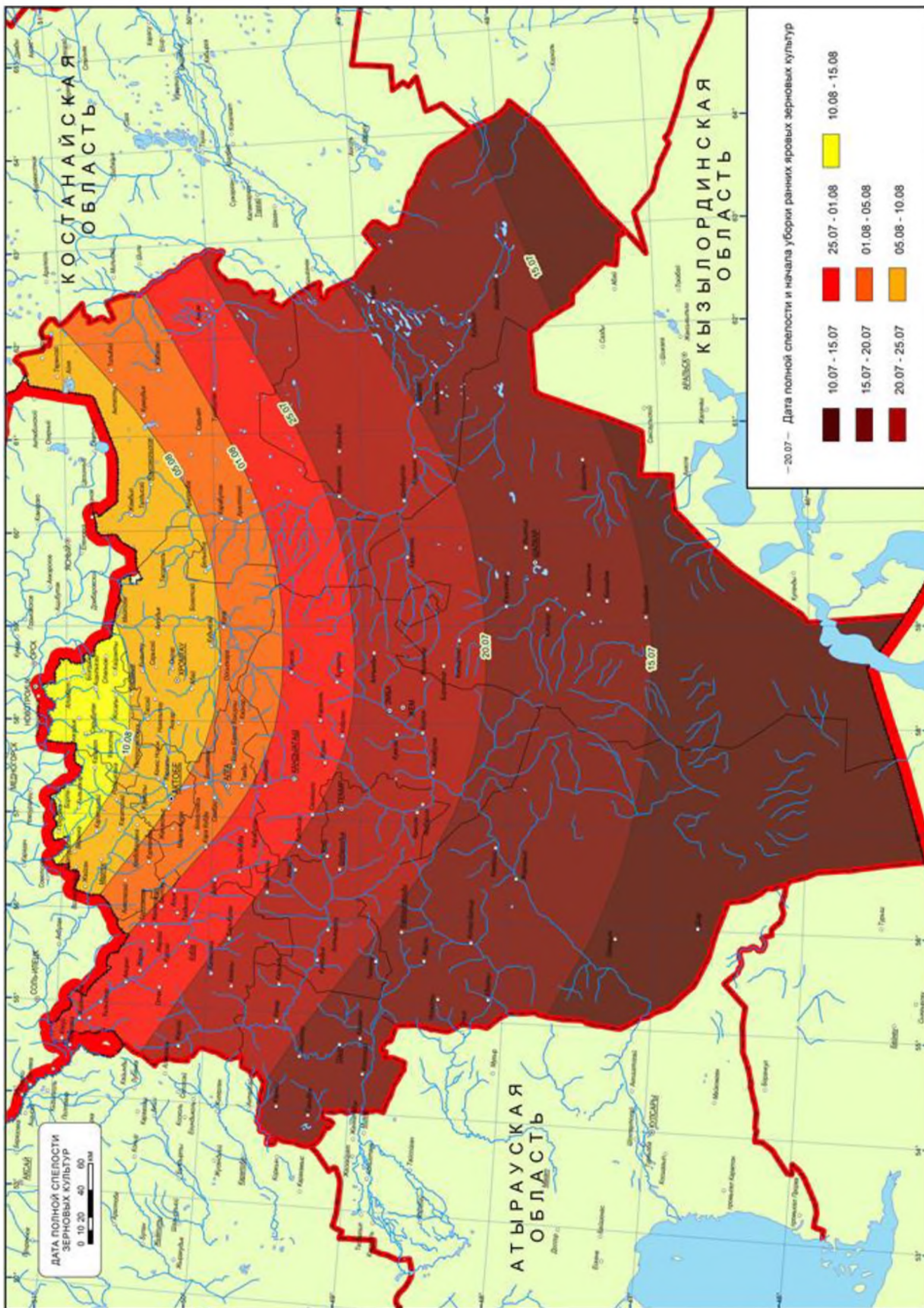


Рисунок 5.3 – Климатические сроки полной спелости и начала уборки ранних яровых зерновых культур

6. АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

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

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

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

Для оценки соответствия ресурсов климата требованиям культур нами были использованы значения сумм активных температур воздуха выше 10°C соответствующей 90%-ной обеспеченности, значение коэффициента увлажнения К соответствующей 80%-ной обеспеченности.

На территории области месячные суммы ФАР при средней облачности в вегетативно активный период (с мая по август) составляет 314–358 МДж/(м²·мес). С мая по август месяцы в среднем за месяц солнце сияет в течение 9,5–11,8 часов в сутки. 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 181–207 суток. Продолжительность вегетационного периода для поздних яровых культур растет с севера на юг от 144 до 178 суток, а для теплолюбивых культур – от 102 до 142 суток.

За весь вегетационный период (с температурой воздуха выше 5°C) на территории области накапливается от 2760°C до 3900°C тепла. За период с температурой воздуха выше 10°C накапливается тепло 2480–3670 $^{\circ}\text{C}$. В северной части области на 90% обеспечено 2270°C тепла, на юге – около 3520°C тепла за период с температурой выше 10°C . Применительно к теплолюбивым культурам (при температуре выше 15°C) ресурсы тепла составляют 1950–3230 $^{\circ}\text{C}$.

Яровые культуры

На территории Актыобинской области за теплый период года в среднем выпадают 89–238 мм осадков, из них 54–143 мм выпадают в период активной вегетации сельскохозяйственных культур. На севере области за этот период на 90% обеспечено около 70 мм осадков, а на юге – около 20 мм, что недостаточно для нормального развития сельскохозяйственных культур.

По территории области коэффициент увлажнения К составляет от 0,27 до 0,90. В северной окраине области влагообеспеченность вегетационного периода характеризуется как «достаточная, но не устойчивая». Южная половина северной части области характеризуется как «недостаточная влагообеспеченность». Влагообеспеченность центральной части области оценивается как «умеренный дефицит влаги», а южной части области – как «Дефицит влаги».

Период активной вегетации растений (май-август) климатически является в северной окраине области - «слабо засушливым», на остальной территории северной части - «умеренно засушливым», а в центральной и южной частях - «сильно засушливым».

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

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

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

В области температура воздуха в среднем устойчиво переходит через 10°C 14 апреля - 2 мая. Климатические сроки завершения сева ранних яровых зерновых культур приходится на 28 апреля - 9 мая.

Вегетационный период (от климатической даты сева) на 90% обеспечено теплом 2268–3522°C.

Вегетационный период на 80% обеспечено коэффициентом увлажнения $K=0,15-0,64$, что характеризует влагообеспеченность вегетационного периода в северной половине области как «умеренный дефицит влаги», в южной половине – «как Дефицит влаги». Надо отметить, что сухое земледелие, т.е. земледелие без орошения, возможно при $K>0,40$. Соответственно в южной половине области невозможно возделывание сельскохозяйственных культур без орошения.

В среднем весенние последние заморозки в воздухе отмечаются в конце апреля и в начале мая, а беззаморозковый период продолжается в течение 117–168 суток. Осенью первые заморозки проявляются в конце сентября и начале октября. Более поздние весенние и более ранние осенние заморозки свойственны крайнему северу (Косестек) (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Агроклиматические показатели вегетационного периода

НП (МС)	D_{10}	D_c	Σt_{10} (90%)	K (80%)	$D_{з.в.}$	$D_{з.о.}$	N_z
Марток	02.05	06.05	2344	0,57	03.05	25.09	145
Косестек	26.04	09.05	2670	0,56	16.05	10.09	117
Родниковка	03.05	08.05	2268	0,64	06.05	23.09	140
Комсомольское	30.04	07.05	2531	0,42	04.05	23.09	142
Актобе	26.04	06.05	2706	0,48	02.05	26.09	147
Акжар	02.05	06.05	2369	0,56	06.05	25.09	142
Кобда	23.04	02.05	2850	0,41	01.05	26.09	148
Акай	25.04	02.05	2779	0,46	03.05	28.09	148
Карабутақ	28.04	04.05	2649	0,40	06.05	24.09	140
Баскудык	27.04	03.05	2825	0,26	06.05	26.09	143
Темир	23.04	02.05	2927	0,44	27.04	01.10	157
Ойыл	18.04	30.04	3172	0,33	21.04	04.10	165
Нура	19.04	30.04	3267	0,24	17.04	08.10	173
Эмба	22.04	02.05	3005	0,38	26.04	29.09	156
Карауылкельды	19.04	30.04	3148	0,27	23.04	01.10	161
Ыргыз	19.04	01.05	3255	0,21	20.04	03.10	166
Мугалжар	24.04	30.04	2946	0,34	23.04	02.10	162
Шалкар	18.04	29.04	3234	0,23	20.04	02.10	165
Аяккум	14.04	28.04	3522	0,15	17.04	02.10	168

В результате анализа соответствия агроклиматических условий требованиям основным сельскохозяйственным культурам территория Актюбинской области была разделена на четыре зоны, и куда были сгруппированы административные районы (таблица 6.2):

Таблица 6.2 – Агроклиматическое районирование основных сельскохозяйственных культур

№	Район	Зерновые культуры	Зернобобовые культуры	Масличные и технические культуры	Овощные культуры
1	Мартоковский (северо-восток) Каргалынский (северо-запад)	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*
2	Мартоковский (юго-запад) Каргалынский (юго-восток) Кобдинский (северо-восток) г.а. Актобе Алгинский Хромтауский Айтеке Би (северо-запад) Мугалжарский (север)	Пшеница (м, т) Ячмень Овес Просо Гречиха Кукуруза-р	Фасоль Горох Чечевица Чина Нут Бобы Люпин Соя-нр Соя-р	Лён Подсолнечник Рапс Сах. свекла-р Сах. свекла-с	Картофель Капуста Огурец Томат
3	Кобдинский (юго-запад) Ойылский (северо-восток) Темирский Мугалжарский (центр, юг) Айтеке Би (юго-восток) Байганинский (северо-восточная окраина) Шалкарский (сев-западная окраина) Ыргызский (северо-западная окраина)	Пшеница (м) Ячмень Овес Просо Гречиха Кукуруза-р Кукуруза-с Сорго-р	Фасоль Горох Чечевица Чина Нут Бобы Люпин Соя-нр Соя-р Соя-с	Лён Подсолнечник Рапс Сах. свекла	Картофель Капуста Огурец Томат
4	Ойылский (юго-запад) Байганинский Шалкарский Ыргызский	Условия увлажнения не достаточны для возделывания сельскохозяйственных культурных растений			

Примечание: * - есть вероятность повреждения заморозками

- 1) Мартоковский (северо-восток) и Каргалынский (северо-запад) районы. В этих районах агроклиматические условия позволяют возделывать из зерновых культур яровую пшеницу (мягкие и твердые сорта), ячмень, овес, просо и гречиху. Из зернобобовых культур можно возделывать горох, чечевицу, чину, нут, бобы, фасоль, люпин, наиболее

раннеспелые сорта сои. Климатические условия также позволяют возделывать лён, раннеспелых и среднеспелых сортов подсолнечника, рапс, раннеспелых сортов сахарной свеклы, картофель, капусту, огурец и томаты. Однако здесь есть опасность повреждения заморозками сельскохозяйственных культур, не устойчивых к заморозкам, таких как гречиха, фасоль, огурцы и томаты;

- 2) Мартоковский (юго-запад), Каргалынский (юго-восток), Кобдинский (северо-восток), г.а. Актобе, Алгинский, Хромтауский, Айтеке Би (северо-запад), Мугалжарский (север) районы. В этих районах агроклиматические условия позволяют возделывать, кроме культур первой зоны, раннеспелых сортов кукурузы, раннеспелых сортов сои, позднеспелых сортов подсолнечника и среднеспелых сортов сахарной свеклы. В западных районах этой зоны можно возделывать озимую рожь и озимую пшеницу.
- 3) Кобдинский (юго-запад), Ойылский (северо-восток), Темирский, Мугалжарский (центр, юг), Айтеке Би (юго-восток), Байганинский (северо-восточная окраина), Шалкарский (северо-западная окраина), Ыргызский (северо-западная окраина) районы. Здесь агроклиматические условия позволяют возделывать, кроме культур второй зоны, среднеспелых сортов кукурузы, раннеспелых сортов сорго, среднеспелых сортов сои и позднеспелых сортов сахарной свеклы. В западных районах этой зоны можно возделывать озимую рожь и озимую пшеницу. Однако примерно чуть выше середины этой зоны проходит линия южной границы сухого земледелия. Южнее этой линии (Ойылский (центр), Темирский (юг), Мугалжарский (юг), Айтеке Би (юг), Байганинский, Шалкарский, Ыргызский) затруднено возделывание сельскохозяйственных культур без орошения. Здесь вегетационный период климатически является сильно засушливым;
- 4) Ойылский (юго-запад), Байганинский, Шалкарский и Ыргызский районы. Здесь вегетационный период климатически является сильно засушливым и атмосферные условия увлажнения не достаточны для возделывания сельскохозяйственных культур. Надо отметить, что здесь и почвы являются в основном не пригодными для земледелия. Это бурые пустынные и серо-бурые пустынные почвы, солонцы, солончаки и пески.

В таблицах 6.3-6.5 обобщенно по административным районам Актюбинской 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	
Айтеке Би	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+			
Актобе г.а	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								+		
Алгинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								+		
Байганинский																										
Ыргызский																										
Каргалынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								+	+	
Мартоковский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								+	+	
Мугалжарский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Темирский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+					
Ойылский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+					
Кобдинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+		
Хромтауский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								+		
Шалкарский																										

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-с	Люпин-п	Соя-нр	Соя-р	Соя-с	Соя-сп	Соя-п
Айтеке Би	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Актобе г.а.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Алгинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Байганинский																						
Ыргызский																						
Каргалынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Мартоковский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
Мугалжарский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
Темирский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Ойылский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Кобдинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Хромтауский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Шалкарский																						

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
Айтеке Би	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Актобе г.а.	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Алгинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Байганинский																						
Ыргызский																						
Каргалынский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Мартоковский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Мугалжарский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Темирский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ойылский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Кобдинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Хромтауский	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Шалкарский																						

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

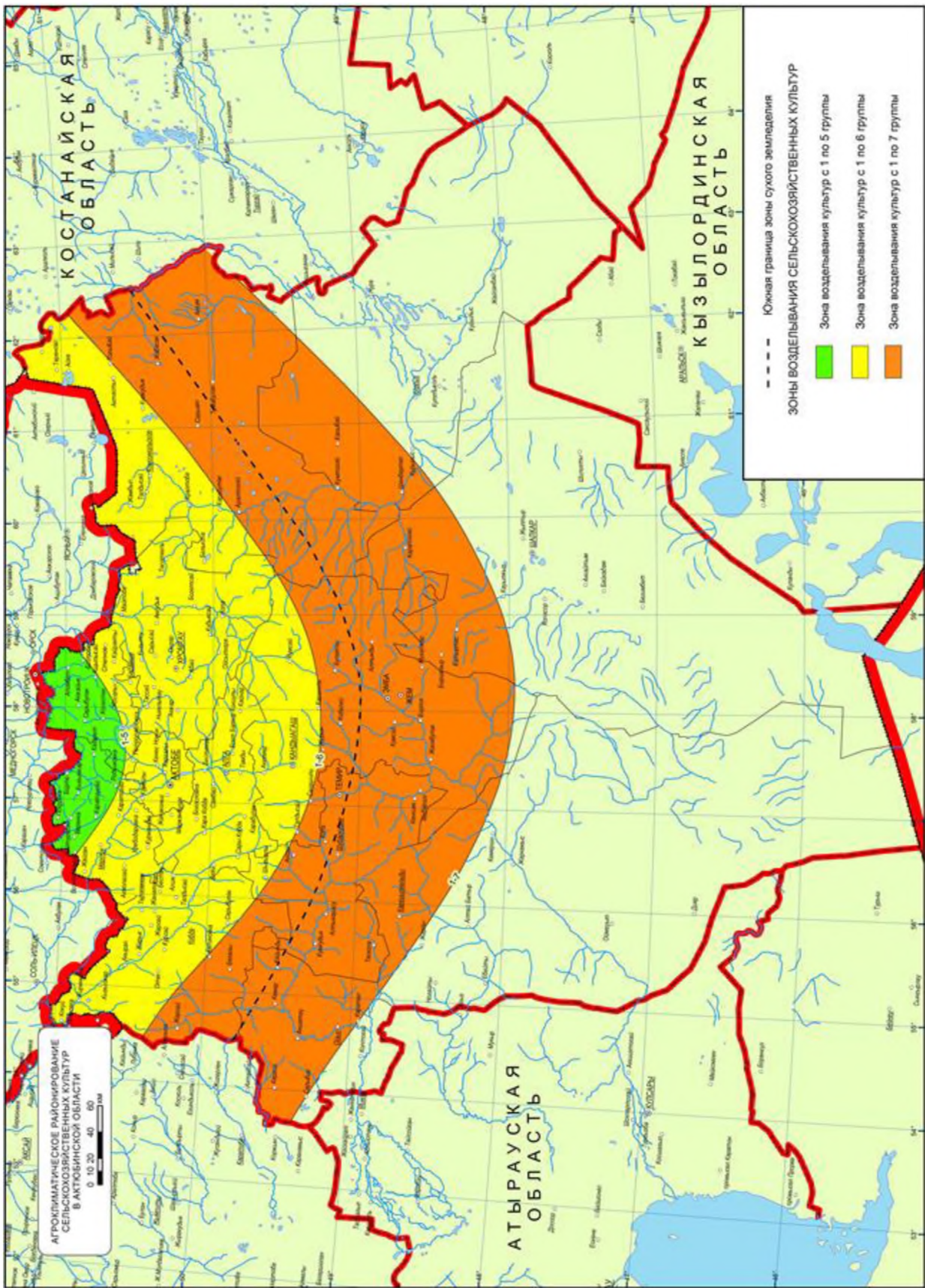


Рисунок 6.1 – Агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур

Территория области делится на 4 зоны. В первой зоне можно возделывать культур, которым для прохождения всей вегетации необходимо тепло до 2200°C, во второй зоне – до 2400°C, в третьей – до 2600°C, в четвертой зоне – до 2800°C.

В первую зону входит северная окраина области, во вторую зону – север области. Третья зона занимает южную часть северной половины области, а четвертая зона – всю южную половину области.

В первой зоне агроклиматические условия удовлетворяют требования культур с 1 по 5 группы, во второй зоне – с 1 по 6 группы, в третьей – с 1 по 7 группы. Однако примерно посередине третьей зоны проходит южная граница сухого земледелия, ниже которой земледелие невозможно без орошения. В четвертой зоне климат является сильно засушливым и агроклиматические условия не позволяют возделывать сельскохозяйственных культур без орошения. Надо отметить, что в данной зоне почвенный покров имеет низкое плодородие и в основном не пригоден для земледелия. Принадлежность культур к группам приведена в таблицах 1.14–1.17 в подразделе 1.7.

Озимые зерновые культуры

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

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

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

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).

В земледельческой территории области (северная половина) средняя минимальная температура воздуха февраля колеблется от минус 16,0°C до минус 19,0°C (таблица 6.6). Такие условия при невысоком снежном покрове исключают успешную перезимовку озимого ячменя, опасны для озимой пшеницы, но дают возможность перезимовки озимой ржи без значимых повреждений.

В земледельческой территории области абсолютная минимальная температура воздуха составляет от минус 39,4°C до минус 43,6°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 средняя высота снежного покрова составляет менее 27 см, что не может обеспечить сохранность посевов озимых зерновых культур при сильных морозах. Только в крайнем севере области в районах МС Косестек и Родниковка высота снежного покрова превышает критическую высоту, что дает возможность перезимовки озимой пшеницы и ржи без значимых повреждений.

Также показатель суровости зимы для озимых культур (K_c) показал, что из 19 МС области на 11 МС зима бывает суровой ($K_c = 1,0-2,9$), на 8 МС - весьма суровой ($K_c \geq 3,0$). Такие условия не гарантируют успешную перезимовку озимых зерновых культур. Основной причиной является низкая высота снежного покрова.

Таким образом, в Актюбинской области климатические условия зимы не позволяют

возделывать озимый ячмень. В северных районах области (Каргалынский, Мартоковский), где формируется достаточная высота снежного покрова, имеется возможность возделывания озимой ржи и пшеницы. При этом с целью утепления посевов обязательно нужно проводить снегозадержание, особенно в первую половину зимы, когда накопление снежного покрова значительно отстает от понижения температуры воздуха. В остальных северных районах области (Актобе г.а., Хромтауский, Айтеке Би, Алгинский, Кобдинский) при условии утепления посевов снегозадержанием можно возделывать озимую рожь. В годы с холодной зимой, которая наблюдается в 2 годах из 10, высока вероятность вымерзания озимой пшеницы и ржи.

Таблица 6.6 – Агроклиматические показатели холодного периода

НП (МС)	t _{мин(ср)}	t _{мин(абс)}	h _{с зима}	K _с		
				декабрь	январь	февраль
Марток	-16,6	-43,5	24	1,9	1,2	0,9
Косестек	-18,5	-42,4	33	1,5	0,9	0,7
Родниковка	-16,6	-40,7	41	1,3	0,7	0,4
Комсомольское	-18,8	-41,0	24	2,1	1,2	0,8
Актобе	-16,8	-41,5	23	2,2	1,3	0,9
Акжар	-17,9	-43,6	27	1,5	1,1	0,8
Кобда	-16,0	-39,4	18	2,7	1,6	1,2
Акай	-16,5	-41,5	20	3,2	1,5	0,9
Карабутак	-19,0	-42,3	26	2,0	1,2	0,8
Баскудык	-19,0	-39,5	15	3,7	2,0	1,2
Темир	-16,4	-39,8	20	2,6	1,5	0,9
Ойыл	-14,7	-37,0	15	3,0	1,9	1,2
Нура	-18,1	-38,0	12	3,8	2,3	1,7
Эмба	-16,9	-39,6	22	2,4	1,3	0,9
Карауылкельды	-14,6	-39,9	10	3,9	2,5	1,9
Ыргыз	-17,9	-38,7	11	4,4	2,6	2,0
Мугалжар	-15,0	-41,7	15	2,7	1,7	1,3
Шалкар	-17,4	-39,8	13	4,6	2,4	1,4
Аяккум	-14,1	-38,0	7	4,9	3,8	2,5

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

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

сортов – до минус 22°C, а у озимой ржи – в пределах минус 20°C – минус 24°C.

Также большое значение имеет влажность 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 кущения 3-5 побегов необходима сумма положительных среднесуточных температур воздуха около 550-600°C, при достаточных запасах влаги в почве. Соответственно от правильного выбора сроков сева зависит развитость растений к моменту прекращения осенней вегетации, успешность прохождения закалки и степень зимостойкости растений. Неблагоприятные зимние условия могут быть значительно ослаблены при соблюдении оптимальных сроков сева.

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

Таблица 6.7 – Оптимальные сроки сева озимых зерновых культур

НП (МС)	Дата
Марток	27–31.08
Косестек	20–24.08
Родниковка	23–27.08
Комсомольское	24–28.08
Актобе	27–31.08
Акжар	23–27.08
Кобда	29.08–02.09
Акай	28.08–01.09
Карабутак	25–29.08
Темир	30.08–03.09
Эмба	30.08–03.09

Таким образом, в Актюбинской области при средних климатических условиях необходимо произвести сев озимой пшеницы и ржи на крайнем севере в период с 20 по 24 августа, на северо-востоке – с 24 по 28 августа, на северо-западе – с 28 августа по 1 сентября, а в центральной части – с 30 августа по 3 сентября.

7. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

При анализе современного состояния почвенного покрова территории Северо-Казахстанской 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 Актюбинской области, ТОО «КазНИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова» МСХ РК, ТОО «Институт географии» МЭ РК и др. [60–69].

7.1 Типы почв

Почвенный покров Актюбинской области подчинен общим закономерностям природной широтной зональности и высотной поясности. Постепенное изменение биоклиматических факторов с севера на юг предопределило формирование на территории трех широтных почвенных зон, четырех подзон и одного высотного пояса [65–67].

Горизонтальные зоны обычных равнин:

1. Степная зона с 2-мя подзонами:

– умеренно-засушливых степей на черноземах южных и сопутствующих им почвах;
– сухих степей на темно-каштановых, включая малогумусные (средне-каштановые), и им сопутствующих почвах.

2. Пустынно-степная (полупустынная) зона на светло-каштановых и сопутствующих им почвах, по Л. С. Бергу [68].

3. Пустынная зона (холодных евроазиатских пустынь) с 2-мя подзонами:

– северных, местами остепненных пустынь на бурых и сопутствующих им почвах;
– типичных пустынь на серо-бурых, светло-бурых и сопутствующих им почвах.

При выделении горных зон были объединены территории, обладающие ландшафтной и почвенной общностью, характеризуемой и представленной одним или двумя типами одноименных зональных почв [67]:

Вертикальные зоны гор, межгорных долин и предгорных равнин:

4. Низкогорная, местами среднегорная или (и) предгорная степная зона с ландшафтными поясами: степные горные и предгорные черноземы обыкновенные и южные с горно-степными соляными почвами; сухостепные темно-каштановыми почвами; горно-степными соляными поясами - горно-степные термоксероморфные и горные темно-каштановые почвы.

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 [63, 65].

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

1) *Тип: черноземы.*

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

2) *Тип: каштановые.*

Подтип: темно-каштановые. *Род:* темно-каштановые карбонатные, местами остаточнокарбонатные, темно-каштановые солонцеватые, темно-каштановые фосфоритные, темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые.

Подтип: средне-каштановые. *Род:* средне-каштановые карбонатные, местами остаточнокарбонатные; средне-каштановые солонцеватые, средне-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые.

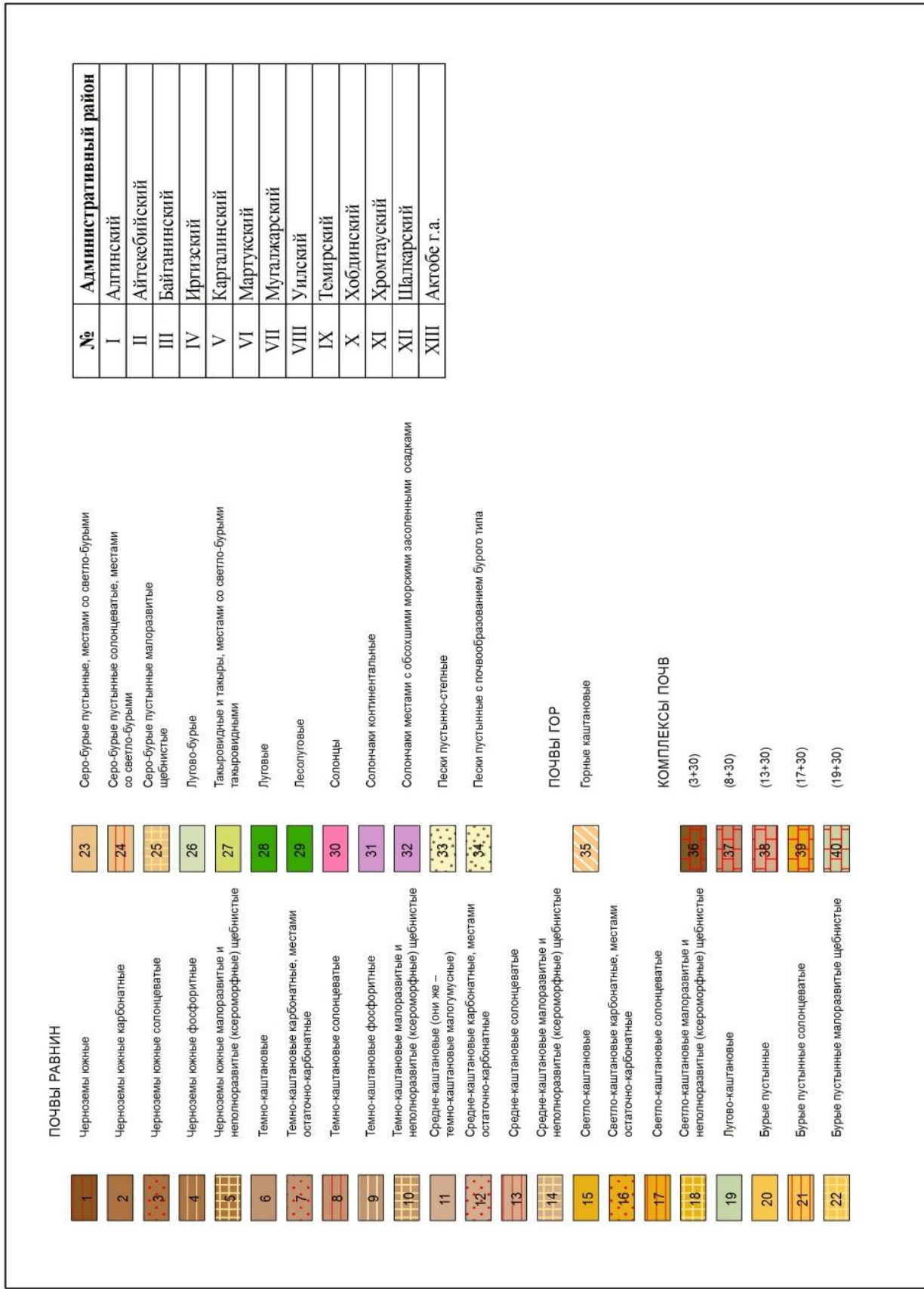


Рисунок 7.2 – Механический состав почв Актюбинской области»

Подтип: светло-каштановые. *Род:* светло-каштановые карбонатные, местами остаточного-карбонатные; светло-каштановые солонцеватые, светло-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые.

3) *Тип, подтип:* лугово-каштановые.

4) *Тип:* бурые.

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

Подтип: серо-бурые. *Род:* серо-бурые пустынные, местами со светло-бурыми; серо-бурые пустынные солонцеватые, местами со светло-бурыми; серо-бурые пустынные малоразвитые щебнистые.

5) *Тип, подтип:* лугово-бурые.

6) *Тип, подтип:* такыровидные и такыры, местами со светло-бурыми такыровидными.

Горные почвы (почвы вертикальной зональности крутых и покатых горных склонов) представлены горными каштановыми почвами.

Кроме зональных почв в области широко распространены интразональные почвы: луговые, лесолуговые, солонцы, солончаки континентальные, солончаки местами с обсохшими морскими засоленными осадками; пески пустынно-степные; пески пустынные с почвообразованием бурого типа. 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 Актыбинской области также характерна высокая комплексность почвенного покрова, особенно широко распространены комплексы зональных солонцеватых почв с солонцами: черноземы южные солонцеватые с солонцами; темно-каштановые солонцеватые с солонцами; средне-каштановые солонцеватые с солонцами, светло-каштановые солонцеватые с солонцами; лугово-каштановые с солонцами.

Характеристика состояния почв:

Черноземы южные расположены в самой северной небольшой части области в подзоне умеренно-засушливых степей степной зоны. Почвы развиваются преимущественно в условиях волнистого рельефа, где занимают бугры и выровненные участки территории северо-западной части Мартоковского административного района. Мощность гумусового горизонта почв составляет от 35-40 до 55-60 см, в том числе перегнойно-аккумулятивный – 15-20 см. Содержание гумуса на целине составляет от 5-6 до 7%, азота 0,3-0,35%, на старопашне соответственно 4-5% и 0,25-0,30%. Характеризуются низким содержанием фосфора.

Черноземы южные карбонатные занимают повышенные выровненные плато, водоразделы и пологие склоны, развиваясь на территориях с выходами карбонатных глин, мергелей и известняков. Распространены преимущественно на территориях Мартоковского и Каргалынского районов, северной части Актыбинской городской администрации.

Черноземы южные солонцеватые на территории района широко распространены в комплексе с солонцами. Солонцеватыми черноземы южные являются из-за наличия в пределах гумусового слоя уплотненного солонцеватого горизонта с содержанием обменного Na более 5% от емкости. Комплексы данных почв сопутствуют тяжелым породам на высоких террасах или близкому залеганию от поверхности тяжелых засоленных пород. Почвы сформированы на территориях Мартоковского, Каргалынского, северной части Актыбинской городской администрации.

Черноземы южные фосфоритные распространены на правобережье р. Кара Кобда в пределах территории Алгинского административного района. Фосфоритными являются черноземы южные, на которых регулярно применялись большие дозы фосфорных или органических удобрений. Характеризуются высоким содержанием фосфора - свыше 20 - 25 мг P₂₀₅ на 100 г почвы.

Черноземы южные малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые

почвы встречаются по пологим склонам сопок и волнисто-холмистым равнинам территории северной части Каргалынского района. Почвообразующими породами служат элювий кристаллических пород, сланцев и песчаников, карбонатные желто-бурые и красные глины, древнеаллювиальные пески, супеси, опесчаненные и легкие суглинки.

Темно-каштановые почвы нормальные развиваются в условиях подзоны сухих степей степной зоны. Почвы широко распространены в северной и восточной части Кобдинского, северо-западной части Алгинского, восточной части Хромтауского административных районов. Мощность гумусового горизонта варьирует в пределах 38-45 см. Содержание гумуса сверху на целине составляет 3,5-4,5 %, на старопахне – 2,5-3,5 %, азота 0,2-0,32 и 0,15-0,2 % соответственно. Характерной особенностью почв является повышенная опесчаненность профиля. Легкорастворимые соли присутствуют на глубине 130-150 см, то есть профиль данных почв практически не засолен.

Темно-каштановые карбонатные, местами остаточнокарбонатные почвы приурочены к приподнятым выровненным слабодренированным равнинам и широким речным долинам, сложенными карбонатными тяжелыми суглинками и глинами. Значительное распространение почвы получили в северной части Кобдинского, Хромтауского, северной части Айтеке Бийского, юго-восточной части Каргалынского административных районов. Мощность гумусового горизонта составляет 30-50 см. Воднорастворимые соли, представленные в основном сульфатами, отмечаются глубже 80-100 см. Содержание гумуса в пахотном слое темно-каштановых карбонатных почв составляет 3,0-4,0%, азота 0,20-0,25%.

Темно-каштановые солонцеватые почвы формируются по выположенным участкам водораздельных поверхностей, верхним террасам рек, часто встречаются в комплексе с солонцами. Почвы распространены преимущественно в центральных частях Кобдинского, Алгинского и Хромтауского районов. Характерной особенностью почв является относительно близкое к поверхности залегание выделений растворимых солей. С глубины 90-110 см в почвах обнаруживаются гипс и легкорастворимые соли. Мощность гумусового горизонта колеблется в пределах 30-50 см. Содержание гумуса в верхнем горизонте изменяется в пределах 2,5-4,5%, азота 0,15-0,30%. *Комплексы темно-каштановых солонцеватых почв с солонцами* сопутствуют тяжелым породам на высоких террасах или близкому залеганию от поверхности тяжелых засоленных пород. Распространены преимущественно в восточной части Кобдинского, юго-западной Мартоковского, северной, западной и восточной Алгинского, большей части Хромтауского районов, а также на значительной площади территории Актюбинской городской администрации.

Темно-каштановые фосфоритные почвы приурочены к невысоким водоразделам и их склонам в бассейне рек Елек, Кара Кобда и Сары Кобда, где развиты обнажения фосфоритовой свиты, представленной суглинками и супесями. Встречаются в восточной части Кобдинского и юго-западной Алгинского районов.

Темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые почвы преобладают на южных отрогах Урала и в Мугалжарах, частично встречаются в Подуральском плато на выходах мергелистых пород. Распространены на территории Кобдинского, юго-западной части Каргалынского, северо-западной и северо-восточной Хромтауского, северо-западной Айтеке Бийского районов и северо-восточной части Актюбинской городской администрации.

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

Средне-каштановые карбонатные, местами остаточно-карбонатные почвы распространены по водораздельной поверхности в юго-восточной части территории Кобдинского, крайней северо-западной Темирского, северной Мугалжарского, юго-западной Хромтауского, северной Айтеке Бийского районов.

Средне-каштановые солонцеватые почвы на территории области получили значительное распространение на террасах озер, отдельно однородно и в комплексе с солонцами в долинах рек. Почвы распространены преимущественно в юго-западной части Кобдинского, и в северо-западной части Мугалжарского районов. *Комплексы средне-каштановых солонцеватых почв с солонцами* сформированы в северо-восточной и восточной части Темирского, западной Мугалжарского, западной и центральной части Айтеке Бийского районов.

Средне-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые почвы получили развитие на территории Мугалжарского, в северо-восточной части Темирского, южной части Хромтауского, западной части Айтеке Бийского районов.

Светло-каштановые нормальные почвы встречаются по водораздельным равнинам, пологим склоном сопков, межсопочным высоким равнинам и долинах рек. Мощность верхнего горизонта почв обычно 15-18 см. Содержание гумуса сверху чаще составляет от 2-2,5% до 3%, азота 0,07-0,15%. Почвы не солонцеваты и не засолены. Широко распространение получили на территориях Ойылского, северной и восточной части Темирского, западной Мугалжарского, южной Айтеке Бийского, северной и северо-западной Ыргызского, северной Байганинского районов.

Светло-каштановые карбонатные, местами остаточно-карбонатные почвы встречаются по древним надпойменным террасам рек, сложенными карбонатными глинами, тяжелыми суглинками. Почвы распространены в центральной и восточной части Ойылского, западной Темирского районов. Мощность гумусового горизонта равна 30-40 см. Содержание гумуса в верхнем горизонте меньше чем в светло-каштановых нормальных почвах 1,5-2,5%, соответственно уменьшается емкость поглощения. В гумусовых горизонтах наблюдается повышенная щелочность.

Светло-каштановые солонцеватые почвы приурочены к долинам рек, озерным впадинам, межсопочным понижениям, и реже к склонам сопков преимущественно в районах развития засоленных глинистых и тяжелосуглинистых почвообразующих пород в восточной части Ойылского, на значительной площади территории Темирского, северной части Байганинского, западной Айтеке Бийского районов. Мощность гумусового горизонта равна 25-35 см, верхнего горизонта (А) - 13-15 см. Легкорастворимые соли залегают сравнительно близко от поверхности 50-60 см. Количество гумуса в верхнем горизонте светло-каштановых солонцеватых почв не превышает 2-2,5. *Комплексы светло-каштановых солонцеватых почв с солонцами* занимают территории Ойылского, юго-западную часть Темирского, юго-западную и юго-восточную Мугалжарского, восточную Айтеке Бийского, северную Ыргызского районов. *Светло-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые почвы* представлены в восточной части Мугалжарского и северо-западной части Шалкарского района.

Лугово-каштановые залегают среди каштановых почв, но в понижениях рельефа (низкие равнины, надпойменные речные и озерные террасы), где получают дополнительное увлажнение водами поверхностного стока или от неглубоких (3-6 м) грунтовых вод, либо одновременно за счет влияния и поверхностных и грунтовых вод. Почвы распространены преимущественно в крайней юго-западной части Мартоковского, восточной Кобдинского, западной Алгинского, западной части и юго-восточной Ойылского, юго-западной Темирского, северо-западной Байганинского, северной Айтекебийского административных районов. Мощность гумусового горизонта почв составляет 60-80 см. Содержание гумуса изменяется от 4-6% в суглинистых разновидностях до 1,5-2% на супесчаных и песчаных почвах. Характеризуются также промытостью почвенного профиля от карбонатов и воднорастворимых солей на значительную глубину.

Комплексы лугово - каштановых почв с солонцами развиты преимущественно в восточной части области, на водоразделе Шет Ыргыз – Кауылжыр в северо-западной части Шалкарского района.

Бурые пустынные почвы расположены в подзоне северных, местами остепненных пустынь в пустынной зоне (холодных евроазиатских пустынь). Почвы распространены на левобережье и частично на правобережье р.Жем, на волнистой равнине между Мугалжарами и песками Большие Барсуки преимущественно на территориях Байганинского, Шалкарского, западной и южной части Ыргызского административных районов. Мощность гумусового горизонта бурых почв равна 25-35 см. Содержание гумуса сверху обычно равно 1-1,5 до 2 %, азота – 0,05-0,1 %. Почвы бедны азотом и фосфором. Реакция почвенного раствора щелочная и сильно щелочная - рН = 7,5-8,5.

Бурые пустынные солонцеватые почвы занимают пониженные участки рельефа или платообразные возвышения на территориях северо-западной и центральной части Байганинского, западной, центральной и восточной Ыргызского районов. Аридность климата и геолого-геоморфологические особенности подзоны бурых почв определяют их повышенную засоленность. Суглинистые разновидности этих почв обычно имеют водорастворимые соли с глубины одного метра, содержание которых может достигать до 2%.

Бурые пустынные малоразвитые щебнистые почвы встречаются повсеместно среди мелкосопочника и всхолмленных равнин, сложенных плотными породами. Почвы распространены на юге области преимущественно на территориях Шалкарского и западной части Ыргызского районов.

Серо-бурые пустынные, местами со светло-бурыми почвами занимают самую южную часть плато Устюрт, где почвы развиваются в условиях подзоны пустынной зоны. Широко распространены на равнинах с обширными понижениями в южной части Байганинского, юго-западной части Шалкарского районов. Мощность верхнего горизонта почв не более 10-12 см. На некоторой глубине типично скопление гипса. Содержание общего азота и валового фосфора мало, их количество измеряется сотыми долями процента. Содержание гумуса в корковом горизонте обычно меньше 1%, подкорковом иногда больше (до 1,2%), азота – 0,04-0,05%.

Серо-бурые пустынные солонцеватые, местами со светло-бурыми почвами сформированы в южной части Байганинского, юго-западной части Шалкарского районов. Солонцеватость почв характеризует наличие в поглощающем комплексе катиона натрия более 5% от суммы поглощенных оснований. *Серо-бурые пустынные малоразвитые щебнистые почвы* приурочены к крутым уступам-чинкам, сложенными плотными породами в южной части территории Байганинского района. Профиль почв не превышает 40 см. Мелкоземистая часть, как правило, защебнена и камениста.

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

Такыровидные и такыры, местами со светло-бурыми такыровидными почвами широкое распространение получили в южной части области. Почвы развиваются на пониженных участках рельефа, преимущественно в южной части территории Байганинского, Мугалжарского и восточной части Шалкарского районов. Поверхность такыровидных почв - такыровидная полигональная с полузаплывшими трещинами. Содержание гумуса (азота) составляет в них - 0,4-0,8% (0,05-0,06%), карбонатов - 5-20% и выше. Такыры почти полностью лишены высшей растительности. Такыры содержат 0,4-0,6% гумуса, 0,03-0,5% азота и до 15-20% CaCO₃. Светло-бурые такыровидные почвы являются переходными между такырами и зональными почвами. По мере постепенного зарастания такыра пустынной

растительностью происходит постепенное превращение его в зональную почву с некоторым сохранением первоначальных некоторых признаков и свойств.

Луговые почвы 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. Почвообразующие породы чаще древнеаллювиальные. Луговые почвы широко представлены в речных долинах: р. Елек - на территории Мартоковского, юго-западной части Каргалынского районов и Актюбинской городской администрации; р. Ор - на территории Хромтауского района; р. Ойыл - на территориях Ойылского, Темирского, северо-западной части Мугалжарского районов.

Лесолуговые почвы развиваются в поймах крупных рек на слоистых аллювиальных наносах. Почвы распространены на пойменных участках р.Улькен Кобда на территории Кобдинского района. Содержание гумуса в пойменных лесолуговых почвах обычно не превышает 2,0%. Накопление его обычно происходит в поверхностном горизонте, а с глубиной резко снижается.

Солонцы широко распространены по долинам рек, озерным понижениям и водоразделам, образуя местами крупные самостоятельные массивы. Значительные массивы солонцов представлены в южной части области, на территориях Мугалжарского, Байганинского, Шалкарского, Ыргызского, Айтеке Бийского районов. Солонцы также встречаются в северной части Кобдинского, западной Мартоковского, южной Алгинского и Хромтауского районов. Реакция солонцов в основном щелочная и сильнощелочная и только в степной зоне надсолонцовые горизонты имеют местами реакцию близкую к нейтральной. Содержание гумуса в соответствующих горизонтах (А, В) обычно ниже, чем в фоновых почвах, лежащих рядом. Солонцы обычно содержат гумуса в верхнем горизонте 2-3% и более. В зависимости от содержания гумуса колеблется содержание общего азота, но его содержание бывает не более 0,2%. Для солонцов типична бедность валовым фосфором, всего сотые доли процента.

Солончаки континентальные залегают по днищам высохших соленых озер или по приозерным впадинам. На территории района получили развитие в южных частях Байганинского и Ыргызского районов. Характеризуются очень сильной засоленностью, постоянно влажной поверхностью с коркой солей, близким залеганием очень сильно минерализованных (более 100 г/л) грунтовых вод. *Солончаки местами с обсохшими морскими засоленными осадками* встречаются в крайней юго-восточной части Шалкарского района.

Пески пустынно-степные распространены преимущественно на аллювиальных равнинах территории Ойылского, Темирского, крайней северной части Ыргызского и крайней южной Айтеке Бийского, Сырымского районов. Пески из-за периодического перевевания почти постоянно находятся в начальной стадии почвообразования, развитие которого обусловлено зональными условиями, местами дополнительным увлажнением от грунтовых вод, своеобразием растительности, минералогическим составом песков.

Пески пустынные с почвообразованием бурого типа представлены в южной части области крупными отдельными массивами на территориях Байганинского, юго-западной части Мугалжарского, Шалкарского (Улькен Борсык, Киши Борсык), Ыргызского (Приаральские Каракумы) районов. По мере зарастания песков растительностью обычно формируются пустынные песчаные почвы.

Горные каштановые почвы отличаются от аналогичных почв равнинной территории отсутствием в профиле признаков солонцеватости и засоления, а также горизонта аккумуляции гипса. Благодаря естественной дренированности они не образуют комплексного почвенного покрова. Почвы распространены на территориях восточной части Мугалжарского, северо-западной части Шалкарского районов.

Распределение типов почв по административным районам:

I. *Алгинский район.* Территория района расположена в пределах подзоны умеренно-засушливых степей на черноземах южных и сухих степей на темно-каштановых почвах,

включая малогумусные (средне-каштановые), и им сопутствующих почвах степной зоны. Почвы подзоны черноземов южных представлена на правом берегу р. Кара Кобда в северной части района черноземами южными фосфоритными. Наибольшее развитие на территории получили темно-каштановые солонцеватые почвы в центральной части и комплексы почв темно-каштановых солонцеватых с солонцами в северо-западной, юго-западной и восточной части района. В северо-западной части в междуречье Кара Кобда и Сары Кобда распространены темно-каштановые нормальные, а в южной части – темно-каштановые фосфоритные почвы. В самой крайней юго-западной и юго-восточной части района встречаются средне-каштановые карбонатные почвы, а в южной части - солонцы.

II. *Айтеке Би район.* Северная часть района расположена в подзоне сухих степей на темно-каштановых почвах, включая малогумусные средне-каштановые почвы степной зоны, южная - в пустынно-степной зоне на светло-каштановых почвах. На территории, расположенных в подзоне темно-каштановых почв преимущественное распространение получили: темно-каштановые карбонатные, местами остаточные – карбонатные; темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) и лишь в восточной части подзоны незначительно встречаются комплексы почв темно-каштановых солонцеватых с солонцами. К югу простираются средне-каштановые почвы и их роды, занимающие большую часть территории данной подзоны и представленные: в северной части – средне-каштановыми карбонатными, местами остаточными карбонатными почвами; в восточной части - средне-каштановыми нормальными почвами; в южной части – комплексами средне-каштановых солонцеватых почв с солонцами; в западной части - темно-каштановыми малоразвитыми и неполноразвитыми (ксероморфными) щебнистыми, средне-каштановыми солонцеватыми в комплексе с солонцами и средне-каштановыми нормальными почвами. В северной части подзоны также представлены лугово-каштановые почвы. В южной части района, приуроченного к полосе пустынно-степной (полупустынной) зоны на обширной территории представлены светло-каштановые нормальные почвы, в северо-восточной части зоны - комплексы светло-каштановых солонцеватых почв с солонцами, в западной части - светло-каштановые солонцеватые. На территории района также встречаются однородные массивы солонцов.

III. *Байганинский район.* Северная часть района расположена в пустынно-степной (полупустынной) зоне на светло-каштановых почвах. Большая же часть района к югу приурочена к подзоне северных, местами остепненных пустынь на бурых и к подзоне типичных пустынь на серо-бурых почвах пустынной зоны. В северной части района преимущественно развиты светло-каштановые солонцеватые и светло-каштановые нормальные почвы. В крайней северо-западной, северо-восточной и восточной части встречаются комплексы почв светло-каштановых солонцеватых с солонцами. В восточной части района, в долине р. Жем распространены светло-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые почвы. В южной части подзоны бурых почв и в долинах рек Терисаккан, Атжаксы, Сараджынды и Жем развиты такыровидные почвы и такыры, местами со светло-бурыми такыровидными почвами. В восточной части подзоны, к останцам и уступам чинков, приурочены бурые пустынные малоразвитые щебнистые почвы. В южной части района, в подзоне серо-бурых почв, преимущественное распространение получили почвы серо-бурые пустынные, местами со светло-бурыми почвами. В долине р. Жем и в южной части района среди серо-бурых нормальных почв расположены пески пустынные с почвообразованием бурого типа. В восточной и южной части района распространены отдельные однородные массивы солонцов. В южной части между массивами песков и солонцов встречаются солончаки континентальные.

IV. *Бргызский район.* Северная и северо-западная часть района расположена в пустынно-степной (полупустынной) зоне на светло-каштановых почвах, остальная большая часть территории - в подзоне северных, местами остепненных пустынь на бурых почвах пустынной зоны. Почвы полупустыни представлены преимущественно светло каштановыми нормальными, в центральной части - светло-каштановыми солонцеватыми в комплексе с

солонцами. В северо-восточной части района среди светло-каштановых почв встречаются пески пустынно-степные. В западной и южной части района, расположенного в зоне пустынь почвы представлены бурыми пустынными нормальными, в северо-западной - комплексами бурых пустынных солонцеватых почв с солонцами. В пойме р. Ыргыз развиты лугово-бурые почвы. В восточной части преимущественное распространение получили бурые пустынные солонцеватые почвы, обширные массивы солонцов, а также солончаков. В западной и южной части широко простираются массивы песков пустынных с почвообразованием бурого типа.

V. *Каргальинский район*. Территория района представлена почвами подзон умеренно-засушливых степей на черноземах южных и сухих степей на темно-каштановых почвах степной зоны. Подзона черноземов южных занимает большую часть территории района. Преимущественное распространение получили черноземы южные карбонатные. В северо-западной части наиболее развиты черноземы южные малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые. В западной и центральной части района, среди черноземов карбонатных располагаются комплексы почв черноземов южных солонцеватых с солонцами. В восточной части района, расположенной в подзоне темно-каштановых почв широко распространены темно-каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами, в крайней юго-восточной части - темно-каштановые карбонатные почвы. В юго-западной части района развиты темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые почвы.

VI. *Мартоковский район*. Территория района представлена почвами подзон умеренно-засушливых степей на черноземах южных и сухих степей на темно-каштановых почвах степной зоны. В северо-западной части района расположены черноземы южные нормальные, в северо-восточной и восточной части - черноземы южные карбонатные, также широко развиты комплексы почв черноземов южных солонцеватых с солонцами. Юго-западная и южная часть района, расположенная в подзоне темно-каштановых почв, представлена темно-каштановыми солонцеватыми почвами в комплексе с солонцами. На пойменных и террасированных участках р. Елек сформированы луговые почвы.

VII. *Мугалжарский район*. Северная часть территории района расположена в подзоне умеренно-засушливых степей на черноземах южных степной зоны, южная – в пределах пустынно-степной (полупустынной) зоны на светло-каштановых почвах. В северной и западной части района, в полосе средне-каштановых распространены: средне-каштановые нормальные, карбонатные, солонцеватые, малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые почвы, комплексы средне-каштановых солонцеватых почв с солонцами. Северо-восточная и восточная часть района представлена горными каштановыми и средне-каштановыми малоразвитыми и неполноразвитыми (ксероморфными) щебнистыми почвами. Юго-западная часть района представлена светло-каштановыми нормальными, светло-каштановыми солонцеватыми и светло-каштановыми солонцеватыми в комплексе с солонцами почвами. В юго-западной части района почвы преимущественно светло-каштановые нормальные и светло-каштановые солонцеватые, в юго-восточной части - светло-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые, а в крайней юго-восточной части – такыровидные и такыры со светло-бурыми такыровидными почвами. В северной, центральной и южной части района представлены значительные отдельные массивы солонцов.

VIII. *Ойылский район*. Северо-западная часть территории района расположена в подзоне сухих степей на средне-каштановых почвах степной зоны, остальная большая часть – в пустынно-степной (полупустынной) зоне на светло-каштановых почвах. Подзона сухих степей представлено средне-каштановыми нормальными и солонцеватыми почвами. По левобережью р. Ойыл в западной части района почвы представлены преимущественно светло-каштановыми нормальными, карбонатными, солонцеватыми в комплексе с солонцами, в крайней западной части лугово-каштановыми и песками пустынно-степными. По правобережью р. Ойыл широкое распространение получили светло-каштановые

солонцеватые почвы и их комплексы с солонцами, пески пустынно-степные и лугово-каштановые почвы.

IX. *Темирский район.* Северо-западная и северо-восточная часть района расположена в пределах подзоны сухих степей на темно-каштановых, включая малогумусных (средне-каштановых) почв степной зоны. Остальная большая часть территории района расположена в пустынно-степной (полупустынной) зоне на светло-каштановых почвах. Почвы подзоны сухих степей представлены в северо-западной части района средне-каштановыми нормальными и карбонатными почвами, а в северо-восточной части - массивом темно-каштановых фосфоритных почв, вокруг которого сформировались средне-каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами и средне-каштановыми малоразвитыми и неполноразвитыми (ксероморфные) щебнистыми почвами. В северной части района, расположенного в зоне полупустыни, распространены светло-каштановые нормальные почвы. В юго-западной части района наиболее развиты светло-каштановые карбонатные, светло-каштановые солонцеватые в комплексе с солонцами, лугово-каштановые и пески пустынно-степные. В юго-восточной части района представлены средне-каштановые почвы в комплексе с солонцами и светло-каштановые нормальные почвы. В южной части широкое распространение получили светло-каштановые солонцеватые почвы и отдельный массив однородных солонцов. В пойме р. Ойыл, протекающей в центральной части района распространены луговые почвы.

X. *Кобдинский район.* Территория района расположена в северо-западной части области, в подзоне сухих степей на темно-каштановых почвах, включая малогумусные (средне-каштановые) почвы степной зоны. В северной части района распространены темно-каштановые нормальные почвы, северо-восточной и восточной части – темно-каштановые карбонатные, темнокаштановые нормальные, темно-каштановые фосфоритные и темно-каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами, отдельный массив солонцов. В северо-западной части темно-каштановые представлены карбонатными родами почвы. В западной части района распространены средне-каштановые карбонатные, средне-каштановые солонцеватые почвы. В западной и центральной части широкое распространение получили темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые, темно-каштановые солонцеватые почвы, В южной части района развиты преимущественно средне-каштановые нормальные, карбонатные почвы. В крайней юго-восточной части района встречаются незначительные по площади светло-каштановые нормальные почвы. Пойма р. Улькен Кобда представлена лесолугowymi почвами.

XI. *Хромтауский район.* Территория района расположена в подзоне сухих степей на темно-каштановых почвах, включая малогумусные (средне-каштановые) почвы степной зоны. На большей части района широкое распространение получили темно-каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами. Северо-западная часть представлена темно-каштановыми карбонатными, местами остаточнокарбонатными и темно-каштановыми малоразвитыми и неполноразвитыми (ксероморфными) щебнистыми почвами. Восточную часть занимают темно-каштановые нормальные и темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые почвы. В центральной части среди темно-каштановых солонцеватых в комплексе с солонцами почв, встречаются темно-каштановые карбонатные, местами остаточнокарбонатные почвы. В южной части широко распространены средне-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые почвы. Пойменные и террасированные участки р. Ор представлены лесолугowymi почвами. В северо-восточной и южной части района в долине р. Ор сформированы отдельные массивы однородных солонцов.

XII. *Шалкарский район.* Почти вся территория района (за исключением северо-западной части) относится к подзоне северных, местами остепненных пустынь на бурых почвах, а также подзоне типичных пустынь на серо-бурых почвах пустынной зоны. В северо-западной части района представлены почвы: средне-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые, светло-каштановые малоразвитые и

неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые, светло-каштановые и горные каштановые почвы. На всей территории района широко распространены бурые пустынные нормальные почвы. В западной части значительную по площади территорию занимают бурые пустынные солонцеватые почвы, также развиты бурые пустынные нормальные и малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые почвы. Восточная часть района представлена бурными пустынными солонцеватыми, бурными пустынными малоразвитыми и непоноразвитыми (ксероморфными) щебнистыми почвами, песками пустынными с почвообразованием бурого типа. В центральной части среди бурых нормальных почв широкое распространение получили пески пустынные с почвообразованием бурого типа. Юго-западную часть территории района занимают преимущественно почвы: серо-бурые пустынные, местами светло-бурые и серо-бурые пустынные солонцеватые. В крайней юго-восточной части района встречаются солончаки местами с обсохшими морскими засоленными осадками. На территории района, преимущественно в северной и западной части получили развитие отдельные массивы солонцов.

ХIII. Актюбинская городская агломерация. Территория администрации расположена в северной части в пределах подзоны умеренно-засушливых степей на черноземах южных и остальная большая часть в подзоне сухих степей на темно-каштановых почвах степной зоны. В подзоне черноземов южных почвы представлены черноземами южными карбонатными и черноземами южными солонцеватыми в комплексе с солонцами. Северо-восточную часть администрации занимают темно-каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые почвы. В западной, южной и восточной части широкое распространение получили темно-каштановые солонцеватые в комплексе с солонцами почвы. Пойменные и террасированные участки р. Елек представлены луговыми почвами.

7.2 Механический состав почв

Разновидности почв определяются по механическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород. От механического состава верхних горизонтов почвенного профиля зависит тепловой, водный и пищевой режим почвы, её химические, физические и воздушные свойства. Так, например, легкие супесчаные и песчаные почвы хорошо и быстро прогреваются солнцем и оттаивают весной, имеют высокую воздухо- и водопроницаемость. В результате высокой аэрации органические вещества растительных остатков и удобрений в таких почвах быстро минерализуются, а процессы гумификации, наоборот, ослабевают. Малая влагоёмкость препятствует накоплению в них влаги и приводит к вымыванию элементов питания и удобрений. Тяжелосуглинистые и глинистые почвы дольше прогреваются, слабо водо- и воздухопроницаемы, плохо впитывают атмосферные осадки. Лучшими являются почвенные разности среднесуглинистого гранулометрического состава [69].

Для северной части области присущи почвы с тяжелым механическим составом, представляющие делювиальные глины и тяжелые суглинки. В центральной и южной части области широкое распространение получили четвертичные отложения легкого механического состава.

Почвообразование в Мугалжарских горах происходит на грубом элювий, на Тургайском и Подуральском плато и плато Устюрт - на элювий горных пород третичного и мелового периода, а в Прикаспийской низменности - на отложениях Каспийской трансгрессии. В долинах рек почвообразующие породы - древний и современный аллювий различного механического состава [65, 66].

В пределах Прикаспийской низменности, где почвообразование происходит на отложениях Каспийской трансгрессии, почвообразующие породы представлены в северной части низменности желтовато-коричневыми глинами, засоленными хлоридами, а в южной части - супесями и песками, породы песчаного гранулометрического состава - незасоленными.

В пределах Подуральского плато широко распространены элювиальные отложения

меловых и третичных пород тяжелосуглинистого гранулометрического состава, чередующиеся с элювиально-делювиальными отложениями, залегающими на склонах. Все эти породы характеризуются различной степенью засоленности и карбонатности [65, 66].

По механическому составу на территории Актюбинской области выделены и отражены на карте (рисунок 7.3) следующие разновидности почв: *глинистые и тяжелосуглинистые; глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные и засоленные; средне- и легкосуглинистые; супесчаные; песчаные; щебнистые почвы* [65].

Глинистые и тяжелосуглинистые разновидности обычно типичны черноземам и темно-каштановым почвам. Они распространены преимущественно на территориях большей части Кобдинского района, западной части Мартоковского, северной и западной частей Алгинского, восточной части Каргалынского, северной, западной, центральной и северо-восточной частей Хромтауского, северной, западной и юго-восточной частей Айтеке Бийского, крайней северной, северо-восточной и юго-западной частей Шалкарского, южной части Байганинского, северной части Ойылского, восточной части Темирского, северо-западной и восточной частей Мугалжарского, северной и западной частей Ыргызского районов, а также на западной части Актюбинской городской администрации (рисунок 7.3).

Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные и засоленные почвы распространены по водораздельным равнинам, сложенными карбонатными и засоленными глинами, тяжелыми суглинками. Они распространены преимущественно на территориях юго-западной части Айтеке Бийского, северной и западной Ыргызского, восточной части Шалкарского, северо-восточной, северо-западной и южной частей Байганинского, юго-восточной и южной части Темирского районов.

Более легкие по механическому составу породы - *средне- и легкосуглинистые* с содержанием частиц физической глины около 25-30% распространены преимущественно в северной части Мартоковского района, южной и восточной части Кобдинского, западной части Каргалынского, восточной части Ойылского, юго-западной и северо-восточной части Темирского, южной и юго-восточной части Алгинского, западной части Хромтауского, юго-восточной части Айтеке Бийского, центральной части Байганинского, юго-восточной и южной части Шалкарского, северо-западной и южной части Мугалжарского, северо-западной и восточной части Ыргызского районов, а также в восточной части Актюбинской городской администрации.

Супесчаные почвы расположены на большей части территории Шалкарского района, северной, центральной и восточной частей Байганинского, восточной, юго-западной и южной частей Ойылского, южной и северо-восточной части Темирского, восточной и юго-западной части Кобдинского, центральной части Алгинского, юго-западной и юго-восточной части Мартоковского, крайней юго-восточной части Каргалынского, восточной и южной части Хромтауского, западной и восточной части Айткебийского, северо-западной, центральной, юго-восточной и южной частей Ыргызского районов, а также в юго-западной части Актюбинской городской администрации.

Песчаные почвы (пески) распространены в западной части Ыргызского района, в южной части Шалкарского, северо-западной и юго-западной части Байганинского, северо-западной, южной и северо-восточной частей Ойылского, юго-восточной части Темирского, южной части Мугалжарского районов.

Щебнистые почвы развиты преимущественно в пределах Подуральского плато, Мугалжарских гор и плато Устюрт покрытой толщей меловых и третичных отложений, представленных в основном элювиально-делювиальными щебнистыми суглинками, подстилаемыми щебнем. Распространены в западной и южной части Кобдинского, северо-восточной части Мартоковского, северной и юго-западной части Каргалынского, центральной и северо-западной части Ойылского, юго-восточной части Алгинского, северной, западной, центральной и восточной частей Хромтауского, северной и западной частей Айтеке Бийского, северо-западной части Шалкарского, северной, восточной и центральной частей Мугалжарского районов, северной и восточной части г.а. Актюбе.

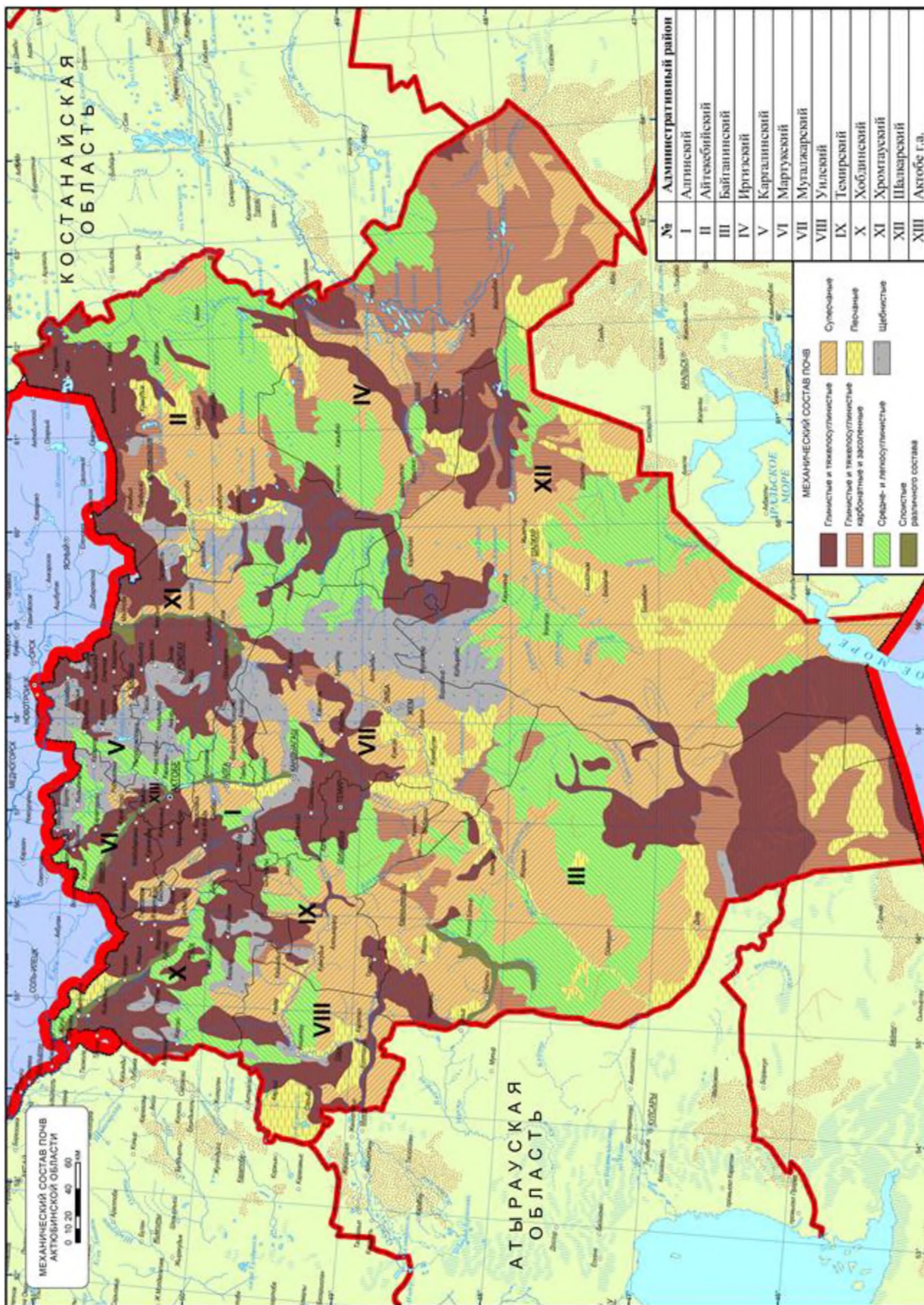


Рисунок 7.3 – Механический состав почв Актюбинской области

8. ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В Актыбинской области выращивается пшеница с высокими технологическими и хлебопекарными свойствами. Также возделываются ячмень, овес, просо, подсолнечник, сафлор и кормовые культуры.

Производство зерна в области основывается на почвезащитной технологии возделывания с применением коротко-польных севооборотов с полем пара и использованием почвообрабатывающих орудий. Почвезащитная система широко внедрена в земледелие Актыбинской области, она позволяет остановить ветровую эрозию, стабилизировать производство зерна.

ТОО «Актыбинская СХОС» на севере области рекомендует предложения по научно обоснованным схемам севооборотов, наряду с распространенными зернопаровыми севооборотами, рекомендуется переход на 4-5-польные севообороты плодосменного типа с возделыванием зерновых (яровая пшеница, просо), кормовых (суданская трава, житняк, кукуруза, сорго кормовое, эспарцет, донник) зернобобовых (нут, горох, соя), масличных (подсолнечник, сафлор, рапс, горчица, лен), зернофуражных (ячмень, овес, зерносмесь) [70].

В центральной части области преобладают севообороты (зернопаровые, плодосменные, кормовые, кормовые, пастбищные) с короткой ротацией. Для создания кормовой базы животноводства необходимы научно обоснованные кормовые севообороты и переход на возделывание наиболее продуктивных в данной зоне видов и сортов кормовых культур.

ТОО «Актыбинская СХОС» предлагает оптимальную структуру посевных площадей для условий Актыбинской области в зависимости от агроклиматических зон: II-III-IV: зерновые – 70%-60%-50%; зернофуражные – 15%-20%-25%; масличные – 1%-15%-20%; зернобобовые - 3%-20%-22%; крупяные – 1%-3%-7%; кормовые культуры – 1%-25%-30%; пары с минимальной обработкой почвы – 20%-15%-5% [71].

В условиях Актыбинской области все агротехнические мероприятия должны быть направлены на максимальное сохранение имеющихся запасов влаги. Ранневесеннее боронование надо начинать по мере наступления физической спелости почвы. На полях, необработанных с осени проводится лущение стерни дисковыми лущильниками с одновременным боронованием и прикатыванием.

Предпосевная обработка на тяжелых почвах и на полях, засоренных многолетними сорняками, проводится на глубину заделки семян (6-8 см) посевными комплексами, стерневыми сеялками, а также культиваторами, плоскорезами КПШ-9, ОПТ-3-5, КПЭ-3,8.

Для посева яровых рекомендуются наиболее засухоустойчивые культуры нашей сухостепной зоны и адаптированные сорта: ранние яровые зерновые – яровая твердая и мягкая пшеница, ячмень, овес; поздние яровые зерновые культуры – просо, кукуруза, гречиха, сорго; масличные – подсолнечник, горчица, сафлор; зернобобовые – горох, нут; кормовые – суданская трава, сорго, кормовые формы проса [72].

8.1 Яровые зерновые культуры

Приоритетной зерновой культурой в растениеводческие зоны области является яровая пшеница. Гарантированный урожай можно получить за счет влаги, накопленной в паровом поле, что достигается внедрением 4-5-польных зернопаровых севооборотов с короткой ротацией, в которых зерновой клин составляет 75-80%, пары – 20-25%.

Яровая пшеница

В Актыбинской области районированы сорта: Актыбе 39, Ертис 7, Павлодарская 93, Саратовская 42, Саратовская 55, Саратовская 70, Юго-Восточная 2.

В зоне рискованного земледелия, лучшим предшественником яровой пшенице является паровое поле. Традиционная технология обработки парового поля состоит: осенью – плоскорезная обработка на 10-12 см, (20-22, 22-25 см); весной и летом (в период парования)

– 3-4 культивации плоскорезами на глубину 8-10 см и 10-12 см; осенью – глубокое рыхление на 25-27 см.

Для засушливых условий области большое значение имеют кулисные пары. В качестве кулисных растений используются горчица сизая, суданская трава, сорго, подсолнечник. Основная обработка почвы под яровую пшеницу, идущей второй культурой, проводится плоскорезами на глубину 10-12 см, при большом засорении многолетними сорняками осенью проводится глубокая плоскорезная обработка почвы на глубину 20-22 см. Основная обработка почвы под яровые зерновые, идущих третьей и четвертой культурами после пара – плоскорезами на глубину 20-22 см.

Оптимальные сроки сева яровой пшеницы в области приходятся на 10-15 суток от начала полевых работ. Весовая норма высева мягкой пшеницы – 75-90 кг/га, твердой пшеницы – 80-95 кг/га, ячменя – 110-120 кг/га.

Актюбинская область является одним из перспективных регионов по производству ценного производственного зерна яровой твёрдой пшеницы.

Оптимальная площадь под яровой твёрдой пшеницей в Актюбинской области может составить 60-80 тысяч гектаров (около 15-20%) в Каргалинском, Мартокском, Алгинском, Хромтауском, Айтеке Бийском районах и в сельских округах г. Актобе. В этих районах и округах основные площади твёрдой пшеницы размещаются на южных чернозёмах и тёмно-каштановых почвах с высокой теплообеспеченностью вегетационного периода.

В настоящее время на смену стародавним сортам пришли новые селекционные сорта твердой пшеницы Каргала 9, Каргала 69, Оренбургская 10. Недостаточное развитие корневой системы у твёрдой пшеницы требует размещения её только по чистому пару. Посев твёрдой пшеницы проводится в ранние и средние сроки для того, чтобы снизить повреждения клопом-черепашкой. Семена заделываются на глубину 7-9 см. для лучшего развития первичных и узловых корней. Яровая твёрдая пшеница отличается невысокой продуктивной кустистостью, что следует учитывать при подборе нормы высева. В условиях Актюбинской области рекомендуется высевать на 1 гектар от 2 до 3-х млн. всхожих зёрен [73-74].

Ячмень

Ячмень – одна из ведущих зерновых культур Республики Казахстан. По площади посева среди зерновых колосовых культур он уступает лишь яровой пшенице. До недавнего времени в Актюбинской области ячмень занимал около 1 млн. гектаров пашни. Он высевался почти во всех зонах Актюбинской области как одна из основных культур для получения концентрированного корма для всех видов домашних животных.

В области районированы сорта: Донецкий 8, Илек 9, Карабалыкский 150. Потенциальные возможности ячменя в подъеме урожайности значительно выше, чем у пшеницы.

Ячмень в области - одна из наиболее урожайных яровых зерновых культур. При правильной агротехнике он даёт не только высокие, но и самые стабильные урожаи по годам. Преимущество ячменя проявляется только на достаточно окультуренных почвах и при правильной технологии. Благодаря короткому вегетационному периоду уборка ячменя начинается значительно раньше других яровых зерновых и проходит при более благоприятных условиях, до наступления осенних дождей. Поэтому семена ячменя, как правило, имеют лучшую всхожесть, чем другие культуры. Эта культура раньше освобождает поля для зяблевой обработки почвы. Ячмень является хорошей покровной культурой для житняка, который служит одной из основных многолетних культур при заготовке грубых кормов для животноводства области. При этом ячмень служит ценной продовольственной культурой. Его зерно используется для выработки перловых и ячневых круп. Зерно ячменя – основное и незаменимое сырьё пивоваренной промышленности. Из него приготавливают солод и специальные мальцэкстракты, которые применяют в медицинской, кондитерской, текстильной, кожевенной промышленности.

Разностороннее использование, устойчивая урожайность, скороспелость – эти

положительные качества определяют ценность ячменя для условий Западного Казахстана. В условиях Западного Казахстана в зерне ячменя накапливается большое количество белковых веществ (14-16%), что обуславливает его ценность как кормовой культуры. Однако использовать такое зерно для пивоварения не принято. Хорошим пивоваренным сортом считается тот, в зерне которого содержится не более 10-12% белка, 60-65% крахмала, экстрактивность – не менее 75%. Всхожесть ячменя, предназначенного для оसоложения, должна быть не ниже 95%, плёнчатость - не более 10%, натура зерна – не ниже 680 г/л, масса 1000 зёрен 45-50 г, выравненность – не ниже 80%.

В благоприятные годы ячмень дает хорошие урожаи. Ячмень – зернофуражная культура раннего сева. Высевать его можно при первых возможностях выезда в поле, однако обычно его сеют в сроки сева яровой пшеницы, поэтому агротехника их возделывания весьма сходна. Семена ячменя начинают прорастать при температуре плюс 2-3°C. Оптимальная температура для прорастания 20-22°C. Всходы ярового ячменя выдерживают заморозки до минус 3-4°C. Семена ячменя заделывают на 1-2 см глубже, чем пшеницу. Получению дружных всходов способствуют следующие агротехнические мероприятия: своевременный ранний посев; использование только полновесных крупных семян; заделка семян во влажный слой почвы на глубину 6-8 см.

Овёс

Овёс - зернофуражная культура. Зерно овса – отличный концентрированный корм для лошадей, домашней птицы, молодняка крупного рогатого скота. Белки овса отличаются от белков пшеницы и ячменя повышенным содержанием незаменимых для человека и животных аминокислот. Овёс может использоваться на зелёный корм, сено, силос в смеси с однолетними бобовыми культурами, а также как сидеральная культура. При соблюдении технологии овёс в условиях Актыобинской области даёт удовлетворительные урожаи – от 7-8 до 12-15 ц/га.

В области районированы сорта: Аламан, Байге. При соблюдении технологии овёс в условиях Актыобинской области даёт удовлетворительные урожаи – от 7-8 до 12-15 ц/га.

Овёс не требователен к почвам, что объясняется хорошим развитием корневой системы и её высокой усвояющей способностью. Вместе с тем, при возделывании овса в сухостепной зоне предпочтение следует отдавать более связным суглинистым почвам, которые хорошо удерживают влагу. Длительный посев овса по овсу снижает урожай. Овёс оставляет в почве большое количество корневых остатков и служит ценным предшественником для других культур. Срок сева - высевают овёс в ранние сроки, когда в верхнем горизонте почвы имеется наибольшее количество влаги. Весенняя обработка почвы складывается из раннего боронования для закрытия влаги. Перед посевом кондиционные семена овса протравливают против пыльной головни и корневых гнилей.

Норма высева овса составляет 2,5-2,7 млн. всхожих зёрен на 1 гектар. Глубина заделки семян – 5-6 см, при пересыхании верхнего слоя почвы глубина увеличивается до 7-8 см. Посев проводится стерневыми сеялками или посевными комплексами.

Созревание любых сортов овса протекает неравномерно, поэтому запаздывание с уборкой ведёт к осыпанию наиболее крупных зёрен из верхней части метёлки, которые созревают раньше. Преждевременная уборка овса нецелесообразна, т.к. в этом случае получают неоднородное зерно. Лучше убирать овёс отдельным способом. Уборку следует начинать, когда зерно в верхней части метёлки достигнет полной спелости. Чтобы предупредить обрушивание зерна, число оборотов молотильного барабана снижают до 900 оборотов в минуту. Свежеубранное зерно после очистки и сортирования хранят при влажности не выше 14% при высоте насыпи до 2,5 м.

Просо

Просо – теплолюбивая и засухоустойчивая культура, является страховой культурой в засушливые годы. Просо требовательно к предшественникам. В первый период своего

развития растет медленно и легко угнетается сорняками. Культуру следует размещать в зернопаровых звеньях после озими ржи или яровой пшеницы, высеянной по пару.

Посев проса начинают при прогревании почвы на глубине 10 см до 12-15°C. Ранние сроки сева для проса недопустимы, т.к. посев зарастает сорняками до появления всходов проса. Прорастание семян начинается при температуре 8-10°C.

Способ посева проса – сплошной рядовой. На семенных участках хорошие результаты дает широкорядный способ, способствующий получению крупных выполненных семян. Норма высева семян проса при сплошном способе посева 18-20 кг/га, при широкорядном -12-14 кг/га. Глубина заделки семян проса - 5-6-9 см, в зависимости от состояния увлажнения верхнего горизонта почвы. Для создания хорошего контакта семян с почвой обязательным приемом после посева проса является прикатывание кольчатыми катками.

Озимая рожь

Озимая рожь – наиболее стойкая культура к неблагоприятным условиям, чем озимая пшеница. В области районированы сорта: Саратовская 5.

В суровых климатических условиях области озимая пшеница подвержена вымерзанию в осенне-зимний период. Озимая рожь менее урожайна, чем яровая пшеница. Однако, в отдельные годы, неблагоприятные для яровых зерновых культур, озимая рожь приобретает страховое значение и в организационном отношении снимает напряжение в короткий весенний полевой период.

Лучшим предшественником под озимую рожь является чистый пар, т.к. создает благоприятные условия для получения дружных всходов. Из-за сухости почвы период между посевом и появлением всходов растягивается, поэтому всходы оказываются изреженными и недружными, не успевают хорошо раскуститься и страдают при перезимовке.

Лучшие сроки сева озимой ржи в области приходятся на 5-25 августа. Однако при этом необходимо учитывать влажность почвы на глубине заделки семян и количество осадков.

8.2 Зернобобовые культуры

Нут

Нут – растение засушливых степных районов. Районированными сортами нута по Актыбинской области являются Юбилейный и Волгоградский 10. Лучшие предшественники для нута – озимая рожь, яровые зерновые.

Лучшие предшественники для нута - озимая рожь, яровые зерновые. Как предшественник для яровых он приравнивается к пропашным культурам. Нут хорошо отзывается на удобрения, особенно на фосфорные. Хорошие результаты получают от нитрогина. Нут хорошо отзывается на глубокую осеннюю обработку почвы.

Высевают нут вслед за посевом зерновых культур. запаздывать с посевом особенно опасно в засушливых регионах, т.к. семена нута требуют много влаги для прорастания. Сеют нут зерновыми сеялками с установкой на верхний высеv во избежание травмирования семян.

Уборка нута проводится прямым комбинированием благодаря нерастрескиваемости бобов с минимальными потерями.

Горох

Горох представлен несколькими видами, из которых наиболее распространен *Pisum sativum* – горох культурный посевной. Посевной горох имеет пищевое и кормовое назначение. Его подразделяют на луцильные и сахарные сорта. Сахарные сорта используются в зеленом состоянии в пищу и возделываются в овощеводстве для производства консервированного зеленого горошка. Посевной горох (пелюшка) имеет исключительно кормовое назначение: на зерно, сено и зеленый корм. Потребность в тепле у гороха невысокая. Семена его прорастают при температуре 1-2°C.

Горох – культура высокоплодородных почв, для него малоприспособны песчаные и солонцовые почвы.

Районированными по Актыбинской области являются сорта Рамонский 77, скороспелый (75-90 дней), высокоурожайный. Горох устойчив к болезням и вредителям, к засухе и переувлажнению. Осыпаемость и растрескиваемость бобов средняя. В условиях Актыбинской области формирует урожай до 15-18 ц/га.

Предпосевная обработка почвы заключается в культивации на глубину заделки семян. Перед посевом гороха почву прикатывают катком. Это позволяет равномерно заделать семена в почву на заданную глубину и облегчает механизированную уборку, особенно полегшего гороха.

Норма высева в засушливых регионах 0,8-0,9 млн. всхожих зерен на гектар. В засушливых условиях Актыбинской области глубина заделки семян гороха увеличивают до 8-9 см. в сухостепной зоне Актыбинской области применяют однофазную уборку гороха.

8.3 Масличные культуры

Подсолнечник

Подсолнечник – основная масличная культура в области. Районированными сортами в Актыбинской области являются Жайна и СПК (кондитерский), Юбилейный 40, Скороспелый 40, Брио, Санай [75].

Хорошими предшественниками для подсолнечника являются яровые и озимые хлеба, кукуруза на силос, а лучшими – пар и яровая пшеница, идущая по пару. Подсолнечник возвращается на прежнее поле севооборота не ранее 7-8 лет.

Поле, отведенное под посев подсолнечника должно иметь глубину промачивания почвы не менее 1 метра. Под посевы подсолнечника необходимо вносить *минеральные удобрения* в дозе N30P60. Подсолнечник хорошо растет на черноземных и каштановых почвах глинистого или суглинистого механического состава с нейтральной или слабощелочной реакцией почвенного раствора. Солонцовые почвы непригодны.

Оптимальными сроками сева являются 1 и 2 декады мая. При посеве ультраскороспелого сорта Жайна и др. раннеспелых гибридов на одном гектаре необходимо иметь 50 тыс. растений. Для раннеспелого сорта СПК и др. более высокорослых сортов оптимальной густотой стояния будет 40 тыс. растений на 1 га.

Для уничтожения злаковых и двудольных сорняков применяются почвенные довсходовые гербициды гезагард (2-3 л/га) и дуал–голд (1,3-1,6 л/га), которые вносятся до посева или с заделкой в почву зубowymi боронами. В процессе вегетации растений подсолнечника при засорении однолетними и многолетними злаковыми сорняками применяется фюзилад форте (1,5-2,0 л/га). При безгербицидной технологии всходы однолетних сорняков (марь белая, щирица, щетинники, просо куриное) уничтожаются боронованием до всходов и по всходам в фазу 2-3 пар настоящих листьев.

Подсолнечник начинают *убирать*, когда в массиве останется 10-15% растений с желтыми корзинками, а остальные будут иметь желто-бурый и бурый цвет. Уборку проводят прямым комбинированием.

Сафлор

В более засушливых условиях сафлор дополняет «корзину» масличных культур, поэтому в 2-3 зонах области вместо подсолнечника имеется возможность его возделывать. Сафлор (*Carthamus tinctorius*) – засухоустойчивая масличная культура, может давать стабильный урожай маслосемян с содержанием масла 33-38%.

На Актыбинской сельскохозяйственной опытной станции выведен новый сорт сафлора Ахрам, который проявляет высокую экологическую пластичность и по хозяйственно-биологическим признакам значительно превосходит районированный сорт Акмай, а также другие сорта селекции Казахского НИИ земледелия и растениеводства (Алматинская область) и Красноводопадской СХОС (ЮКО), которые в условиях засухи и знойных суховеев Западного Казахстана не способны проявлять свои потенциальные возможности.

Ценной биологической особенностью сафлора является его способность произрастать и плодоносить на малопродуктивных засоленных землях, но предпочитает среднесуглинистые

почвы, хорошо удерживающие влагу. Вегетационный период у сафлора колеблется от 90 до 150 дней и зависит от сорта и условий вызревания.

На Актюбинской СХОС наибольшая урожайность сафлора была получена по пару – 14-16,6 ц/га, по второй культуре – 10-12 ц/га и третьей культуре – 5,0-6,5 ц/га. В острозасушливом 2012 году урожайность сафлора превысила зерновые в 2-2,5 раза.

Срок посева сафлора – самый ранний. Запаздывание со сроком сева всего на 5 дней снижает урожайность на 10-20%. Поэтому во всех зонах посев сафлора следует проводить в первую очередь. До посева в ранневесенний период при возможности рекомендуется проводить боронование БИГ-3.

Норма высева 0,4-0,6 млн. шт. всхожих семян/га или 15-20 кг/га. Глубина заделки семян – 4-6 см (обязательно во влажный слой почвы).

Для борьбы с сорняками рекомендуется перед посевом применять почвенные гербициды, которые используются под подсолнечник (гезагард, 2-3 л/га; дуал-голд, 1,3-1,6 л/га и др.). Наибольшая эффективность будет получена при обработке до посева гербицидом дуал-голд с нормой 1,5 л/га с последующим дискованием. При этом повышается урожайность, из-за снижения засоренности на 90-95%. Уход за посевами состоит в проведении боронования (по мере необходимости) до всходов и по всходам в фазу 2-3 пар настоящих листьев лёгкими боронами, при широкорядных посевах – 1-2 междурядные культивации.

Сафлор убирают при полном его созревании. Семена не осыпаются, что дает возможность производить уборку в последнюю очередь (после уборки зерновых – август-сентябрь). Убирают прямым комбинированием обычными зерноуборочными комбайнами.

8.4 Кормовые культуры

Кукуруза

Кукуруза – основная силосная культура в Актюбинской области. Государственный реестр селекционных достижений включены гибриды кукурузы Молдавский 215 МВ, Одесский 80 МВ, Будан 237 МВ, КАЗ ЗП 125, Сары-Арка 150 АСВ, Тургайская 5/87 допущенные к использованию в Актюбинской области.

Посев кукурузы, как теплолюбивой культуры проводят в прогретую почву. Лучшим сроком сева является период, когда температура почвы на глубине 10 см достигает 10-12°C. Норма высева кукурузы при возделывании на силос составляет 60-70 тыс. штук на 1 гектар без орошения и 90-100 тыс. на орошении, при выращивании на зерно норма снижается до 50-60 тыс. Оросительная норма полива 2500 м³/га.

Уход за посевами кукурузы начинают с боронования по всходам. Боронование проводят в фазу 3-4 листьев в дневные часы, когда тургор у растений спадает. В это время растения кукурузы сравнительно устойчивы против выдергивания, а сорняки еще слабы и легко уничтожаются зубьями борон. Для борьбы с сорняками используются и гербициды.

Уборку кукурузы на силос проводят в фазу молочно-восковой спелости зерна. В

Суданская трава

Она возделывается на зеленый корм, сено, сенаж и витаминно-травяную муку. К посеву суданки приступают при устойчивом прогревании почвы в слое 0-10 см до 10-12°C (2-3 декада мая). При определении срока посева семян суданки необходимо учитывать возможность возврата весенних холодов и высокую чувствительность всходов суданки к низким температурам. Районированы два сорта суданки: Журынская 1, Бродская 2.

Уборку суданки на зеленый корм, сено, сенаж, травяную муку начинают в конце выхода в трубку-начале выметывания метелок. В благоприятные по увлажнению годы возможно получение второго укоса.

Сорго сахарное

Возделывается на зеленый корм и силос. В Актыбинской области районирован сорт Ранний Янтарь 161.

Сорго особенно ценно в третьей и четвертой зонах области, так как оно лучше других полевых культур переносит засуху, суховеи и высокие температуры. При особо сильной засухе рост сорго приостанавливается, но с наступлением благоприятных условий вновь продолжается. Кукуруза в таких условиях прекращает вегетацию.

Сорго теплолюбиво и весьма чувствительно к пониженным температурам. Заморозки в 2-3 градуса губительны для всходов и взрослых растений, поэтому сорго - культура сравнительно поздних сроков сева и высевают его вслед за кукурузой. Глубина заделки семян 5-7 см, в случае пересыхания верхнего слоя – 8-9 см.

Способ посева широкорядный с междурядьями 60, 70 см. Норма высева сорго в I зоне – 90-100 тысяч семян на 1 гектар, II зоне – 80-90 тысяч семян на 1 гектар, III зоне – 40-50 тысяч семян на 1 гектар и IV зоне – 40-50 тысяч семян на 1 гектар. После посева поле прикатывается кольчатыми катками.

Многолетние травы

Наиболее приспособленными и высокоурожайными в условиях Актыбинской области являются из злаковых – житняк, волоснец, из бобовых – люцерна, эспарцет и донник. Почву под многолетние травы необходимо готовить более тщательно, чем под зерновые культуры. Обработка почвы должна быть глубокой и хорошо выровненной. В течение зимы проводят двукратное снегозадержание.

Предпосевная обработка почвы начинается с ранневесеннего боронования. При наличии сорняков и уплотнения проводят предпосевную обработку почвы и вслед за ней прикатывание кольчатыми катками.

Житняк и волоснец во всех зонах Актыбинской области можно сеять рано весной или осенью. Бобовые многолетние травы сеют ранней весной до просыхания верхнего слоя почвы. Для получения дружных всходов проводят послепосевное прикатывание. Сеют многолетние травы обычным рядовым способом дисковыми сеялками СЗТ-3,6, СЗП-3,6. Высевают их под покров зерновых культур и без покрова. На почвах, чистых от сорняков, лучшие результаты дает беспокровный посев. Удовлетворительные урожаи трав получают при посеве под покров ячменя, озимой ржи; норму высева покровной культуры уменьшают на 20%.

Семена покровной культуры и трав заделывают на разную глубину, поэтому вначале высевают покровную культуру, а затем поперек рядков – травы, с заделкой семян на 2-3 см. Норма высева: житняк, волоснец – 15-18 кг/га; люцерна, донник – 10-12 кг/га; эспарцет – 60 кг/га. Глубина заделки: житняк, волоснец, люцерна, донник – 2-3 см; эспарцет – 5-6 см [76].

На травах второго года жизни проводят ранневесеннее боронование с целью закрытия влаги и уничтожения сорняков. На посевах трав третьего и последующих лет жизни необходимо проводить щелевание поперек рядков.

В Актыбинской области получили распространение два вида житняка: ширококолосый или гребневидный и узкоколосый или пустынный. Ширококолосый житняк лучше растет в северных районах области, узкоколосый более урожаен в южных районах. Житняк хорошо переносит засоление почвы, засухоустойчив, зимостоек. Весной он отрастает раньше других культур и может быть использован в ранневесенний период. Житняка скашивают на сено в период колошения. Районированы два сорта житняка: Актыбинский ширококолосый местный и Актыбинский узкоколосый местный.

Районированный сорт волоснеца ситникового – Базойский. Районированный сорт люцерны – Кокше. Районированный сорт эспарцета – Песчаный 1251. Районированные сорта донника: белого – Шевакен, желтого – Альшеевский.

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 Актыобинской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 123 с.
- 5 Байшоланов С.С. О проблемах агрометеорологического прогнозирования в Казахстане // Вестник КазГУ, Серия географическая Вып. 1(11). 2001. – Алматы, КазГУ. С. 32–37.
- 6 Лосев А.П. Практикум по агроклиматическому обеспечению растениеводства. – СПб.: Гидрометеиздат, 1994. – 243 с.
- 7 Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 200 с.
- 8 Грингоф И.Г., Клещенко А.Д., Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том 1. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия. – Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. – 808 с.
- 9 Севастьянова Л.М., Николайченко Ю.Н. Потенциальные ветро- и гелиоэнергетические ресурсы в Алтайском крае // Вестник Томского государственного университета. 2012. – № 365. – С. 187–193.
- 10 Мищенко З. А. Агроклиматология: учебник. – К.: КНТ, 2009. – 512 с.
- 11 Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. – 424 с.
- 12 Руководство по агрометеорологической практике. Второе издание. ВМО – №134 Женева, 1981. – С.106–107.
- 13 Педь Д.А. О показателе засухи и избыточного увлажнения. //Тр. ГМЦ СССР. Вып. 156, 1975. – С.19–39.
- 14 Руководство для пользователей стандартизованного индекса осадков // Погода–Климат–Вода. ВМО –№1090, 2012. – 25 с.
- 15 Григорук В.В., Аюлов А.М., Долгих С.В. Байшоланов С.С. Акмолинская область: климат и урожай. Алматы, 2012. – 88 с.
- 16 Байшоланов С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана // Гидрометеорология и экология. № 3. Алматы, 2010. РГП «Казгидромет», С. 27-38.
- 17 Серякова Л.П. Агрометеорология. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. -180 с.
- 18 Справочник по показателям и индексам засушливости. ВМО–№ 173. 2016. – 60 с.
- 19 Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2005. -525 с.
- 20 Страшная А.И., Пурина И.Э., Чуб О.В., Задорнова О.И., Чекулаева Т.С. Автоматизированная технология мониторинга и расчета количества декад с почвенной и атмосферно-почвенной засухой под зерновыми культурами // Труды Гидрометцентра России, 2013. Вып. 349. – С. 150-160.
- 21 Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В. Основы оперативной системы оценки развития засух и ее опыт экспериментальной эксплуатации // Труды ВНИИСХМ. 2002. Вып. 34. – С. 48–66.
- 22 Дмитриева Л.И. Оценка временной изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур /Методическое указание/ -Одесса: ОГМИ, 1985. -19 с.
- 23 Муканов Е.Н. Байшоланов С.С. Районирование и оценка засушливости вегетационного периода на территории Казахстана // Материалы международной научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы прикладной гидрометеорологии». - Одесса: ОДЕКУ, 2012. –С. 100-104.

- 24 Пасечнюк, Л.Е., Сенников В.А. Агроклиматическая оценка суховея и продуктивность яровой пшеницы. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 126 с.
- 25 Методические указания по составлению «Научно-прикладного справочника по агроклиматическим ресурсам СССР (серия 2, ч. 1 и 2). – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 149 с.
- 26 Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. – Алматы, 2010. – 264 с.
- 27 Методические указания по определению влияния неблагоприятного природного явления на вегетацию сельскохозяйственных культур для определения факта наступления страхового случая. РГП «Казгидромет». Алматы, 2006. – 24 с.
- 28 Долгих С.А. Опасность сильных дождей // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. – Алматы, 2010. -С. 138.
- 29 Чередниченко А.В. Опасность градобития // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. –Алматы, 2010. –С. 142.
- 30 Байшоланов С.С., Пиманкина Н.В. Риск и опасность сильных метелей // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. –Алматы, 2010. – С. 152-154.
- 31 Агроклиматические ресурсы Алматинской области Казахской ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 199 с.
- 32 Агроклиматический справочник по Акмолинской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 135 с.
- 33 Бадина Г.В. Возделывание бобовых культур и погода. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 241 с.
- 34 Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 470 с.
- 35 Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. –М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. –512 с.
- 36 Акшалов К.А. Высокоэффективные технологии возделывания зерновых культур в полузасушливых условиях Северного Казахстана. Методические рекомендации. 2009. - 57 с.
- 37 Руководство по агрометеорологическим прогнозам. Том 1. Л.:Гидрометеиздат, 1984. - 290 с.
- 38 Лубнин М.Г. Методическое пособие по оценке агрометеорологических условий периода уборки зерновых культур. Москва: Гидрометеиздат, 1975. - 31 с.
- 39 Колосков П.И. О биоклиматическом потенциале и его распределении по территории СССР // Труды НИИАК Вып. 23. 1953. – С. 90–111.
- 40 Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 248 с.
- 41 Сапожникова С.А. Опыт интегральной сельскохозяйственной оценки климата территории социалистических стран Европы / С.А.Сапожникова // Агроклиматическое районирование пяти основных сельскохозяйственных культур на территории социалистических стран Европы. – София. Изд-во Болгарской АН, 1979. – С. 99–120.
- 42 Батталов Ф.З. Сельскохозяйственная продуктивность климата для яровых зерновых культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 112 с.
- 43 Сиротенко О.Д. Математические модели водно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 167 с.
- 44 Павлова В.Н. Развертка информации о возможных изменениях климата для расчетов по динамическим моделям формирования урожая // Труды ВНИИСХМ. Вып. 21. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 84–92.

- 45 Абашина Е.В., Сиротенко О.Д. Прикладная динамическая модель формирования урожая для имитационных систем агрометеорологического обеспечения сельского хозяйства // Труды ВНИИСХМ Вып. 21. –Л.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 13–18.
- 46 Сиротенко О.Д. Имитационная система климат–урожай СССР // Метеорология и гидрология, № 4. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. –С. 67–73.
- 47 Сиротенко О.Д., Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Абашина Е.В., Павлова В.Н. Современные климатические изменения теплообеспеченности, увлажненности и продуктивности агросферы России // Метеорология и гидрология, №8, – М.: Росгидромет, 2007. –С. 90–103.
- 48 Сиротенко О.Д., Клещенко А.Д., Павлова В.Н., Абашина Е.В., Семендяев А.К. Мониторинг изменений климата и оценка последствий глобального потепления для сельского хозяйства. – Агрофизика, №3, 2011. –С. 31–39.
- 49 Павлова В.Н. Агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России при реализации новых климатических сценариев в XXI веке // Труды ГГО, Вып. 569. 2013. –С. 20–37.
- 50 Республика Казахстан. Окружающая среда и экология. Т.3. Под. ред. Медеу. А.Р. 2–е изд. Алматы, 2010. – С. 366–367.
- 51 Официальный сайт Актюбинской области [электронный ресурс]. – 2015. - URL: <http://aktobe.gov.kz/sites/def> (дата обращения 05.08.2015).
- 52 Е.Н. Вилесов, А.А. Науменко, Л.К. Веселова, Б.Ж. Аубекеров. Физическая география Казахстана: учебное пособие. – Алматы: Изд–во «Қазақ университеті», 2009. – 362 с.
- 53 Веселов В.В. Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана: (анализ результатов исследований за 1961-2002 гг.). -Алматы, 2002. - 438 с.
- 54 Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд–во МГУ, 2001. – 528 с.
- 55 Научно–прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 18. Казахская ССР. Книга 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 514 с.
- 56 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.
- 57 Журавлев Г.Г., Задде Г.О. Оценка ветроэнергетического потенциала Кемеровской области // Вестник Томского государственного университета. 2013. – № 376. – С. 175–181.
- 58 Дробышев А.Д., Пермьяков Ю.В. Ветровая энергия и ее возможный вклад в ресурсосбережение и экологию Прикамья: учебное пособие. – Пермь: Изд–во Перм. ун–та, 1997. – 112 с.
- 59 Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / под ред. Н.В.Кобышевой и К.Ш.Хайруллина. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 320 с.
- 60 Республика Казахстан. Том 3: Окружающая среда и экология. Под. ред. Медеу. А.Р. 2–е изд. –Алматы, 2010. – С. 134-147.
- 61 Почвы Казахской ССР. – Алма–Ата: Изд–во «Наука», 1983. – 238 с.
- 62 Почвенная карта Казахской ССР. Под редакцией У.У. Успанова. М–ба 1:2500000. – М.: Изд–во «ГУГК», 1976. – 2 с.
- 63 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.
- 64 Плодородие почв // Национальный атлас Республики Казахстан. Том 3: Окружающая среда и экология. –Алматы, 2006. – 85 с.
- 65 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.

- 66 Соколов А.А. Природные зоны Казахстана // Агрохимическая характеристика почв СССР. Казахстан и Челябинская область. – М.: Изд-во «Наука», 1968. – С. 9–24.
- 67 Дурасов А.М., Тазабеков Т.Т. Почвы Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – 152 с.
- 68 Берг Л.С. Географические зоны Советского Союза, учебное пособие. – Т. 2. – М.: Изд-во «Географгиз», 1952. – 510 с.
- 69 Дмитриевский Ю.Д. Природно-ресурсный потенциал и природно-ресурсное районирование // Географические исследования регионального природно-ресурсного потенциала. – Саранск, 1991. – С. 13 – 20.
- 70 Жубанышева А.У., Тулеуов А.С., Титова Б.У., Титов Р.А., Жубанышев А.Б. Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур в севооборотах по влагоресурсосберегающей технологии в Актыобинской области. - Астана, 2011. -28 с.
- 71 Тулеуов А.С., Цыганков И.Г., Цыганков В.И., Жубанышева А.У., Никишков А.В. Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур и по уходу за парами в условиях 2007 года. - Актобе, 2007. - 70 с.
- 72 Тулеуов А.С., Цыганков И.Г., Цыганков В.И., Жубанышева А.У., Никишков А.В., Титова Б.У., Титов Р.А., Двуреченский В.И., Байказакон К.А. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ и уходу за парами и посевами сельскохозяйственных культур в Актыобинской области в 2012 году. - Астана, 2012, -36 с.
- 73 Юрман Я.Г., Беляев А.И., Солдатенко Н.А, Шелим И.П. Рекомендации по системе ведения сельского хозяйства. Актыобинская область. –Алма-Ата: Кайнар, 1978. - 373 с.
- 74 Ажибаев Е.И., Айжариков В.И., Двуреченский В.И., Жубанышева А.У., Литовченко А.С., Тулеуов А.С., Умурзаков И.К., Цыганков В.И., Цыганков И.Г. Система ведения сельского хозяйства Актыобинской области. - Актобе: «NOBEL», 2007. -394 с.
- 75 Карсыбаева С., Тынышбаев К., Молдиярова А., Алина Ж. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан.- Астана: Типография Форма Плюс, 2014. -238 с.
- 76 Цыганков И.Г., Цыганков В.И., Жубанышева А.У., Никишков А.В., Титова Б.У., Титов Р.А. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ и уходу за парами и посевами сельскохозяйственных культур в Актыобинской области в 2015 году// Актыобинский вестник. №54. 2015.