МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ»

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ СЕВЕРО–КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

научно-прикладной справочник

АСТАНА
2017

УДК: 551.5
ГРНТИ: 68.29.05
ББК 26.23
А 25

Редактор
кандидат географических наук, доцент Байшоланов С.С.

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

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

Агроклиматические ресурсы Северо–Казахстанской области: научно–прикладной справочник / Под ред. С.С. Байшоланова – Астана, 2017. – 125 с.

ISBN 978-601-7150-88-4

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 978-601-7150-88-4

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..... 54
3.3.4 Продолжительность вегетационного периода..... 55
3.3.5 Теплообеспеченность вегетационного периода..... 56
3.4 Ресурсы влаги..... 61
3.4.1 Режим атмосферных осадков..... 61
3.4.2 Режим снежного покрова..... 62
3.4.3 Режим увлажнения почвы..... 64
3.4.4 Влагообеспеченность вегетационного периода..... 67
3.4.5 Засушливость вегетационного периода..... 72
3.5 Биоклиматический потенциал..... 72
3.6 Режим влажности воздуха..... 74
3.7 Режим ветра..... 76
3.8 Температурный режим почвы..... 81
4 НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ПОГОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ 83
4.1 Засуха..... 83
4.2 Суховей..... 87
4.3 Заморозки..... 89
4.4 Гроза..... 90
4.5 Градобитие..... 92
4.6 Пыльные бури..... 93
4.7 Метели..... 93
5 КЛИМАТИЧЕСКИЕ СРОКИ ФАЗ РАЗВИТИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ..... 94
5.1 Климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур..... 94
5.2 Климатические сроки созревания и начала уборки урожая ранних яровых зерновых культур..... 96
6 АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР..... 100

7 ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ..... 108
7.1 Типы почв..... 108
7.2 Механический состав почв..... 113
8 ОСНОВНЫЕ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ..... 116
8.1 Яровые зерновые культуры..... 116
8.2 Зернобобовые культуры..... 119
8.3 Масличные культуры..... 119
8.4 Кормовые культуры..... 120
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ..... 122

ПРЕДИСЛОВИЕ

Климатические ресурсы являются одним из основных природных факторов, определяющие условие 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 условии погоды, также необходимо учитывать потребностей 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 выпушена монография «Климат Казахстана» [3].

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

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

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

В научно–прикладном агроклиматическом справочнике содержатся сведения об условии климата, о состоянии почвенного покрова, агроклиматических ресурсах, биоклиматическом потенциале, неблагоприятных для сельского хозяйства погодных явлениях (засуха, суховей, 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 – $Q_Ф$, Дж/м^2;

– 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]:

$$\sum Q_Ф = 0{,}43\sum S' + 0{,}57\sum D, \qquad (1.1)$$

где $\sum Q_Ф$ – суммарная фотосинтетически активная радиация (Дж/м^2);

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

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

По данным [2] величина ФАР за вегетационный период с температурой выше 10°С составляет по территории Казахстана от 24,5 МВт/м^2 (МДж/м^2) (35 ккал/см^2) на севере до 31,5 МВт/м^2 (45 ккал/см^2) 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 сутки зависит от географической широты и времени года. Например, продолжительность дневной части сутки летом на северной границе полярного земледелия (65°) равна 22 ч, а в экваториальных широтах составляет 12 ч.

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

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

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

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

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

Таким образом, агроклиматическими показателями радиационного режима являются:

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

В сельском хозяйстве также важным является использование энергии солнечной радиации для получения электрической и тепловой энергии. Для получения электрической энергии солнечная радиация считается «технически приемлемой» с того момента, когда ее интенсивность достигает 0,60 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°С;
- продолжительность вегетационного периода с температурой выше 5°, 10°, 15°С;
- суммы активных или эффективных температур воздуха за период с температурой выше 5°, 10°, 15°С.

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

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 10°С 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°С.

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°С 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 ($В_п$) в зернах яровой пшеницы от размаха суточных колебаний температуры воздуха ($А_т$) 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]:

$$В_п = 1{,}29\ \bar{А}_т + 2{,}1 \qquad (1.2)$$

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

$$В_п = 0{,}006\ \Sigma\bar{А}_т - 3{,}3\ ГТК + 14{,}0 \qquad (1.3)$$

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 (Wнпв) почвы:

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

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 (К), гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова (ГТК) [1, 6, 8, 10, 11]:

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

или

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

где R – сумма осадков за вегетационный или межфазный периоды;

$\sum E_0$ – сумма испаряемости за вегетационный или межфазный периоды;

Wв – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы весной перед посевом.

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

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

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;
∑X – количество осадков, выпавших с момента весеннего определения влажности почвы до наступления, засух;
∑t – сумма положительных среднесуточных температур от даты перехода температуры через 0°С.

Согласно выводам автора, засуха наступает, когда К = 1,5. Поскольку в начальный период жизни корневая система растений развита слабо и расположена в верхнем слое толщиной 0,20 см, 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 ∑R – сумма осадков;
∑d – сумма среднесуточных дефицитов упругости водяного пара.

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

$$Dв = Rn/LP, \quad (1.10)$$

где Rn – 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 Rn суммарную радиацию над действительной поверхностью R (ненасыщенной). Харе (1983 г.) определил, что большинство районов, подверженных значительному опустыниванию, расположены в таком сухом климате, где диапазон коэффициента лежит в пределах $2 < D < 7$. Эти значения

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

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

$$\mathrm{Im} = 100\frac{P}{Ep} - 1 \quad , \tag{1.11}$$

где P – среднегодовое количество осадков;
Ep – 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 (Наге, 1977, 1983). В теплых районах (среднегодовая температура 20°C и выше), где отсутствует суммарный годовой региональный сток поверхностных вод, соотношение индексов следующее [12]:

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

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

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

1.4 Методы оценки неблагоприятных погодных явлений

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

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

Засуха

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

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

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

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

Надо отметить, что понятие «засуха» неприменимо к районам с бездождным летом и крайне малым количеством осадков, где климат очень засушливый и земледелие возможно только при орошении (например, пустыни Сахара, Гоби, Кызылкум 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) 9 мм и ниже, а метрвого слоя – ниже 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°С 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°С (не более 25% продолжительности периода возможно наличие температуры ниже 25°С) и минимальной относительной влажности воздуха 35% и менее;

– в течение 15 суток подряд при максимальной температуре воздуха от 30 до 35°С и минимальной относительной влажности воздуха 30% и менее;

– в течение 10 суток подряд при максимальной температуре воздуха более 35°С 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.

В весенне–летний период, когда запасы продуктивной влаги в почве особенно важны для развития сельскохозяйственных культур, почвенная засуха должна определяться 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 зоны 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. Процерова, Н.Н. Иванова, Л.С. Кельчевской,

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

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

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

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

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

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

$$dP = \left(\frac{У - У_т}{\overline{У}_т}\right) * 100 \qquad (1.15)$$

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

У – средняя областная урожайность, ц/га;

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

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

Многолетняя практика показала, что для оценки засухи в условиях Казахстана наиболее подходящим является гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова, рассчитанный за период май–август ($ГТК_{5-8}$) [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 $ГТК_{5-8}$

$ГТК_{5-8}$	Степень засушливости
< 0,40	Сильно засушливо
0,40 – 0,59	Умеренно засушливо
0,60 – 0,79	Слабо засушливо
≥ 0,80	Не засушливо

В работе [23] на основе среднемноголетних 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°С 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 суховеев 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 зрений. 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 суховеев положено различное сочетание высокой температуры, низкой относительной влажности и определенной скорости ветра [11, 19, 24]. Основным критерием суховея является сочетание температуры воздуха выше 25°С, 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°С, низкая относительная влажность воздуха менее 20%, скорость ветра 5 м/с и более, а при температуре 30°С 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°С, но при сильном ветре или низкой влажности воздуха. Г.Т. Селянинов очень удачно выразил то основное, что характерно для суховеев – 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 и 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 ≥ 20 гПа) за период с апреля по октябрь составляет в Западно–Казахстанской и Актюбинской 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°С 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°С. Однако в период колошения они повреждаются уже при температуре минус 3°С, а во время цветения при минус 1°С. В фазе молочной спелости зерно зерновых культур повреждается при минус 2°С. По мере созревания устойчивость зерна к низким температурам возрастает;

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

– кукуруза, картофель, соя выносят температуру до минус 2°С, но в фазе цветения повреждаются уже при минус 1°С;

– теплолюбивые растения (гречиха, фасоль, рис, хлопчатник, бахчевые) повреждаются уже при минус 0,5°С;

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

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

Культура	Начало повреждения и частичная гибель (°С)			Гибель большинства растений (°С)		
	Всходы	Цветение	Созревание	Всходы	Цветение	Созревание
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 узколистый	–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. Синициной, 1973) [11]

Культура	Критические температуры воздуха, при которых повреждаются заморозками различные органы у растений
Виноград	распустившиеся почки (–1°С); цветки (0°С)
Яблоня, груша, вишня, слива	закрытые бутоны (–4°С); цветки и плодовые завязи (–1°С до 2°С)
Черешня	бутоны и цветки (–2°С); плодовые завязи (–1°С)
Абрикос, персик	закрытые бутоны (–2°С); цветки (–3°С); плодовые завязи (–1°С)
Ягодники (малина, клубника)	цветки и завязи (–2°С)

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 бур имеются на территории Западно–Казахстанской и Атырауской областей, в Кызылкумах, в долине реки Иле, на востоке озера Балкаш и между реками Ертис–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 посвящены 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°С – перезимовка не обеспечена.

2) со средней температурой января минус 10-15°С:

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°С:

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°С:

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 условии осенней закалки критическая температура вымерзания находится у озимого ячменя в пределах минус 13 – минус 16°С, у озимой пшеницы – минус 18 – минус 22°С, у озимой ржи – минус 20 – минус 24°С. 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°С. При температуре выше минус 18°С 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 закалки 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 закалки растений [31]

Абсолютный минимум температуры воздуха, °С	Средняя высота снежного покрова при различных условиях осенней закалки, 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 ($К_с$) следующего вида [10]:

$$К_с = \frac{\overline{T}_м}{С} \qquad (1.16)$$

где $\overline{T}_м$ – средний из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха (за месяц, сезон);

С – средняя высота снежного покрова (за месяц, сезон).

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

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 ($К_с$). Возделывание озимых зерновых культур исключается на территории с суровой и весьма суровой зимой ($К_с > 1$), 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°С. 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°С и сумма активных температур воздуха выше 10°С [25].

В последующем (2006 г.) агроклиматическом районировании территории Казахстана также были использованы ГТК за период с температурой выше 10°С и сумма активных температур воздуха выше 10°С [27].

Нами для агроклиматического зонирования территории областей были использованы коэффициент увлажнения (К) за вегетативно активный период (май–август) и сумма активных температур воздуха выше 10°С. Коэффициент увлажнения К, кроме осадков и температуры теплого периодов, также учитывает и осадки холодного периода.

С помощью ГТК можно оценить атмосферную засуху и засушливость климата.

Коэффициент увлажнения К 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°С (ΣT_{10}) были взяты шагом через 500°С, 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}, °С
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 многолетний значений К и сумм активных температур воздуха выше 10°С позволил нам разделит 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}, °С
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 б) Слабо засушливая теплая	0,6–0,8	2400–2500 2500–3000
IV	а) Умеренно засушливая теплая б) Умеренно засушливая умеренно жаркая	0,4–0,6	2500–3000 3000–3500
V	а) Очень засушливая умеренно жаркая б) Очень засушливая жаркая	0,2–0,4	3000–3500 3500–4000
VI	а) Сухая жаркая б) Сухая очень жаркая	< 0,2	3500–4000 > 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: A – ультраскороспелые (эфемеры) – менее 85 дней; B – скороспелые – 85-115 дней; C – 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 подразделено 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: a) – озимые культуры высокой зимостойкости (озимая рожь); b) – озимые культуры средней зимостойкости (озимая пшеница); c) – озимые культуры низкой зимостойкости (озимая ячмень); d) – яровые культуры сверхраннего посева, очень морозоустойчивые; e) – яровые культуры раннего посева (переход через 5°C), довольно морозоустойчивые; f) – яровые культуры позднего посева (переход через 10°C); g) – 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 сортов 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°С). Подсчитываются чаще всего в виде сумм среднесуточных (активных) температур воздуха за период с температурой выше 10°С.

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 $54{,}5^{o}$ с.ш., г. Костанай – $53{,}1^{o}$ с.ш., г. Павлодар – $52{,}2^{o}$ с.ш., г. Уральск – $51{,}1^{o}$ с.ш., г. Астана – $51{,}1^{o}$ с.ш., г. Актобе – $50{,}1^{o}$ 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°С 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, ^{o}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 среднеспелые позднеспелые	5	10 10 20	1400 1500 1700	20 20 25
Пшеница (твердая)	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	5	12	1400 1600 1700	15 20 20
Ячмень	наиболее раннеспелые среднеспелые позднеспелые	5	10	1250 1350 1450	20 15 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 среднеспелые позднеспелые	5	10	1250 1450 1550	20
Озимая рожь	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	5	10	1300 1350 1400	30
Озимая пшеница	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	5	10	1400 1450 1500	25
Кукуруза	раннеспелые среднеспелые среднепоздние позднеспелые	10	10	2200 2500 2700 2900	0
Гречиха*	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	7	10	1200 1300 1400	0
Просо	наиболее раннеспелые среднеспелые позднеспелые	10	10	1600 1700 1900	15
Сорго	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	12	12	2400 2500 2900	–10
Рис	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	15	20	2500 (≥15°С) 2820 (≥15°С) 3320 (≥15°С)	0 –12 –12
Фасоль*	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	12	12	1500 1700 1900	0
Горох	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	5	10	1250 1400 1550	10 6 6
Соя	наиболее раннеспелые раннеспелые среднеспелые позднеспелые	10	10	2140 2340 2560 3060	–8 –8 –12 –12
Бобы	Раннеспелые	7	10	1400	0
Чечевица	раннеспелые среднеспелые	5	10	1400 1500	10 6
Чина	раннеспелые среднеспелые	5	10	1500 1700	6
Нут	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	6	12	1400 1500 1600	0
Люпин	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	6	12	1400 1700 2100	12
Рапс яровой	раннеспелые позднеспелые			1800 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
Подсолнеч–ник	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	8	12	1850 2000 2300	0
Лен масличный	раннеспелые среднеспелые	7	10	1450 1550	6
Лен долгунец	раннеспелые среднеспелые	7	10	1400 1500	6
Огурцы*	раннеспелые среднеспелые позднеспелые			1200 1300 1450	0
Томаты*	раннеспелые среднеспелые позднеспелые			1500 1600 1700	0
Капуста	раннеспелые среднеспелые позднеспелые			1400 1500 1650	0
Картофель	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	10	10	1200 1500 1800	0
Сахарная свекла	раннеспелые среднеспелые позднеспелые			2000 2200 2400	
Хлопчатник*	раннеспелые среднеспелые позднеспелые	12	15	3100 (≥ 15°С) 3400 (≥ 15°С) 4000 (≥ 15°С)	0

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°С. Поэтому для определения обеспеченности растений теплом достаточно сравнить биологическую сумму температур с климатической суммой температур, т.е. с суммой активных температур воздуха выше 10°С. 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 К. Сухое земледелие, т.е. земледелие без орошения можно считать возможным при среднемноголетнем значении К > 0,50, характеризующее влагообеспеченность между категориями «недостаточная влагообеспеченность» и «умеренный дефицит влаги».

Анализы показали, что при среднемноголетнем значении К=0,50, на 80% обеспеченность соответствует значение К≈0,40. Надо отметить, что в условиях К<0,40 наблюдается сильно засушливое условие и устанавливается Дефицит влаги. Соответственно в качестве южной границы сухого земледелия можно использовать изолинию К(80%) = 0,40, или же изолинию среднемноголетнего значения К=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°С 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°С. Соответственно яровую пшеницу можно будет возделывать на территории, где на 80–90% обеспечено 1400°С сумма активных температур выше 10°С и значение коэффициента увлажнения К при обеспеченности 80% составляет более 0,40.

После определения территории (зоны) удовлетворяющей требования 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°С. 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.	∑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.	∑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.	∑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.	∑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.	∑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:

$$Nп = 87,17 – 1,73t – 0,64t^2 \quad (1.17)$$

где: Nп – 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:

легкие почвы: $Nп = 137,90 – 7,18t + 0,32t^2$ (1.18)

тяжелые почвы: $Nп = 133,08 – 3,97t + 0,07t^2$ (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°С, приведенные в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Суммы эффективных температур воздуха выше 5°С, 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°С. Однако, при высокой дневной температуре воздуха (выше 30°С) или при среднесуточной температуре воздуха выше 20°С, вводится поправка на балластные (тормозящие рост) температуры. Например, при среднесуточной температуре 22°С поправочный коэффициент составляет 0,96, а при 27°С – 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 [37, 38].

Также для северной половины Казахстана установлено, что для просыхания хлебов от скашивания (влажность зерна 35–37%) до кондиционной влажности зерна (14–15%) потребуется сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха 40–45 гПа, а для стоящих на корню – около 70 гПа. 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:

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

где БКП – относительные значения биоклиматического потенциала;

$K_{P(KУ)}$ – 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.

$K_{Р(КУ)}$ 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:

$$B_к = \varepsilon \sum T_{>10°}, \quad (1.21)$$

где $B_к$ – 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 ($\sum T=100°$) при данном увлажнении;

$\sum T_{>10°}$ – 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 энергомассообмена и продуктивности агроэкосистем - имитационная система «Климат–Почва–Урожай» [43-49].

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

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

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

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

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

6. Начальная влажность почвы на дату возобновления вегетации в мм по 10-сантиметровым слоям до 1 м;

7. Сроки и дозы внесения удобрения;

8. Метеорологические данные (температура воздуха, дефицит влажности воздуха, число часов солнечного сияния, сумма осадков).

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

При наличии полноценных данных система позволяет рассчитать:

- $БКП_1$ – при естественном увлажнении почвы;
- $БКП_2$ – при достаточном увлажнении почвы;
- $БКП_3$ – при достаточном минеральном питании;
- $БКП_4$ – 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

Северо–Казахстанская область расположена в северной части Казахстана. На севере и северо–востоке граничит с тремя областями Российской Федерации (Курганская, Тюменская, Омская), на западе с Костанайской областью, на юге – с Акмолинской областью, на востоке – с Павлодарской областью. Площадь территории области составляет 98,0 тыс. км². Протяженность территории области с севера на юг составляет около 370 км, а с запада на восток – более 600 км [50].

В состав Северо–Казахстанской области входят 13 административных районов, областной центр – г. Петропавловск. Также имеются 5 городов, 11 посёлков, 204 сельских (аульных) округов (таблица 2.1, рисунок 2.1) [51].

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

Район	Районный центр	Площадь, тыс. км²
Петропавловск г.а.	г. Петропавловск	
Айыртауский	а. Саумалколь	9,6
Акжарский	а. Талшык	8,0
Аккайынский	с. Смирново	4,7
Есильский	с. Явленка	5,1
Жамбылский	с. Пресновка	7,5
М. Жумабаева	г. Булаево	7,8
Кызылжарский	а. Бесколь	6,2
Мамлютский	г. Мамлютка	4,1
им. Габита Мусрепова	с. Новоишимское	11,1
Тайыншинский	г. Тайынша	11,4
Тимирязевский	с. Тимирязево	4,5
Уалихановский	а. Кишкенеколь	12,9
Шал Акына	г. Сергеевка	4,8

Рельеф и геологическое строение

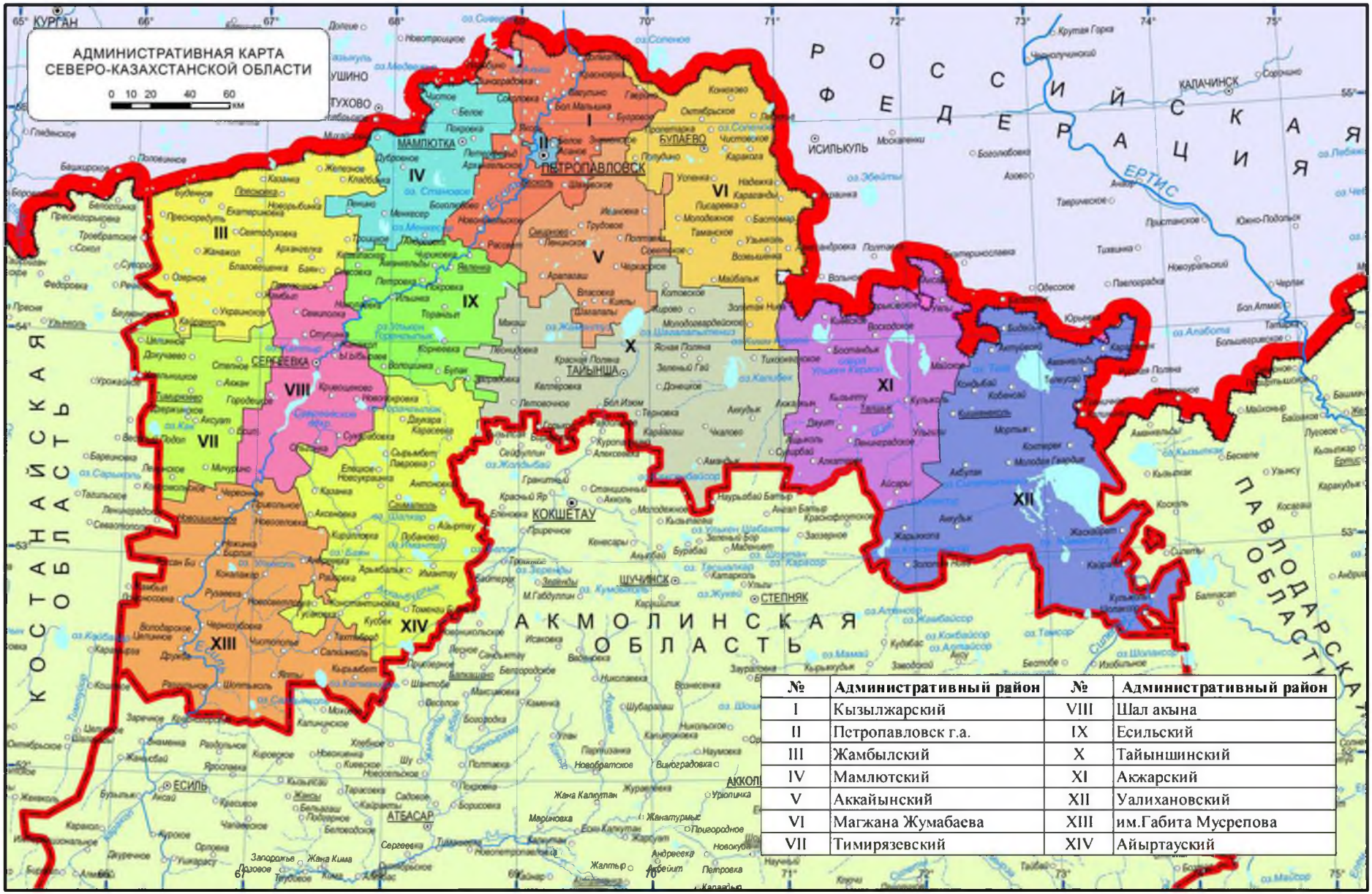
На территории Северо–Казахстанской области выделяются лесостепная, степная и сухостепная природные зоны.

На рисунке 2.2 представлена физико–географическая карта Северо–Казахстанской области. Территория Северо–Казахстанской области характеризуется преобладанием равнинных пространств – низменности и возвышенных равнин, юго–запад области занимает возвышенность Кокшетау.

Большую часть территории области занимают равнины, которые имеют абсолютные отметки на юге 180–185 м на юге и на севере, северо–востоке – 120–115 м над уровнем моря. На крайнем юге области в пределах Акжарского и Шал Акына районов встречаются небольшие гранитные сопки с абсолютными высотами до 221 м. В древних долинах р. Есиль рельеф земной поверхности переходит на крупные ложбины с обширными пологими понижениями. С северо–востока на юго–запад вытянуты гривы и котловины.

Для территории области характерно наличие малых форм рельефа (микроформ), небольших блюдцеобразных западин, нередко занятых озерами [51].

По физической карте можно четко выделить три морфологических типа рельефа: на левобережье – гривно–котловинная равнина водораздела Убаган–Есиль, на правобережье – плоская равнина водораздела Есиль–Ертис и разделяющая их долина Есиль [52].



№	Административный район	№	Административный район
I	Кызылжарский	VIII	Шал акына
II	Петропавловск г.а.	IX	Есильский
III	Жамбылский	X	Тайыншинский
IV	Мамлютский	XI	Акжарский
V	Аккайынский	XII	Уалихановский
VI	Магжана Жумабаева	XIII	им.Габита Мусрепова
VII	Тимирязевский	XIV	Айыртауский

Рисунок 2.1 – Административно–территориальное деление Северо–Казахстанской области

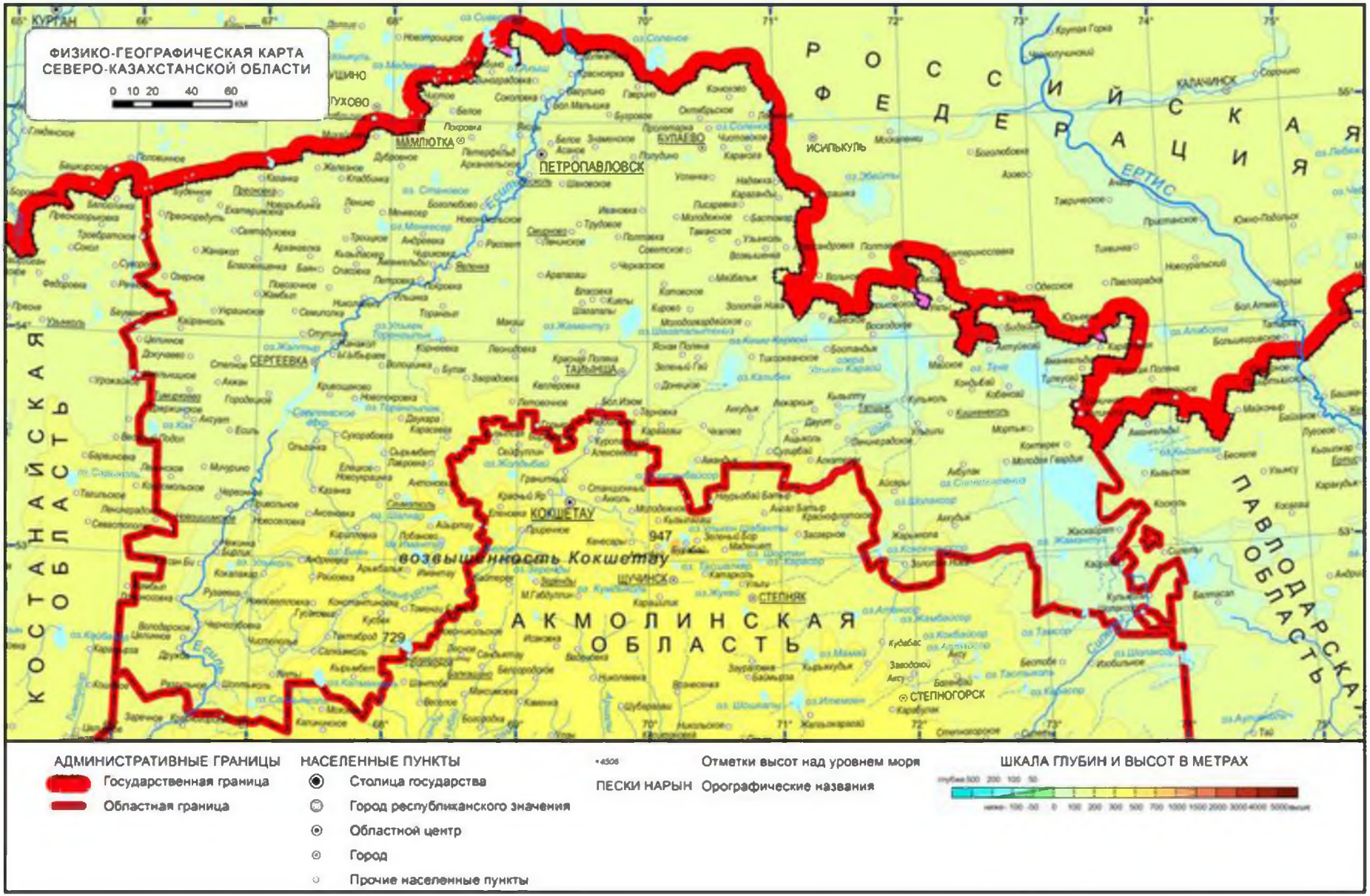


Рисунок 2.2 – Физико–географическая карта Северо–Казахстанской области

Северо–западная часть территории занимает гривно–котловинная равнина, которой характерна чередование котловин и параллельно направленных грив или увалов. Гривы, сложенные суглинками, имеют высоты над дном котловины от 2–3 до 8–10 м, длину от 1–1,5 до 8–10 км и ширину от 0,5–0,7 до 1–1,5 км. Правобережье водораздела Есиль–Ертис представляет собой равнину, со слабо выраженными понижениями.

Крупным элементом рельефа поверхности является широкая долина Есиль, которая врезается на значительную глубину и имеет асимметричное строение. Ширина ее достигает 10–15 км, верхняя терраса возвышается над современной поймой до 40–50 м.

Правый берег долины Есиль имеет высокую террасу и представляет собой нагорный рельеф близ г. Петропавловск. Здесь четко выделяются пойменные террасы с низкой (в 2–3 м над уровнем воды) поймой и с высокой поймой (4–4,5 м). По всей территории области наблюдаются высокие обрывистые уступы с расчлененными глубокими оврагами. Слабоволнистая поверхность ее постепенно сливается с водораздельным плато. Вдоль всей долины Есиль расположены много котловин, которые заняты озерами.

Равнинность рельефа области обусловлена особенностями геологического строения территории и относительным тектоническим спокойствием ее в течение последних эпох горообразования. Вся она покрыта толщей осадочных пород третичного и четвертичного возрастов, которые отличаются спокойным, почти горизонтальным залеганием.

Эти породы покрывают собою слегка дислоцированные, смятые в виде пологих куполовидных складок отложения мелового и юрского периодов, лежащие непосредственно на древнем жестком фундаменте, который имеет ступенчатое строение. Таким образом, уступы древнего фундамента перекрыты и сглажены более поздними отложениями, а рыхлые породы нового времени окончательно нивелируют неровности в строении фундамента и создают основу для современного равнинного рельефа [53, 54].

Древний фундамент здесь сложен главным образом, докембрийскими и нижнепалеозойскими породами (кристаллические сланцы, граниты, кварциты, алевриты). Среди покрывающих его юрских пород преобладают пестро цветные глины (розовые, желтые, серые, голубые, шоколадно–коричневые, темно–красные) с прослоями обугленных растительных остатков, песков и галечников. Мощность юрских отложений определяется от 100 м близ рабочего поселка Смирново до 300 – у разъезда Ганькино [53]. С конца юры и до начала неогена отложение осадков на территории области шло в условиях мелководного моря, многократно изменявшего свои глубины и очертания.

В четвертичный период продолжали накапливаться озерно–речные отложения, а также наносы ледниковых потоков. Самые древние образования четвертичного времени покрывают водораздельные равнинные пространства. Это слоистые глины и бурые суглинки с прослоями песков. Их мощность составляет от 2 до 25 м. Более молодыми наносами образованы вторая и третья террасы Есиль и долина Камышловки. В сложении второй террасы участвуют косослоистые глинистые пески, желто–бурые суглинки, супеси и глины. В строении третьей террасы снизу отмечены пески с прослоями галечников, а выше – суглинки и супеси; долину Камышловки выполняют темноцветные суглинки и глины с прослоями песка. Новейшие образования (мощность их до 7 м) слагают первые террасы речных долин и представлены галечниками и супесями, в прирусловых частях идет накопление песков.

Гидрография

Единственная в области крупная река Есиль служит источником водоснабжения лишь для прибрежных населенных пунктов. Кроме того, область богата озерами, среди которых численно преобладают так называемые малые озера. Встречаются болота. Большинство озер (при атмосферном питании) сильно усыхает, иногда до полного пересыхания. Если же озера питаются грунтовыми водами, то они, как правило, имеют соленую воду. Подземные воды чаще всего также сильно минерализованы и невелики по запасам.

Формирование стока р. Есиль происходит в пределах Казахского мелкосопочника, где он принимает свои главные притоки Жабай, Акканбурлук, Иманбурлук с Сарыозеком. На территории равнинной части области в р. Есиль впадают ручьи Теренсай, Шудасай, Боганатка, Александровский, Мальцевский, Омутки. Есиль относится к типу рек с исключительно снеговым питанием, дающим более 80% годового стока [55].

По гидрологическому режиму р. Есиль относится к рекам с повышенной минерализацией воды, что обусловлено засушливостью климата водосборного бассейна и высокой соленостью подземных вод, подпитывающих реку. Общая минерализация достигает 500–800 г/л в меженные периоды, вода жесткая. Регулирование стока созданием водохранилищ (Астанинское в 1968 г., Сергеевское в 1969 г., Петропавловское в 1975 г.) сглаживает различия в степени минерализации внутри года [56].

Общее количество озер в области около 3000, с суммарной площадью 4600 км². Юго–восточная часть и местами северная часть занимают озера, которые, располагаются цепочкой вдоль вытянутых лощин, в плане напоминающие лёссы параллельных русел.

Во многих местах Северо–Казахстанской области подземные воды служат единственным источником водоснабжения. Они отличаются чрезвычайной пестротой минерализации, значительными колебаниями запасов и глубины залегания [55].

На территории области имеются несколько водоносных комплексов, приуроченных к породам разного возраста и состава. Например, водоносные комплексы трещиноватых горных пород до палеозоя и палеозоя, где развиты на юге области, воды комплекса преимущественно пресные с минерализацией до 1 г/л, на участках, перекрытых более молодыми породами, встречаются солоноватые воды с минерализацией до 3 г/л и более; водоносный комплекс меловых отложений широко развит в северной части области, которая находится в неблагоприятных природно–геологических условиях для формирования доброкачественных подземных вод в больших количествах.

Растительный покров и животный мир

Растительный покров области изменяется в соответствии с широтной географической зональностью. По характеру растительности территория области делиться на три части. На севере тянется неширокая лугово-лесная поляна, где леса располагаются более крупными массивами. Южнее лежит типичная березовая лесостепь, где леса располагаются островками-колками. На юге преобладает степная растительность, изредка встречаются березовые колки [4].

Растительный покров области сильно нарушен хозяйственной деятельностью человека. В подзоне южной или типичной лесостепи березовые и осиново–березовые леса занимают около 25–30% территории [53].

В подлеске произрастают березы, осины, ивы. Хвойные леса в области занимают 57 тыс. га, в том числе 41 тыс. га входит в состав Государственного Национального Природного Парка (ГНПП). Лесные культуры, созданные искусственным путем, занимают 64 тыс. га – в ГНПП «Кокшетау» [52].

Растительность безлесных пространств с черноземными почвами представляют собой типчаково-ковыльно-разнотравную степь. Их основу составляют типчак, ковыль, тонконог, мятлик, вейник. В составе разнотравья много бобовых: астрагалы, эспарцет, люцерна. На солонцах состав разнотравья сокращается, и увеличивается число полыней, появляется кермек. Пойма реки Есиль занята злаково-разнотравными лугами [4].

Городские леса в рассматриваемом регионе составляют 4697 га, или 0,7%. К городским лесам относятся 4642 га, находящихся в утвержденных границах г. Петропавловска, а 55 га приходится на долю границы г. Сергеевка. Площадь зеленых зон населенных пунктов и лечебно–оздоровительных учреждений составляет 16522 га или 2,4%. Почвозащитные леса занимают 504160 га территории, расположенные во всех лесорастительных районах области, не вошедшие в другие категории защищенности.

В области 430 тыс. га находятся под государственными природными заказниками республиканского значения: Смирновский, Согровский и Мамлютский зоологические, Орлиногорский ботанический заказник; два зоологических заказника – Акжарский и Тарбагатайский, площадью 377 га местного значения. Имеется 12 государственных памятников природы [57].

В области обитает около 260 видов позвоночных животных, из них млекопитающих – 36 видов, птиц – 210, пресмыкающихся – 3, земноводных – 5, рыб – более 30 видов. Млекопитающие входят в состав пяти отрядов: насекомоядные, зайцеобразные, грызуны, хищные, парнокопытные. Самым многочисленным является отряд грызунов – 12 видов, среди которых есть обитатели лесов – белка обыкновенная и мышь лесная, степей – сурок–байбак и суслик, водоёмов – ондатра и т.д. В то же время в отряде зайцеобразных всего два вида – заяц–беляк и заяц–русак [52].

Птицы области представлены 20 отрядами. Наиболее многочислен отряд воробьиных, формирующий 16 семейств с общим числом видов более 60.

Ихтиофауна водоемов представлена подклассом костных рыб. В настоящее время их насчитывается 30 видов, относящихся к 10 семействам.

Редкие и исчезающие животные, входящие в «Красную книгу Казахстана» составляют 19 видов, малочисленные животные – 47 видов: кабан, сурок – байбак, белка, рысь, пеганка, огарь, ходулочник, черный коршун и др. [51, 55, 58].

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 Северо–Казахстанской области сегодня действуют 14 метеорологических станций (МС) и 7 агрометеорологических постов (АМП) РГП «Казгидромет» МЭ РК (рисунок 3.1). Для характеристики климатических условий области были использованы данные 12 метеорологических станций, имеющих непрерывный многолетний ряд наблюдений: Петропавловск, Булаево, Возвышенка, Благовещенка, Явленка, Тайынша, Сергеевка, Тимирязево, Кишкенеколь, Чкалово, Саумалколь, Рузаевка.

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

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

3.1 Агроклиматические зоны

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

Анализ распределения по территории Северо–Казахстанской области значений К и сумм активных температур воздуха выше 10°С позволил выделить на территории области 3 агроклиматических зон. Надо отметить, что зона III охватывает небольшую приграничную территорию на юго–западе и юго–востоке области. Названия зон и предельные значения К и сумм температур приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Агроклиматические зоны на территории Северо–Казахстанской области

№ зоны	Название зоны	К	ΣТ10, °С
I	Умеренно влажная умеренно теплая – в северной части – в южной части	1,0–1,2	 2000–2250 2000–2300
II	Слабовлажная умеренно теплая	0,8–1,0	2200–2400
III–а	Слабо засушливая умеренно теплая	0,7–0,8	2400–2450

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

Агропост

№	Название пункта
1	Налобино
2	Вагулино
3	Пресновка
4	Корнеевка
5	Актуесай
6	Талшык
7	Новоишимское

Метеорологическая станция

№	Метеостанция	№	Метеостанция
1	Мамлютка	8	Тайынша
2	Петропавловск	9	Сергеевка
3	Булаево	10	Тимирязево
4	Смирново	11	Кишкенеколь
5	Возвышенка	12	Чкалово
6	Благовещенка	13	Саумалколь
7	Явленка	14	Рузаевка

Рисунок 3.1 – Метеорологические станции Северо–Казахстанской области

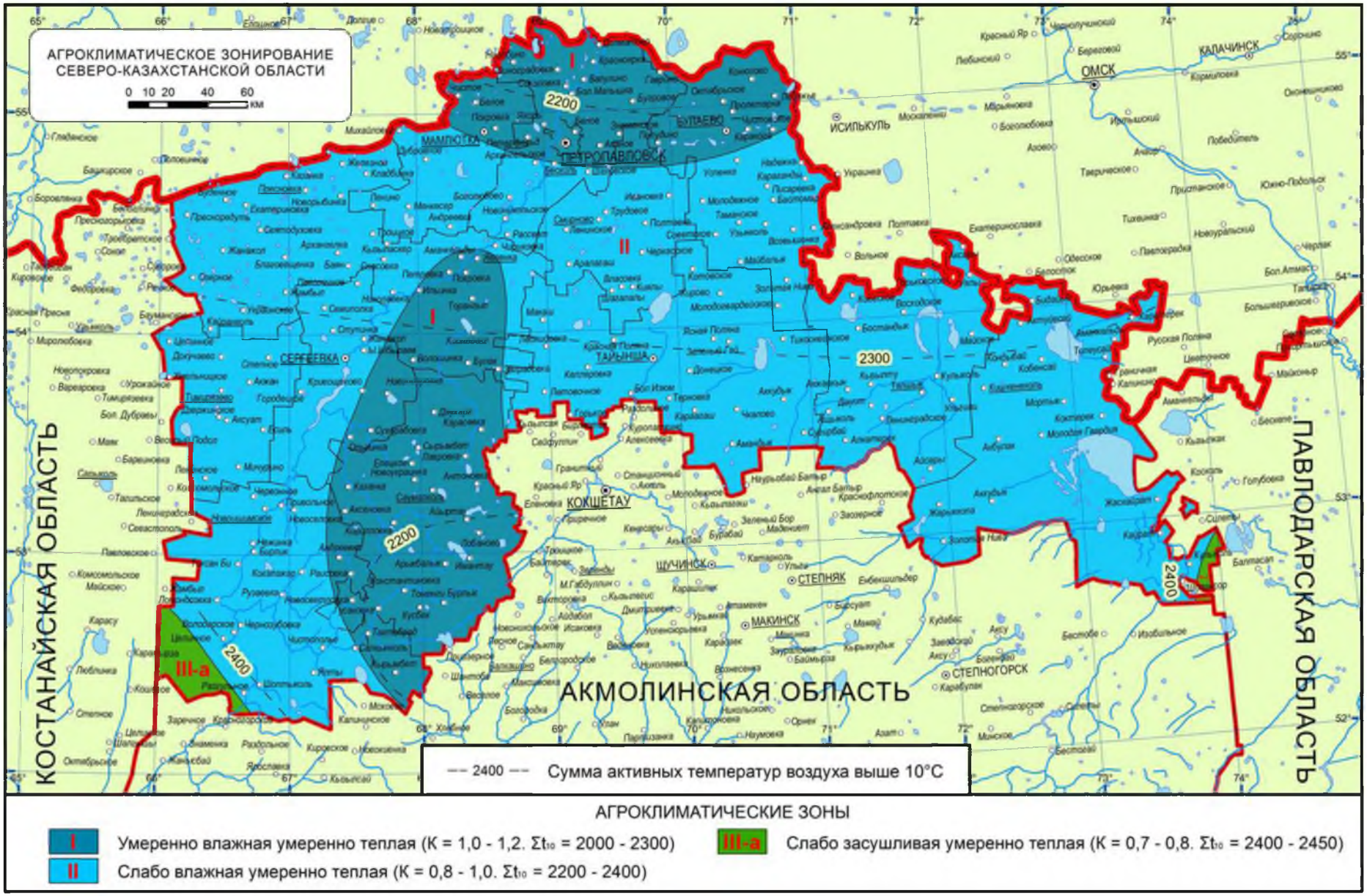


Рисунок 3.2 – Агроклиматическое зонирование территории Северо–Казахстанской области

Зона I – «Умеренно влажная умеренно теплая» занимает северную окраину области (Мамлютка, Петропавловск, Булаево), а также в южной части области – от Явленки до Саумалколь и далее до границы Акмолинской области. Зона характеризуется коэффициентом увлажнения К = 1,0–1,2 и суммой температур выше 10°С в пределах 2000–2300°С. Годовая сумма осадков составляет 370–420 мм.

Зона – II «Слабовлажная умеренно теплая» занимает остальную, преобладающую территорию области, и характеризуется коэффициентом увлажнения К = 0,8–1,0 и суммой температур выше 10°С в пределах 2200–2400°С. Годовая сумма осадков составляет 310–370 мм.

Зона III–а – «Слабо засушливая умеренно теплая» занимает лишь приграничные районы на юго–западе и юго–востоке области, характеризуется значением К = 0,7–0,8 и суммой температур выше 10°С в пределах 2400–2450°С. Годовая сумма осадков составляет около 300 мм.

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

Таблица 3.2 – Принадлежность административных районов Северо–Казахстанской области к агроклиматическим зонам

Агроклиматические зоны	Административный район (районный центр)
I. Умеренно влажная умеренно теплая	В северной части области: – северная часть Мамлютского района (г. Мамлютка); – северная половина Кызылжарского района (а. Бесколь); – территория г. а. Петропавловск; – северная часть района им. М. Жумабаева (г. Булаево); – северная окраина Аккайынского района (с. Смирново). В южной части области: – центральная и южная части Есильского района (п. Явленка); – восточная окраина района им. Шал Акына (г. Сергеевка); – Айыртауский район (п. Саумалколь); – восточная окраина района им. Г. Мусрепова (с. Новоишимское).
II. Слабо влажная умеренно теплая	Западная, центральная и восточная части области: – Жамбылский район (с. Пресновка); – центральная и южная части Мамлютского р–на (г. Мамлютка); – южная половина Кызылжарского района (а. Бесколь); – центральная и южная части района им. М. Жумабаева (г. Булаево); – Аккайынский район (с. Смирново); – Тимирязевский район (с. Тимирязево); – район Шал Акына, кроме его восточной части (г. Сергеевка); – район им. Г. Мусрепова (с. Новоишимское), кроме его восточной окраины. – западная, северная и восточная окраины Есильского района; – Тайыншинский район (г. Тайынша); – Акжарский район (с.Талшык); – Уалихановский район (с. Кишкенеколь).
III–а. Слабо засушливая умеренно теплая	Юго–западная и юго–восточная окраины области: – юго–западная окраина района им. Г.Мусрепова (с. Новоишимское); – юго–восточная окраина Уалихановского района (с. Кишкенеколь).

3.2 Ресурсы солнечной радиации

Для количественной оценки солнечного излучения используются два показателя:

1) Плотность потока (интенсивность, мощность) радиации – количество лучистой энергии, падающей на единицу площади в единицу времени. Ее основной единицей измерения является кВт/м^2 (или кДж/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 (So). Принято считать So = 1,367 кВт/м^2, с ошибкой ± 0,3% [59].

2) Сумма (доза) радиации – количество радиации, приходящей на единицу площади соответственно ориентированной поверхности за время действия облучения (час, день, месяц, год). Она в основном измеряется в МДж/м^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 $S_{ум} \approx 1{,}02$ кВт/м^2. С возрастанием высоты уменьшается мощность атмосферы и увеличивается её прозрачность вследствие уменьшения водяного пара и пыли. Поэтому интенсивность прямой солнечной радиации с увеличением высоты растёт и стремится к своему предельному значению – 1,367 кВт/м^2.

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

В Северо–Казахстанской на МС Петропавловск измеряется только продолжительность солнечного сияния. Поэтому для характеристики солнечного излучения на севере области были использованы данные МС Омск (Россия), расположенной на одинаковой широте с МС Петропавловск [60]. Для характеристики солнечного излучения на юге области были использованы данные МС Рудный (Костанайская область), расположенной на широте МС Рузаевка [61].

Годовая сумма суммарной солнечной радиации (∑Q) по территории Северо–Казахстанской области колеблется в пределах 5900–6100 МДж/м^2 при ясном небе и в пределах 4100–4600 МДж/м^2 при средних условиях облачности (таблица 3.3). При таком раскладе фактически на земную поверхность поступает около 72% от возможной суммарной радиации. Месячные суммы суммарной радиации при ясном небе колеблются от 92–121 МДж/м^2 в декабре до 913 МДж/м^2 в июне. Разница суммарной радиации на юге и на севере области уменьшается к лету и возрастает к зиме.

Таблица 3.3 – Месячная и годовая сумма суммарной радиации при ясном небе (∑Qя) и при средних условиях облачности (∑Qco), МДж/м^2 [60, 61]

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
север области (МС Омск)													
∑Qя	124	230	466	646	856	912	885	725	496	321	172	92	5925
∑Qco	90	175	346	473	611	657	633	498	328	177	91	69	4148
юг области (МС Рудный)													
∑Qя	150	256	476	663	852	913	885	734	532	357	185	121	6123
∑Qco	118	214	396	513	663	675	666	563	385	222	120	88	4623

Для характеристики продолжительности солнечного сияния на севере области были использованы данные МС Петропавловск, а на юге области – МС Кокшетау (Акмолинская область), которая находится близко к границе Северо-Казахстанской области, по широте соответствует МС Саумалколь.

В среднемноголетнем по территории области годовое количество часов с солнечным сиянием (SS) возрастает с севера на юг от 2070 до 2290 часов, т.е. в среднем за год солнце сияет в течение 6,5–7,1 часов в сутки (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Продолжительность солнечного освещения

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
север области (МС Петропавловск)													
Суммарное солнечное сияние (SS), час	68	120	186	225	279	294	283	220	169	105	70	51	2071
Солнечное сияние за день, час	3,5	5,3	7,0	8,2	9,5	10,1	9,3	7,4	6,4	4,6	3,8	2,9	6,5
Число дней без солнца, дни	12	6	5	3	2	0,8	0,8	1	3	9	12	14	68
юг области (МС Кокшетау)													
Суммарное солнечное сияние (SS), час	91	127	189	238	294	313	310	256	190	127	90	75	2298
Солнечное сияние за день, час	4,1	5,7	7,1	8,6	9,9	10,6	10,3	8,5	6,9	5,2	4,3	3,7	7,1
Число дней без солнца	9	5	4	3	1	0,5	0,9	1	3	7	9	11	54

Самыми солнечными месяцами являются май, июнь и июль, когда в среднем солнце сияет в течение дня на юге области 9,9–10,6 часов, на севере 9,3–10,1 часов. К зиме продолжительность солнечного сияния сокращается, достигая минимума 2,9–3,7 часов в сутки в декабре. Солнце сияет более 7 часов в сутки в течение 6 месяцев подряд (март–август).

В течение года число дней без солнца растет от лета к зиме и их количество за год составляет 54–68 часов. В среднем почти все дни 3 летних месяцев бывают солнечными. Количество дней без солнца более 10 дней за месяц наблюдается на севере во все зимние месяцы, а на юге – в декабре.

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

Таблица 3.5 – Интенсивность суммарной солнечной радиации при ясном небе (Qя) и при средних условиях облачности (Qco) в полуденное время, кВт/м^2 [60, 61]

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
север области (МС Омск)												
Qя	0,23	0,40	0,57	0,73	0,83	0,86	0,83	0,75	0,61	0,43	0,27	0,18
Qco	0,17	0,31	0,47	0,55	0,60	0,62	0,60	0,50	0,40	0,23	0,16	0,13
юг области (МС Рудный)												
Qя	0,27	0,43	0,60	0,74	0,84	0,88	0,85	0,78	0,64	0,49	0,31	0,23
Qco	0,21	0,36	0,51	0,58	0,66	0,66	0,65	0,59	0,47	0,29	0,20	0,17

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

растение влияет продолжительность, интенсивность и спектральный состав солнечной радиации.

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

По месячным суммам прямой и рассеянной солнечной радиации на горизонтальную поверхность были рассчитаны месячные суммы ФАР при ясном небе ($\sum Q_{Ф(я)}$) и при средних условиях облачности ($\sum Q_{Ф(со)}$). Для характеристики ФАР в южной части области использовались данные МС Рудный (Костанайская область), а для северной части области – МС Омск (Россия) [60, 61].

Как видно из таблицы 3.6 месячные суммы ФАР при средней облачности в вегетативно активный период (с мая по август) составляет 248–321 МДж/(м^2·мес) на севере области, 274–329 МДж/(м^2·мес) на юге области. Максимальное значение ФАР наблюдается в июне. В сентябре, в период полного созревания и уборки зерновых культур ФАР при естественных условиях опускается ниже 190 МДж/(м^2·мес).

ФАР при ясном небе характеризует ее максимально возможное значение. Ее значение в июне достигает на севере области 416 МДж/(м^2·мес), на юге – 418 МДж/(м^2·мес). Указанные значения ФАР являются достаточными для роста и развития сельскохозяйственных культур.

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

Показатель	V	VI	VII	VIII	IX
север области (МС Омск)					
$\sum Q_{Ф(я)}$	392	416	406	331	228
$\sum Q_{Ф(со)}$	301	321	310	248	164
юг области (МС Рудный)					
$\sum Q_{Ф(я)}$	392	418	407	338	245
$\sum Q_{Ф(со)}$	322	329	325	274	189

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

Северо–Казахстанская область находится в пределах 52,2–55,4^o северной широты. В период активной вегетации растений (май–август) длина светового дня на севере Северо–Казахстанской области составляет 15–17 часов, а на юге – 14–16 часов (таблица 3.7). Соответственно, территория области подходит для роста и развития растений длинного дня.

Таблица 3.7 – Длина светового дня, час

Широта	01.V	15.V	01.VI	15.VI	01.VII	15.VII	01.VIII	15.VIII
55°	15:12	16:06	16:57	17:20	17:17	16:51	15:57	15:02
52°	14:51	15:39	16:23	16:42	16:40	16:17	15:31	14:43

Ист.: http://planetcalc.com/300/

Для характеристики продолжительности солнечного сияния в вегетационный период были использованы для севера области данные МС Петропавловск, а для юга – МС Кокшетау (Акмолинская область). С мая по август месяцы в среднем за месяц солнце сияет в течение 7,4–10,1 часов в сутки на севере, 8,5–10,6 часов в сутки – на юге области. При этом в среднем за месяц 1–2 дня бывает без солнца (таблица 3.8).

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

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

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

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°С;
3. Продолжительность вегетационного периода с температурой воздуха выше 5°, 10°, 15°С;
4. Сумма активных температур воздуха выше 5°, 10°, 15°С.

3.3.1 Режим температуры воздуха

Средняя температура воздуха

Для территории Северо–Казахстанской области в целом свойственно широтное распределение температуры воздуха. Средняя годовая температура воздуха по территории области меняется от 1,8°С на МС Возвышенка до 3,1°С на МС Чкалово. Среднемесячная температура воздуха достигает наибольшего значения в июле, а наименьшего – в январе.

В области лето теплое, а зима холодная. Средняя за июль температура воздуха по области составляет 19,1–20,6°С, а средняя за январь – минус 14,9 – минус 17,0°С. Зимой в области самым холодным местом является район МС Возвышенко (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
Петропавловск	–16,2	–15,3	–7,7	4,0	12,6	18,3	19,6	17,1	10,8	3,7	–7,0	–13,7	2,2
Булаево	–16,2	–15,1	–7,4	4,1	12,5	18,3	19,5	17,0	10,6	3,5	–7,1	–13,1	2,2
Возвышенка	–17,0	–16,2	–8,7	3,7	12,5	18,4	19,7	17,2	10,7	3,3	–7,5	–14,2	1,8
Благовещенка	–16,2	–15,5	–7,9	4,1	12,7	18,6	19,8	17,4	11,1	3,8	–6,6	–13,6	2,3
Явленка	–15,8	–15,3	–7,6	4,5	13,0	18,8	20,0	17,6	11,3	3,9	–6,6	–13,3	2,5
Тайынша	–15,3	–14,6	–7,1	4,9	13,1	19,0	20,1	17,8	11,4	4,1	–6,4	–12,7	2,9
Сергеевка	–15,9	–15,5	–8,0	4,3	13,1	18,9	20,0	17,7	11,4	4,0	–6,6	–13,5	2,5
Тимирязево	–15,8	–15,4	–8,1	4,4	13,1	19,0	20,1	17,9	11,5	4,0	–6,5	–13,4	2,6
Кишкенеколь	–17,0	–16,1	–8,4	4,4	13,0	19,2	20,6	18,1	11,5	3,7	–7,1	–14,1	2,3
Чкалово	–14,9	–14,3	–6,8	5,1	13,2	19,0	20,2	17,9	11,5	4,3	–6,2	–12,3	3,1
Саумалколь	–14,9	–14,5	–7,3	4,0	12,5	18,1	19,1	17,1	10,9	3,6	–6,7	–13,1	2,4
Рузаевка	–15,3	–15,0	–7,9	4,4	13,2	19,1	20,0	18,0	11,6	3,9	–6,4	–13,3	2,7

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 17°С до 19°С. Температурная разница между регионами области не большая в теплый период года, а зимой она возрастает (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, среднеквадратическое 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. *Среднеквадратическое отклонение* – показатель рассеивания значений величины относительно её среднего значения. *Коэффициент вариации* – мера относительного разброса величины, т.е. показывает какую долю среднего значения величины составляет её средний разброс. Она позволяет судить об однородности совокупности: менее 17% – абсолютно однородная; 17–33% – достаточно однородная; 35–40% – недостаточно однородная; 40–60% – большая изменчивость.

Согласно коэффициенту вариации, многолетний ряд средней за лето температуры воздуха по Северо–Казахстанской области является абсолютно однородным (6%), т.е. мало изменчивым, а ряд средней за зиму температуры воздуха – достаточно однородным (17%), т.е. умеренно изменчивым (таблица 3.10). Это означает, что температурный режим (погодные условия) зимы более изменчив из года в год, чем температурный режим лета.

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

Характеристика	Лето	Зима
Средняя, °С	18,7	–14,8
Медиана, °С	18,8	–14,8
Мода, °С	19,4	–13,5
Ср. кв. отклонение, °С	1,2	2,5
Коэф. вариации, %	6	17

Исследования показали, что повторяемость относительно жаркого лета составляет 20%, прохладного лета – 18%, а нормального для данной местности лета – 62% (таблица 3.11). Особенно жаркими были лето в 1998, 2010, 2012 годах.

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

Характеристика лета	Р, %	Вероятность повторения за 10 лет
Жаркое лето	20	2 года
Прохладное лето	18	2 года
Нормальное лето	62	6 лет

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

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

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

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

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

Максимальная и минимальная температура воздуха

Значения средних месячных максимальных (t_{max}) и минимальных ($t_{мин}$) температур воздуха характеризуют температурный режим самой теплой и самой холодной времени суток. Например, в среднем в июле месяце днем температура воздуха в г. Петропавловске (север области) достигает 25,3°С, а ночью опускается до 14,0°С. На МС Рузаевка, расположенной на юге области в июле месяце днем температура воздуха достигает 26,4°С, а ночью опускается до 13,4°С.

В январе в течение сутки температура воздуха в г. Петропавловск в среднем колеблется от минус 12,2°С днем до минус 20,3°С ночью, а на МС Рузаевка – от минус 10,9°С днем до минус 19,7°С ночью. Суточный размах температуры воздуха (Δtc) уменьшается от лета к зиме. Например, суточный размах температуры в июле составляет 11,4–13,0°С, а в январе 8,2–8,8°С (таблица 3.13).

Таблица 3.13 – Средние месячные максимальные (t_{max}) и минимальные ($t_{мин}$) температуры воздуха, суточный размах (Δtc) температуры

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Петропавловск													
t_{max}	–12,2	–10,6	–2,7	9,4	19,3	24,6	25,3	23,0	16,6	8,4	–3,4	–9,8	7,3
$t_{мин}$	–20,3	–19,8	–12,4	–0,9	6,3	12,1	14,0	11,7	5,8	–0,3	–10,7	–17,8	–2,7
Δtc	8,2	9,2	9,7	10,2	13,0	12,6	11,4	11,4	10,8	8,7	7,3	8,0	10,0
МС Рузаевка													
t_{max}	–10,9	–10,3	–3,1	10,3	20,3	26,0	26,4	24,8	18,5	9,5	–2,3	–9,1	8,3
$t_{мин}$	–19,7	–19,6	–12,6	–1,0	6,1	11,6	13,4	11,6	5,7	–0,8	–10,3	–17,5	–2,8
Δtc	8,8	9,4	9,5	11,3	14,2	14,4	13,0	13,3	12,8	10,3	8,0	8,4	11,1

Абсолютная максимальная по области температура воздуха 41°С была зафиксирована в июле 1940 года на МС Петропавловск и в 1948 году на МС Рузаевка.

Абсолютная минимальная по области температура воздуха минус 48°С была зафиксирована на МС Рузаевка в январе 1943 года, а также на МС Булаева в декабре 1968

года, для г. Петропавловск она составила минус 44°С в январе 1940 года.

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

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

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

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

В Северо–Казахстанской области средняя за июнь температура воздуха составляет 18,1–19,2°С. Днем температура воздуха на севере области (г. Петропавловск) достигает 24,6°С, а ночью опускается до 12,1°С. На юге области (МС Рузаевка) днем температура воздуха в среднем достигает 26,0°С, а ночью опускается до 11,6°С. При этом среднемесячный суточный размах температуры воздуха (Δt_c) по территории области колеблется в пределах 12,1–14,4°С (таблица 3.14).

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

НП (МС)	Июнь				Июль				Август			
	$t_{ср}$	t_{max}	$t_{мин}$	Δt_c	$t_{ср}$	t_{max}	$t_{мин}$	Δt_c	$t_{ср}$	t_{max}	$t_{мин}$	Δt_c
Петропавловск	18,3	24,6	12,1	12,6	19,6	25,3	14,0	11,4	17,1	23,0	11,7	11,4
Булаево	18,3	24,9	12,1	12,8	19,5	25,6	13,8	11,8	17,0	23,3	11,7	11,6
Возвышенка	18,4	25,2	11,7	13,5	19,7	26,0	13,8	12,3	17,2	23,8	11,3	12,5
Благовещенка	18,6	25,4	12,2	13,2	19,8	26,0	14,0	12,0	17,4	23,9	11,9	12,0
Явленка	18,8	25,1	12,2	12,9	20,0	25,8	14,0	11,8	17,6	23,7	11,9	11,8
Тайынша	19,0	25,5	12,2	13,4	20,1	26,1	14,1	12,1	17,8	24,0	11,9	12,2
Сергеевка	18,9	25,8	12,0	13,7	20,0	26,2	13,7	12,5	17,7	24,3	11,7	12,6
Тимирязево	19,0	26,0	12,0	14,0	20,1	26,6	13,7	12,9	17,9	24,7	11,8	12,9
Кишкенеколь	19,2	25,5	12,9	12,7	20,6	26,6	15,0	11,6	18,1	24,3	12,6	11,7
Чкалово	19,0	25,8	12,2	13,6	20,2	26,4	14,1	12,3	17,9	24,3	11,8	12,5
Саумалколь	18,1	24,3	12,2	12,1	19,1	25,0	13,8	11,2	17,1	23,0	12,0	11,1
Рузаевка	19,1	26,0	11,6	14,4	20,0	26,4	13,4	13,0	18,0	24,8	11,6	13,3

В области средняя за июль температура воздуха составляет 19,1–20,6°С. Днем температура воздуха на севере области (г. Петропавловск) достигает 25,3°С, а ночью опускается до 14,0°С. На юге области (МС Рузаевка) днем температура воздуха в среднем достигает 26,4°С, а ночью опускается до 13,4°С. При этом в июле в среднем суточный размах температуры воздуха (Δt_c) по территории области колеблется в пределах 12,1–14,4°С.

В августе средняя температура воздуха по территории области составляет 17,0–18,1°С. Днем температура воздуха на севере области достигает 23,0°С, а ночью опускается до 11,7°С.

На юге области днем температура воздуха в среднем достигает 18,0°С, а ночью опускается до 11,6°С. При этом суточный размах температуры воздуха (Δt_c) в среднем по территории области колеблется в пределах 11,1–13,3°С.

Таким образом, суточный размах температуры воздуха колеблется с севера на юг от 11,4°С до 13,3°С, что предполагает достаточно высокое качество урожая зерновых и бобовых культур. При таких условиях содержание белка в зернах пшеницы бывает 14–18%.

В зимнее время понижение температуры воздуха да 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 Северо–Казахстанской области средняя температура воздуха в январе составляет в пределах минус 14,9 – минус 17,0°С. Средняя месячная ночная минимальная температура воздуха низкая, по территории области составляет минус 18,7 – минус 21,4°С. При таких температурах снежный покров высотой более 20 см могут обеспечить теплоизоляционные условия. Исключение составляет район МС Чкалово, где высота снежного покрова не высокая - 16 см. По значениям средних максимальных температур воздуха (минус 10,4 – минус 12,7°С) видно, что тут маловероятны оттепели. Постоянные ветра со средней скоростью 2,6–4,2 м/с в условиях низких температур вызывает определенную угрозу для перезимовки озимых зерновых культур (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Средняя месячная ($t_{ср}$), средняя из максимальных ($t_{мах}$) и средняя из минимальных ($t_{мин}$) температура воздуха (°С), средняя высота снежного покрова (h_c, см) и средняя месячная скорость ветра (V, м/с)

НП (МС)	Январь					Февраль				
	$t_{ср}$	$t_{мах}$	$t_{мин}$	h_c	V	$t_{ср}$	$t_{мах}$	$t_{мин}$	h_c	V
Петропавловск	–16,2	–12,2	–20,3	38	4,2	–15,3	–10,6	–19,8	45	4,2
Булаево	–16,2	–12,0	–20,1	33	2,6	–15,1	–10,3	–19,4	37	2,6
Возвышенка	–17,0	–12,7	–21,4	35	3,8	–16,2	–11,5	–20,8	41	3,8
Благовещенка	–16,2	–12,0	–20,5	26	3,6	–15,5	–10,9	–20,0	29	3,7
Явленка	–15,8	–11,6	–20,0	24	3,1	–15,3	–10,7	–19,9	28	3,2
Тайынша	–15,3	–11,2	–19,5	20	4,2	–14,6	–10,2	–19,1	21	4,4
Сергеевка	–15,9	–11,6	–20,4	24	4,0	–15,5	–10,7	–20,1	28	4,1
Тимирязево	–15,8	–11,4	–20,2	27	4,0	–15,4	–10,6	–19,9	34	4,1
Кишкенеколь	–17,0	–12,6	–21,1	20	3,5	–16,1	–11,3	–20,5	25	3,7
Чкалово	–14,9	–10,4	–19,1	16	3,0	–14,3	–9,7	–18,8	17	3,2
Саумалколь	–14,9	–10,9	–18,7	31	3,6	–14,5	–10,0	–18,5	35	4,0
Рузаевка	–15,3	–10,9	–19,7	20	3,6	–15,0	–10,3	–19,6	24	3,8

Примерно такие же условия складываются и в феврале. По области средняя за февраль температура воздуха составляет в пределах минус 14,3 – минус 16,2°С. Ночная минимальная температура воздуха низкая (минус 18,5 – минус 20,8°С). Высота снежного покрова составляет 17–45 см. В феврале также маловероятны оттепели, при средних максимальных

температурах воздуха минус 9,7 – минус 11,5°С. Угрозу для перезимовки озимых зерновых культур вызывает постоянные ветра со средней скоростью 2,6–4,4 м/с.

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

3.3.2 Климатические сезоны года

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

В таблице 3.16 представлены данные климатических сезонов года по Северо–Казахстанской области. В области климатическая весна начинается 3–6 апреля и продолжается около 50 суток, лето наступает в конце мая и длится в течение 89 суток на севере, 97 суток – на юге. Далее в конце августа начинается осень с продолжительностью около 60 суток. Здесь зима бывает очень продолжительной, которая длится около 160 суток, с 25 октября по 5 апреля.

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
Петропавловск	05.04	28.05	25.08	25.10	53	89	61	162
Булаево	05.04	28.05	25.08	25.10	53	89	61	162
Возвышенка	06.04	28.05	26.08	25.10	52	90	60	163
Благовещенка	05.04	27.05	27.08	26.10	52	92	60	161
Явленка	04.04	26.05	28.08	27.10	52	94	60	159
Тайынша	03.04	25.05	28.08	27.10	52	95	60	158
Сергеевка	05.04	25.05	28.08	27.10	50	95	60	160
Тимирязево	05.04	25.05	29.08	27.10	50	96	59	160
Кишкенеколь	05.04	25.05	29.08	26.10	50	96	58	161
Чкалово	03.04	25.05	29.08	28.10	52	96	60	157
Саумалколь	05.04	28.05	26.08	26.10	53	90	61	161
Рузаевка	05.04	24.05	29.08	27.10	49	97	59	160

Таким образом, в Северо–Казахстанской области продолжительность зимы составляет 5 месяцев и 10 дней (ноябрь–март), а лето длится в течение 3 месяцев. Продолжительность весны составляет 1 месяц и 20 дней, а осени – 2 месяца.

3.3.3 Континентальность климата

Годовой размах температуры воздуха ($At_{год}$), определяющиеся как разность температур самого теплого и холодного месяцев, имеет довольно большое значение. Годовой размах температуры воздуха по территории Северо–Казахстанской области колеблется от 25,8°С в г. Петропавловск до 37,6°С на МС Кишкенеколь (таблица 3.17).

Континентальность климата была оценена по индексу Л. Горчинского (k) [59]. По данному индексу в мягком морском климате $k < 20$, в умеренно морском – k = 20,1–30%, в умеренно континентальном – k = 30,1–50%, в континентальном – k = 50,1–70%, в резко континентальном – k = 70,1–90%, в сильно континентальном климате $k > 90\%$ (в Верхоянске k = 100%). По территории области индекс континентальности меняется от 59,1 (МС Саумалколь) до 70,0 (МС Кишкенеколь). Соответственно климат области является континентальным.

Таблица 3.17 – Характеристики континентальности климата

НП (МС)	$At_{год}$	k	Оценка
Петропавловск	25,8	65,9	континентальный
Булаево	35,7	64,4	континентальный
Возвышенка	36,7	67,1	континентальный
Благовещенка	36,0	63,5	континентальный
Явленка	35,8	62,0	континентальный
Тайынша	35,4	61,0	континентальный
Сергеевка	35,9	62,3	континентальный
Тимирязево	35,8	62,2	континентальный
Кишкенеколь	37,6	70,0	континентальный
Чкалово	35,1	60,3	континентальный
Саумалколь	34,0	59,1	континентальный
Рузаевка	35,3	60,4	континентальный

3.3.4 Продолжительность вегетационного периода

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

В таблице 3.18 приведены осредненные за многолетний период даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5°С, 10°С, 15°С и продолжительность периода с температурой выше указанных переделов. В среднем устойчивый переход температуры воздуха через 5°С весной происходит 15–20 апреля, а обратно осенью – 9–12 октября, и продолжительность всего вегетационного периода составляет 172–180 суток.

Таблица 3.18 – Даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5°С (D_5), 10°С (D_{10}), 15°С (D_{15}) и продолжительность периода с температурой выше указанных переделов (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	
Петропавловск	19.04	10.10	174	06.05	19.09	136	28.05	25.08	89
Булаево	19.04	09.10	173	06.05	18.09	135	28.05	25.08	89
Возвышенка	20.04	09.10	172	07.05	18.09	134	28.05	26.08	90
Благовещенка	18.04	11.10	176	06.05	20.09	137	27.05	27.08	92
Явленка	14.04	11.10	177	05.05	20.09	138	26.05	28.08	94
Тайынша	16.04	12.10	179	04.05	21.09	140	25.05	28.08	95
Сергеевка	18.04	11.10	176	05.05	21.09	139	25.05	28.08	95
Тимирязево	17.04	11.10	177	05.05	21.09	139	25.05	29.08	96
Кишкенеколь	17.04	10.10	176	05.05	21.09	139	25.05	29.08	96
Чкалово	15.04	12.10	180	03.05	21.09	141	25.05	29.08	96
Саумалколь	19.04	10.10	174	06.05	19.09	136	28.05	26.08	90
Рузаевка	17.04	11.10	177	04.05	22.09	141	24.05	29.08	97

На территории области устойчивый переход температуры воздуха через 10°С весной наблюдается 3–7 мая, а обратно осенью – 18–22 сентября.

Пространственное распределение даты устойчивого перехода температуры воздуха через 10°С весной представлено на рисунке 3.4. Дата перехода в среднем наблюдается на юге области 5 мая, на севере – 10 мая.

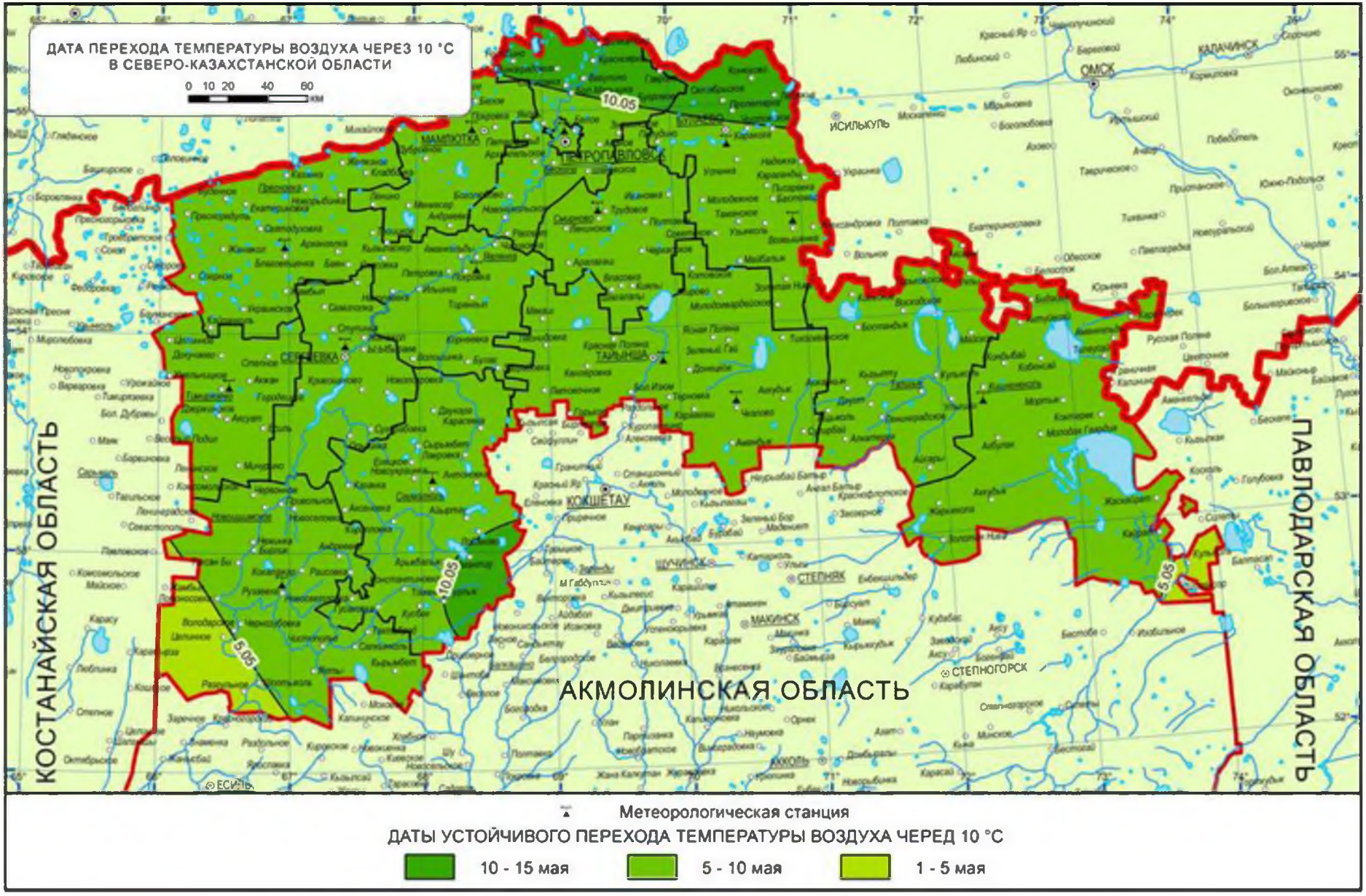


Рисунок 3.4 – Дата устойчивого перехода температуры воздуха через 10°С весной

Продолжительность вегетационного периода для поздних яровых культур растет с севера на юг от 130 до 140 и более суток. Однако в районе Кокшетауской возвышенности продолжительность вновь сокращается до 135 и менее суток (таблица 3.18, рисунок 3.5).

Средняя суточная температура воздуха переходит через 15°С весной 24–28 мая, а обратно осенью – 25–29 августа, и соответственно продолжительность вегетационного периода для теплолюбивых культур составляет на севере области 89 суток, а на юге – 97 суток.

3.3.5 Теплообеспеченность вегетационного периода

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

В таблице 3.19 представлены средние многолетние значения сумм средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 5°С, 10°С и 15°С по МС Северо–Казахстанской области. За период с температурой воздуха выше 5°С (весь вегетационный период) на территории Северо–Казахстанской области накапливается от 2514°С до 2689°С тепла.

За период с температурой воздуха выше 10°С накапливается тепло на 2220–2400°С.

Применительно к теплолюбивым культурам (температура выше 15°С) ресурсы тепла составляют 1619–1816°С.

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

НП (МС)	$\sum T_{>5}$	$\sum T_{>10}$	$\sum T_{>15}$
Петропавловск	2542	2243	1658
Булаево	2514	2220	1621
Возвышенка	2526	2239	1651
Благовещенка	2590	2289	1698
Явленка	2628	2333	1727
Тайынша	2669	2366	1773
Сергеевка	2646	2349	1766
Тимирязево	2665	2361	1790
Кишкенеколь	2679	2386	1816
Чкалово	2689	2386	1794
Саумалколь	2514	2219	1619
Рузаевка	2673	2388	1808

На рисунке 3.6 представлено пространственное распределение сумм активных температур воздуха выше 10°С. По территории области суммы температур растут с севера на юг от 2150°С до 2450°С, и в районе возвышенности Кокшетау она составляет менее 2200°С.

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

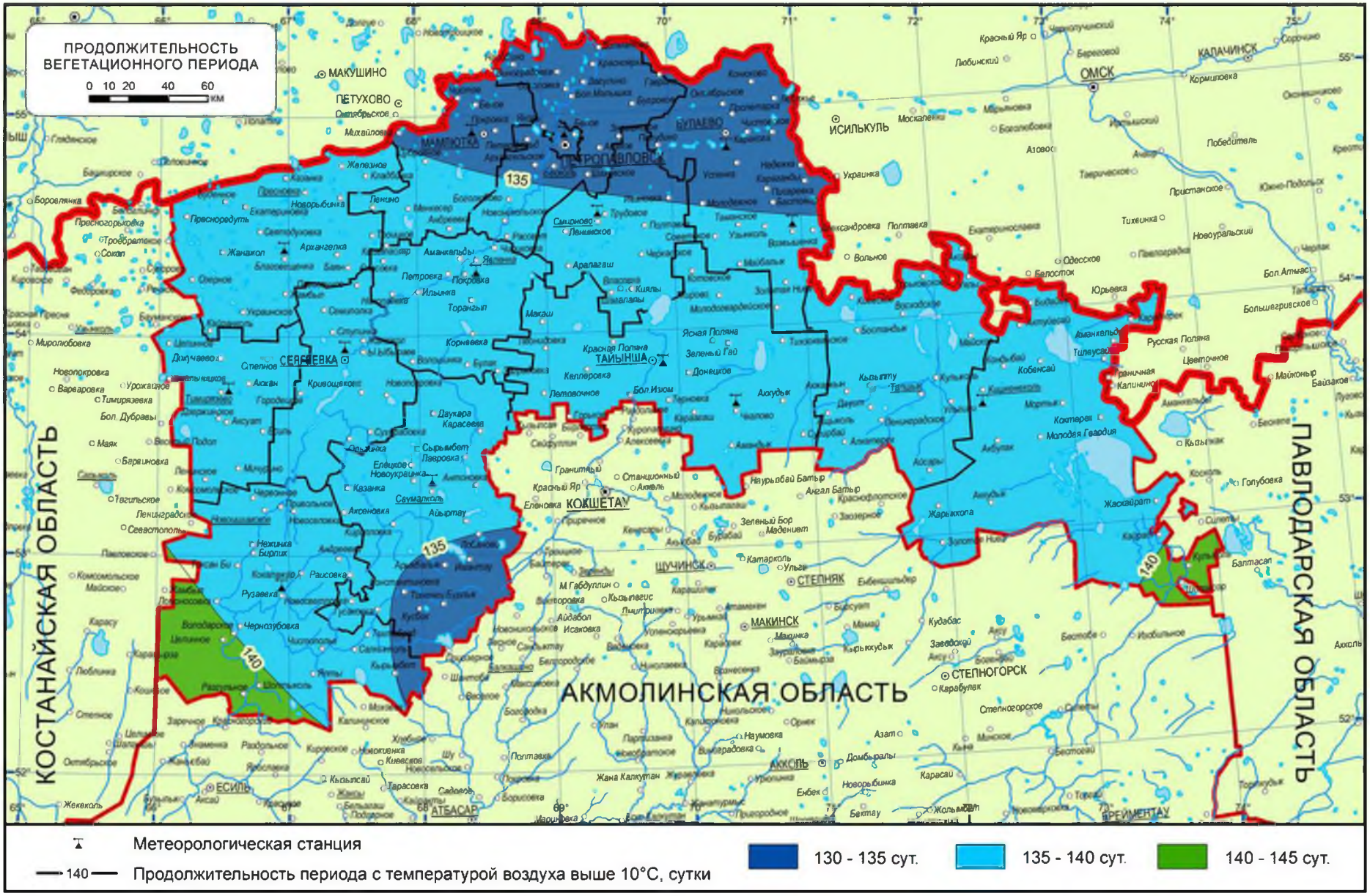


Рисунок 3.5 – Продолжительность вегетационного периода

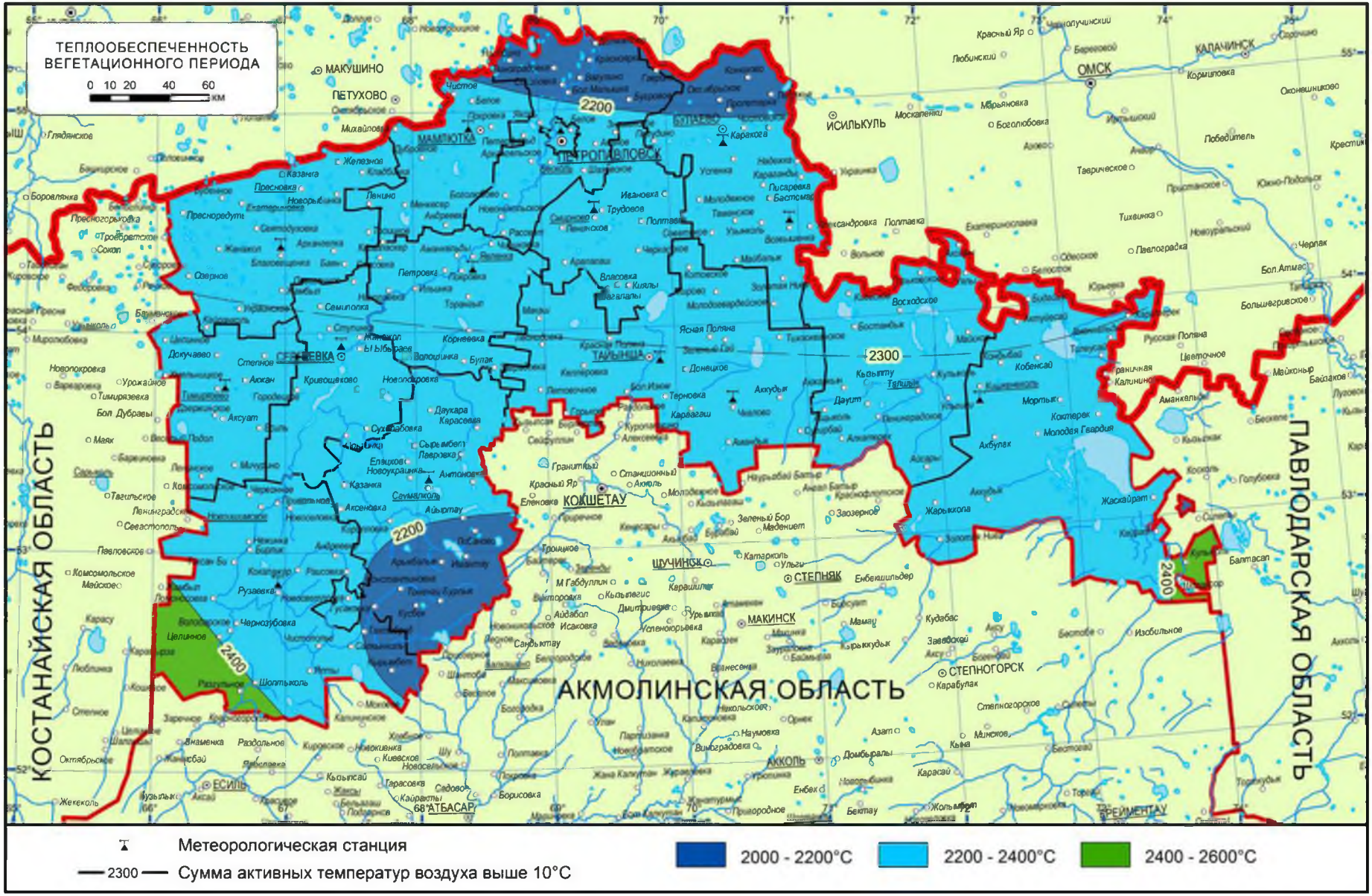


Рисунок 3.6 – Сумма активных температур воздуха выше 10°С

В Северо–Казахстанской области за май месяц накапливается 328–388°С тепла, а за вегетативно активный период, т.е. с мая до конца августа накапливается от 2002°С на МС Саумалколь до 2138°С на МС Чкалово.

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

НП (МС)	V	VI	VII	VIII	IX
Петропавловск	341	891	1498	2029	2243
Булаево	338	886	1491	2018	2220
Возвышенка	328	880	1491	2025	2239
Благовещенка	344	903	1517	2058	2289
Явленка	361	925	1544	2089	2333
Тайынша	375	945	1568	2119	2366
Сергеевка	364	932	1552	2102	2349
Тимирязево	365	935	1557	2112	2361
Кишкенеколь	363	938	1575	2137	2386
Чкалово	388	959	1584	2138	2386
Саумалколь	337	880	1472	2002	2219
Рузаевка	377	949	1569	2128	2388

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°С (таблица 3.21).

В северной части области (МС Петропавловск и Булаево) в среднемноголетнем накапливается 2200°С тепла, что соответствует обеспеченности около 55%. Здесь на 90% обеспечено 2000°С тепла, т.е. в 9 годах из 10 накапливается не менее чем 2000°С тепла, что удовлетворяет требования мягких и твердых сортов пшеницы, но недостаточно для подсолнечника и кукурузы. На юге области (МС Рузаевка и Чкалово) на 90% обеспечено около 2200°С тепла, что достаточно для пшеницы, среднеспелых сортов подсолнечника и раннеспелых сортов кукурузы.

Таблица 3.21 – Обеспеченность сумм активных температур воздуха выше 10°С, (Р) %

НП (МС)	Р, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Петропавловск	2399	2349	2294	2267	2226	2206	2193	2174	2082	1928
Булаево	2369	2325	2304	2242	2219	2197	2176	2124	2068	1932
Возвышенка	2367	2352	2325	2273	2239	2218	2193	2139	2097	1960
Благовещенка	2458	2435	2363	2322	2280	2240	2217	2199	2122	1974
Явленка	2491	2473	2410	2367	2313	2271	2264	2244	2177	2041
Тайынша	2535	2490	2456	2394	2341	2313	2305	2283	2215	2096
Сергеевка	2534	2475	2404	2378	2324	2301	2290	2270	2194	2019
Тимирязево	2548	2476	2426	2384	2359	2319	2303	2285	2188	2003
Кишкенеколь	2524	2486	2453	2413	2392	2359	2334	2279	2232	2124
Чкалово	2551	2493	2461	2402	2375	2355	2313	2295	2255	2121
Саумалколь	2406	2353	2280	2239	2208	2168	2151	2130	2085	1894
Рузаевка	2563	2498	2444	2400	2378	2364	2314	2301	2238	2066

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 Северо–Казахстанской области в среднемноголетнем за год выпадают осадки более 300 мм, наибольшее количество 420 мм выпадает в районе южной МС Саумалколь, находящейся на северо–западе возвышенности Кокшетау (таблица 3.22). За теплый период года осадки выпадают в 3 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
Петропавловск	21	17	17	23	33	39	65	46	32	31	31	26	380	111	269
Булаево	19	15	16	23	32	40	65	51	32	29	29	22	373	101	272
Возвышенка	14	11	12	19	31	39	61	49	28	25	24	16	329	77	252
Благовещенка	17	13	15	23	28	40	60	47	35	28	25	19	349	88	261
Явленка	17	13	15	27	32	49	71	48	30	28	25	20	375	90	285
Тайынша	15	11	13	22	30	40	67	48	27	25	24	18	340	80	260
Сергеевка	19	17	18	24	36	37	59	52	32	30	27	22	373	103	270
Тимирязево	13	11	14	23	29	40	58	52	29	29	23	18	340	80	261
Кишкенеколь	16	12	14	18	29	40	53	45	25	23	23	19	316	85	232
Чкалово	13	10	13	20	33	42	67	48	24	24	22	16	333	76	258
Саумалколь	22	18	21	28	36	45	73	47	32	37	33	28	420	121	298
Рузаевка	19	16	17	25	39	34	57	40	25	32	30	23	357	104	252

В годовом ходе месячные суммы осадков растут к лету и уменьшаются к зиме. Максимум осадков наблюдается в июле, когда за месяц выпадают более 50 мм осадков, а минимум – в феврале с осадками менее 20 мм (рисунок 3.7). В осенние месяцы выпадают 22–35 мм осадков.

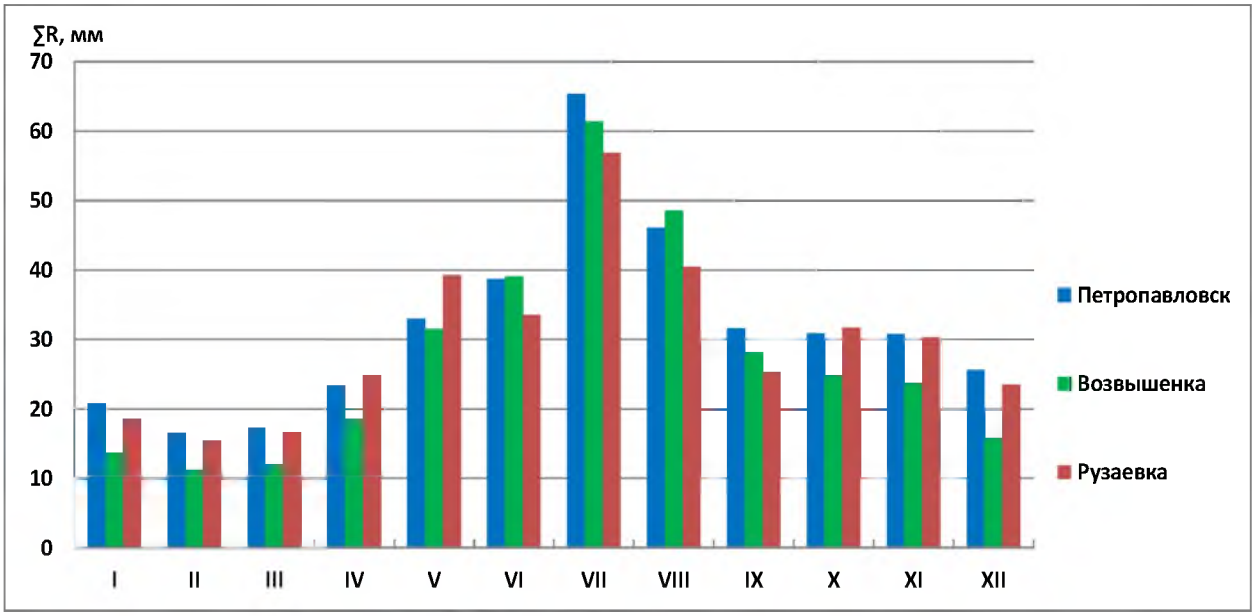


Рисунок 3.7 – Годовой ход месячных сумм осадков

Согласно коэффициенту вариации, многолетние ряды сумм осадков за теплый (апрель – октябрь) и холодный (декабрь – март) периоды года, осредненные по метеорологическим

станциям Северо–Казахстанской области, являются достаточно однородными (21–22%) (таблица 3.23). Это указывает на умеренную изменчивость из года в год режима осадков теплого и холодного периодов года.

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

Характеристика	Теплый период	Холодный период
Средняя, мм	262	93
Медиана, мм	275	90
Мода, мм	286	90
Ср. кв. отклонение, мм	56	21
Коэф. вариации, %	21	22

В Северо–Казахстанской области повторяемость относительно дождливого теплого периода (апрель–октябрь) составляет 18%, т.е. такие годы вероятны 2 раза в 10 лет (таблица 3.24). Повторяемость мало дождливого теплого периода составляет 12%, т.е. такой год вероятен 1 раз в 10 лет. В остальные 7 лет из 10 наблюдается обычный режим осадков, свойственный данному региону. Наименее дождливыми были 1991, 1995, 1997 и 2010 годы, наиболее дождливыми – 1993, 2011 и 2013 годы.

Таблица 3.24 – Повторяемость аномального режима осадков теплого периода года по Северо–Казахстанской области (Р, %)

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

В области 2 года из 10 лет бывают относительно снежными, а малоснежная зима имеет вероятность 1 раз в 10 лет. В 7 годах из 10 лет за холодный период года выпадают осадки (снег) в пределах нормы, свойственной для данной области (таблица 3.25). Малоснежными были зимы 1980–1981, 1999–2000, 2008–2009 и 2011–2012 годов.

Таблица 3.25 – Повторяемость аномального режима осадков холодного периода года по Северо–Казахстанской области (Р, %)

Режим осадков холодного периода	Р, %	Вероятность повторения за 10 лет
Снежная	18	2 года
Малоснежная	12	1 год
Обычная	70	7 лет

3.4.2 Режим снежного покрова

В Северо–Казахстанской области снежный покров в среднем появляется во второй половине октября, но устойчивый снежный покров образуется в первой половине ноября. Устойчивый снежный покров разрушается в конце марта – начале апреля и полностью сходит во второй половине апреля. В области количество дней со снежным покровом составляет 150–165 суток (таблица 3.26). При этом в области не бывает зим с не устойчивым снежным покровом.

Таблица 3.26 – Средние многолетние характеристики снежного покрова

НП (МС)	Количество дней со снежным покровом	Дата появления снежного покрова	Дата образования устойчивого снежного покрова	Дата разрушения устойчивого снежного покрова	Дата схода снежного покрова
Петропавловск	156	20.10	10.11	07.04	16.04
Булаево	160	18.10	07.11	03.04	17.04
Возвышенка	157	21.10	09.11	09.04	16.04
Благовещенка	157	20.10	10.11	07.04	17.04
Явленка	154	23.10	10.11	03.04	14.04
Тайынша	156	20.10	11.11	30.03	17.04
Сергеевка	155	17.10	10.11	05.04	15.04
Тимирязево	153	18.10	11.11	04.04	14.04
Кишкенеколь	150	26.10	14.11	06.04	14.04
Чкалово	158	16.10	11.11	29.03	19.04
Саумалколь	165	16.10	05.11	09.04	20.04
Рузаевка	158	18.10	10.11	09.04	18.04

В таблице 3.27 приведены средние многолетние значения высоты снежного покрова по декадам. Высота снежного покрова достигает своей максимальной высоты в конце февраля – начале марта (рисунок 3.8). В это время высота снежного покрова на севере области превышает 40 см, а на юге составляет менее 30 см (кроме МС Саумалколь). Наименьшая высота – менее 20 см наблюдается в районе МС Чкалово. В целом высота снежного покрова растет с юга (МС Рузаевка) на север области (МС Петропавловск). В апреле месяце с повышением температуры воздуха начинается интенсивное таяние снега.

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

НП (МС)	X	XI			XII			I			II			III			IV	
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Петропавловск	2	5	7	11	15	19	24	29	34	38	40	43	45	45	44	38	26	9
Булаево	3	6	9	13	17	20	24	28	31	33	34	37	37	37	35	27	13	4
Возвышенка	3	5	9	13	17	21	26	30	33	35	36	39	41	43	42	37	27	12
Благовещенка	2	4	6	9	13	15	20	23	24	26	27	28	29	29	27	22	12	3
Явленка	2	5	7	10	13	14	17	21	23	24	26	28	27	25	24	20	7	2
Тайынша	2	4	7	9	12	14	16	18	19	20	21	22	21	20	16	9	4	
Сергеевка	2	4	5	8	10	12	15	19	22	24	25	27	28	28	27	20	11	3
Тимирязево		4	6	8	12	14	18	22	25	27	29	33	34	34	35	27	15	3
Кишкенеколь		2	4	5	7	10	13	16	18	20	22	24	25	24	22	17	9	3
Чкалово		3	5	7	10	12	13	15	16	16	17	17	17	15	13	8	2	
Саумалколь	3	7	11	15	19	22	25	28	30	31	33	35	35	34	32	27	14	3
Рузаевка		3	5	7	10	14	16	18	19	20	21	23	24	24	22	16	8	2

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 севере области до 70 мм (≈70 л/м^2), а на юге составляет менее 50 мм. Наименьшие запасы воды в снеге наблюдается в районе МС Чкалово (около 30 мм). В целом запасы воды в снеге растет с юга на север области.

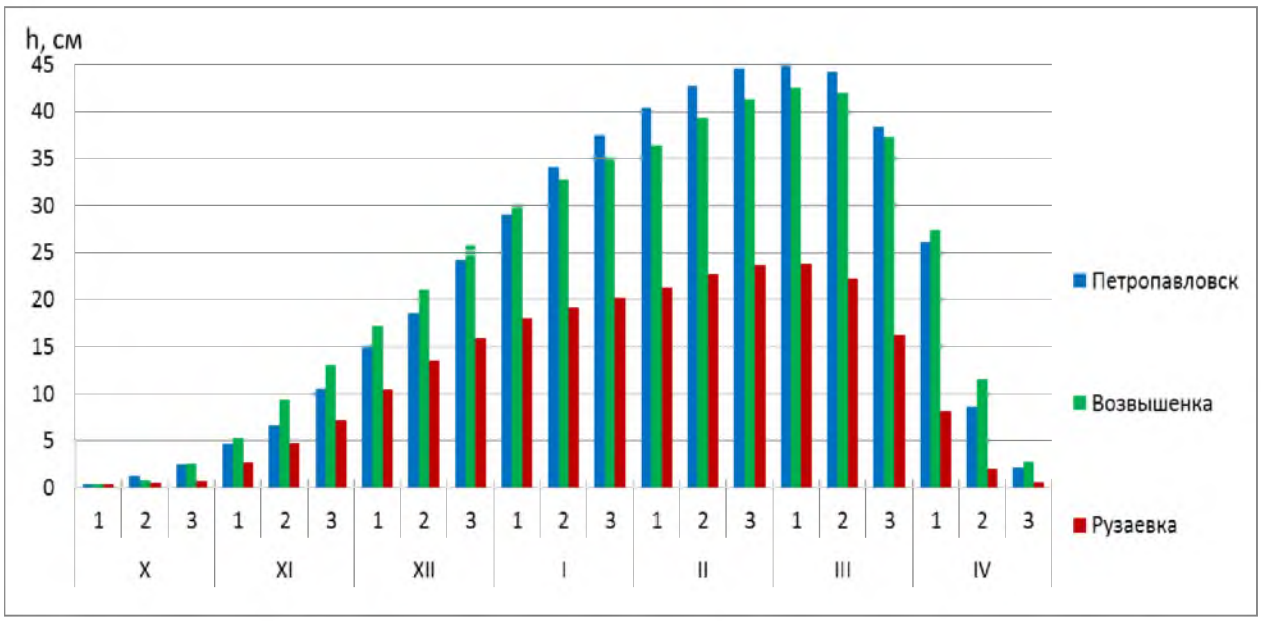


Рисунок 3.8 – Динамика высоты снежного покрова в холодный период года

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

НП (МС)	XI			XII			I			II			III		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Петропавловск		18	20	28	35	44	50	56	65	70	72	70	73	72	64
Булаево	16	21	27	29	36	43	52	61	65	69	73	78	78	80	68
Возвышенка		22	26	32	34	42	48	55	60	65	71	74	76	77	62
Благовещенка			23	27	33	40	46	50	56	59	66	72	73	69	52
Явленка			28	29	34	42	43	44	53	55	62	67	73	64	53
Тайынша		22	23	28	29	32	35	38	42	44	45	43	45	36	
Сергеевка		17	17	23	28	39	43	49	54	57	65	70	70	70	60
Тимирязево		18	24	26	30	34	39	42	45	47	50	52	54	50	50
Кишкенеколь				16	23	25	31	39	46	57	67	73	69	68	47
Чкалово		18	19	27	33	28	29	32	32	33	33	33	31	31	
Саумалколь	22	26	28	32	39	45	48	55	59	66	69	72	69	72	46
Рузаевка			23	31	31	41	45	49	51	52	55	59	57	53	41

3.4.3 Режим увлажнения почвы

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

В Северо–Казахстанской области запасы продуктивной влаги почвы (ЗПВ) измеряются на 19 пунктах, на 12 МС и 7 АМП. При этом ЗПВ определяются на сельскохозяйственных полях, у которых известны агрогидрологические константы почвы. Влажность почвы определяется 1 раз в 10 дней, по восьмым дням декады (08, 18, 28 числа месяца).

Нами для оценки условий почвенного увлажнения были использованы данные ЗПВ по 10 МС и 3 АМП для 20 см и 100 см слоев почвы за период с 2003 по 2015 год. На остальных 2 МС (Смирново и Мамлютка) и 4 АМП (Талшык, Актуесай, Новоишимск, Вагулино) измерения ЗПВ начались с 2012–2014 годов.

В таблице 3.29 приведены преобладающий тип почв, их механический состав и наименьшая полевая влагоемкость (НПВ) в наблюдательных участках МС и АМП. В области распространены в основном черноземы обыкновенные, черноземы южные и темно–

каштановые почвы. По механическому составу являются тяжелосуглинистыми, суглинистыми и глинистыми. НПВ колеблется для 20 см слоя почвы от 47 до 74 мм, для 100 см слоя почвы – от 199 до 304 мм.

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

НП (МС, АМП)	Преобладающая почва, механический состав	НПВ, мм (0–20 см)	НПВ, мм (0–100 см)
АМП Налобино	черноземы обыкновенные, тяжелосуглинистые	51	211
Булаево	черноземы обыкновенные, тяжелосуглинистые	60	266
АМП Пресновка	черноземы обыкновенные, среднесуглинистые и тяжелосуглинистые	65	304
Возвышенка	черноземы обыкновенные, тяжелосуглинистые	68	283
Благовещенка	серые лесные и черноземы, тяжелосуглинистые	65	259
Явленка	черноземы обыкновенные, глинистые и суглинистые	47	210
АМП Корнеевка	черноземы обыкновенные, тяжелосуглинистые	74	271
Тайынша	черноземы обыкновенные солонцеватые, тяжелосуглинистые	63	265
Сергеевка	черноземы обыкновенные, серые лесные и лугово–черноземные, суглинистые и глинистые	60	252
Тимирязево	черноземы обыкновенные солонцеватые, суглинистые и глинистые	64	268
Чкалово	черноземы южные, лугово–черноземные, суглинистые	55	199
Саумалколь	серые лесные, черноземы и лугово–черноземные, тяжелосуглинистые и среднесуглинистые	67	287
Рузаевка	темно–каштановые, черноземы южные карбонатные, суглинистые и глинистые	61	256

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

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

В период весенне–полевых работ (середина мая) ЗПВ в пахотном слое почвы по области колеблется от 25 мм на МС Явленка до 45 мм на МС Булаево (таблица 3.30). Далее к середине лета ЗПВ уменьшается до 15–35 мм, а в августе бывает еще меньше (8–25 мм).

Такая же закономерность временного распределения свойственна и для ЗПВ в метровом слое почвы. ЗПВ метрового слоя почвы в период весенне–полевых работ по области колеблется от 126 мм на МС Явленка до 207 мм на МС Булаево (таблица 3.31).

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

НП (МС/АМП)	май			июнь			июль			август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
АМП Налобино	38	32	32	27	26	30	32	35	40	31	29	25
Булаево	46	45	45	41	37	35	28	31	27	29	27	24
АМП Пресновка	37	33	28	30	29	31	30	27	28	25	19	19
Возвышенка	31	27	29	22	25	20	19	23	20	22	16	13
Благовещенка	40	35	44	40	34	32	27	25	25	26	22	18
Явленка	29	25	28	23	21	23	21	17	20	18	15	14
АМП Корнеевка	39	37	37	39	41	39	42	31	27	24	24	23
Тайынша	27	26	23	24	16	20	14	16	10	12	8	9
Сергеевка	36	32	29	28	23	19	16	16	21	26	24	19
Тимирязево	40	34	32	28	26	23	22	21	19	21	15	16
Чкалово	30	33	31	28	24	26	22	22	18	19	16	14
Саумалколь	33	28	35	29	20	19	17	25	25	23	19	23
Рузаевка	34	30	32	29	26	25	22	27	25	23	18	17

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

НП (МС/АМП)	май			июнь			июль			август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
АМП Налобино	192	159	157	162	150	159	157	162	175	139	129	140
Булаево	207	200	197	194	183	174	157	150	135	141	131	118
АМП Пресновка	198	178	167	172	184	174	168	157	152	151	132	124
Возвышенка	138	141	143	125	127	119	110	115	102	102	82	69
Благовещенка	165	148	149	145	141	142	130	121	117	116	102	95
Явленка	147	126	145	131	134	132	132	112	115	105	87	80
АМП Корнеевка	145	130	137	145	162	156	172	133	111	94	94	87
Тайынша	142	146	132	141	99	112	81	81	61	57	44	47
Сергеевка	168	156	156	152	141	133	122	107	109	127	121	104
Тимирязево	151	140	144	137	135	125	108	101	90	89	76	89
Чкалово	138	128	140	130	123	130	120	112	93	93	85	71
Саумалколь	169	162	171	156	140	143	120	128	134	130	119	122
Рузаевка	164	149	154	151	132	132	125	123	111	103	83	85

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 течение вегетации зерновых культур (май–август) в области бывает в основном удовлетворительное увлажнение почвы (50–80%). В среднем оптимальное увлажнение почвы (80–91%) создается только в районе АМП Налобино в начале мая (таблица 3.32).

На всех рассматриваемых МС создаются удовлетворительные условия увлажнения почвы до июля месяца, а на севере области – до начала августа. Вторая половина вегетации характеризуется в основном как не удовлетворительное увлажнение почвы (менее 50% от

НПВ). При этом, чем южнее, тем раньше наступают не удовлетворительные условия увлажнения почвы. Например, на МС Булаево ЗПВ снижаются до уровня неудовлетворительной только в середине августа, а на МС Рузаевка – в начале июля.

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

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

НП (МС/АМП)	май			июнь			июль			август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
АМП Налобино	91	75	74	77	71	75	75	77	83	66	61	66
Булаево	78	75	74	73	69	65	59	57	51	53	49	44
АМП Пресновка	65	59	55	57	61	57	55	52	50	50	43	41
Возвышенка	51	50	51	44	45	42	39	41	36	36	29	24
Благовещенка	64	57	58	56	54	55	50	47	45	45	40	37
Явленка	70	60	69	62	64	63	63	53	55	50	41	38
АМП Корнеевка	53	50	50	53	60	58	63	49	41	35	35	32
Тайынша	53	55	50	53	37	42	31	31	23	22	16	18
Сергеевка	67	62	62	60	56	53	49	42	43	50	48	41
Тимирязево	56	52	54	51	50	47	40	38	34	33	28	33
Чкалово	69	64	70	65	62	65	60	56	47	47	43	36
Саумалколь	59	56	60	54	50	50	42	45	47	45	41	42
Рузаевка	64	58	60	59	51	51	49	48	44	40	32	33

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 области в среднем выпадают осадки в пределах 77–121 мм. За теплый период года выпадают гораздо больше осадков, в среднем 232–298 мм. Из них 170–201 мм осадков выпадают в период активной вегетации сельскохозяйственных культур (таблица 3.33).

На рисунке 3.9 представлено пространственное распределение сумм осадков за теплый период года. В северной части области за теплый период года выпадают 260–280 мм осадков. На территории от с. Явленка до с. Саумалколь, и далее до границы Акмолинской области (западная окраина возвышенности Кокшетау) имеется ареал с суммой осадков более 280 мм. По территории области сумма осадков уменьшается в двух направлениях: с севера на северо–восток и на северо–запад. На крайнем юго–востоке и крайнем юго–западе сумма осадков за теплый период составляет 220 мм и менее.

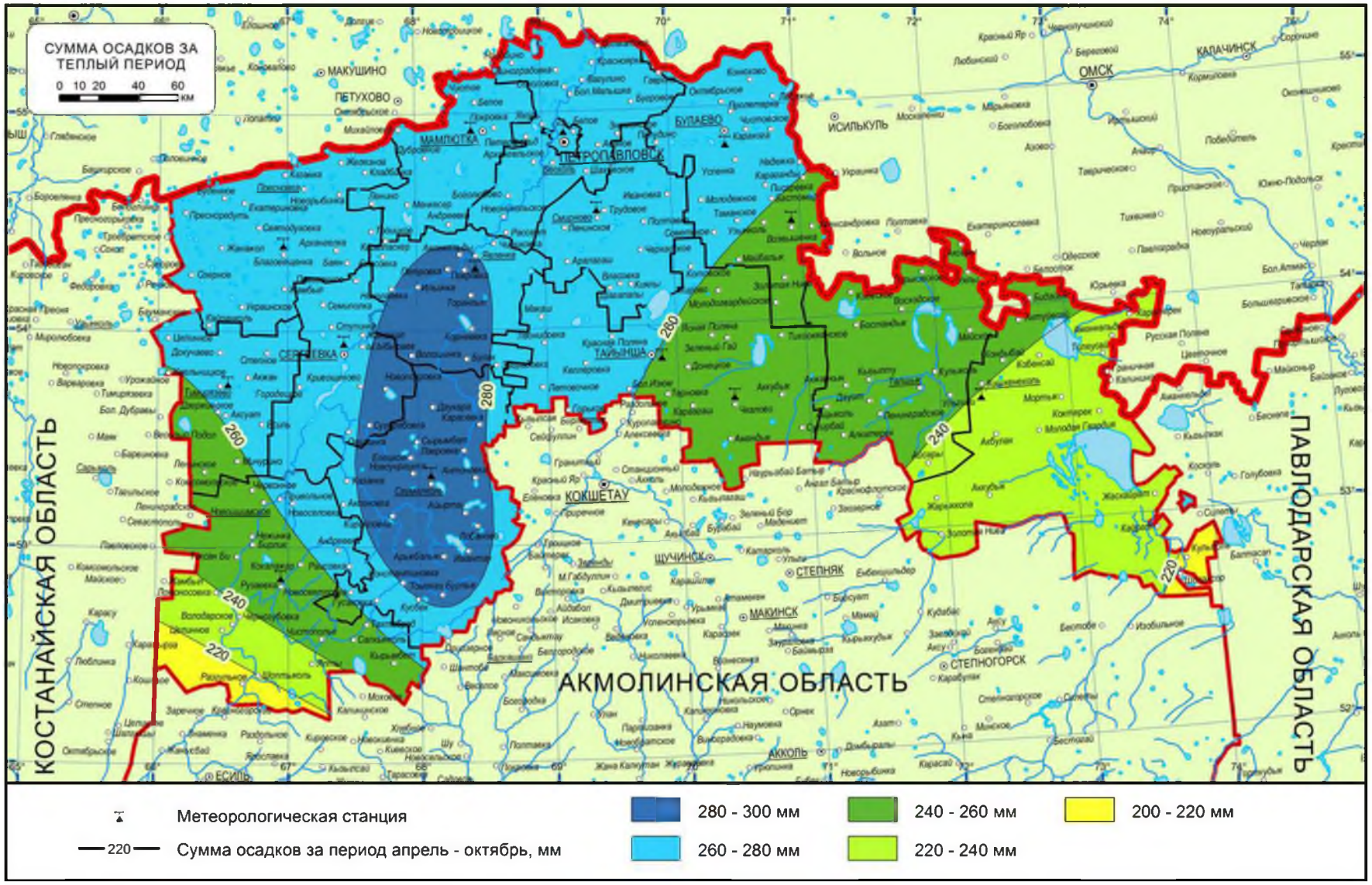


Рисунок 3.9 – Сумма осадков за теплый период года

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)	$R_{11–3}$	$R_{4–10}$	$R_{5–8}$
Петропавловск	111	269	183
Булаево	101	272	188
Возвышенка	77	252	180
Благовещенка	88	261	174
Явленка	90	285	200
Тайынша	80	260	185
Сергеевка	103	270	184
Тимирязево	80	261	179
Кишкенеколь	85	232	166
Чкалово	76	258	189
Саумалколь	121	298	201
Рузаевка	104	252	170

В таблице 3.34 приведена различная обеспеченность сумм осадков за период май–август. На севере области за период активной вегетации сельскохозяйственных культур в среднем выпадают осадки около 180 мм, обеспеченность чего составляет примерно 50%. Здесь на 90% обеспечено около 110 мм осадков, т.е. в 9 годах из 10 за период май–август выпадают осадки не менее 110 мм. На 10% обеспечено осадки около 260 мм, т.е. выпадают 260 мм осадков 1 раз в 10 лет. На юге области за май–август на 90% обеспечено суммы осадков в пределах 90–100 мм, а на 10% обеспечено осадки около 260 мм.

Надо отметить, что по данным [62] среднемноголетнее значение годовой испаряемости по территории Северо–Казахстанской области растет с севера на юг от 650 до 750 мм.

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

НП (МС)	Р, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Петропавловск	251	213	206	196	187	174	151	142	119	100
Булаево	268	243	227	203	194	175	156	130	103	87
Возвышенка	260	235	201	189	180	175	146	131	113	72
Благовещенка	254	221	202	192	167	153	147	126	103	65
Явленка	295	252	217	203	195	186	164	141	115	82
Тайынша	246	219	207	198	191	174	153	141	127	72
Сергеевка	280	239	223	204	184	153	137	117	104	76
Тимирязево	269	236	208	192	182	160	147	125	96	58
Кишкенеколь	246	230	193	187	149	140	125	102	90	73
Чкалово	271	254	224	206	178	166	149	138	107	57
Саумалколь	292	260	227	217	206	169	156	117	109	81
Рузаевка	259	233	209	187	161	141	121	109	90	75

Оценка увлажненности вегетационного периода

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

В среднем по территории Северо–Казахстанской области коэффициент увлажнения К составляет 0,85–1,14, и ему свойственно уменьшение с севера на юг (таблица 3.35).

Таблица 3.35 – Влагообеспеченность по коэффициенту увлажнения К

НП (МС)	К	Оценка влагообеспеченности
Петропавловск	1,02	Оптимальная и устойчивая
Булаево	1,02	Оптимальная и устойчивая
Возвышенка	0,93	Достаточная, но не устойчивая
Благовещенка	0,92	Достаточная, но не устойчивая
Явленка	1,03	Оптимальная и устойчивая
Тайынша	0,93	Достаточная, но не устойчивая
Сергеевка	0,98	Достаточная, но не устойчивая
Тимирязево	0,91	Достаточная, но не устойчивая
Кишкенеколь	0,85	Достаточная, но не устойчивая
Чкалово	0,93	Достаточная, но не устойчивая
Саумалколь	1,14	Оптимальная и устойчивая
Рузаевка	0,92	Достаточная, но не устойчивая

На рисунке 3.10 представлено пространственное распределение коэффициента увлажнения К. В северной части области (Мамлютка, Петропавловск, Булаево), а также в районе от Явленки до Саумалколь и далее до границы Акмолинской области влагообеспеченность вегетационного периода оценивается как «оптимальная и устойчивая» (К = 1,0–1,2). На остальной территории области влагообеспеченность характеризуется как «достаточная, но не устойчивая». Только на крайнем юго–западе и крайнем юго–востоке области К бывает менее 0,8, что характеризует «недостаточную влагообеспеченность».

В таблице 3.36 приведена различная обеспеченность значений коэффициента увлажнения К. Например, на севере области на 90% обеспечено значение К > 0,60, т.е. в 9 годах из 10 влагообеспеченность вегетационного периода характеризуется как «недостаточная влагообеспеченность». На юго–западе и юго–востоке К(90%) = 0,52–0,60, что характеризуется как «умеренный дефицит влаги».

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

НП (МС)	Р, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Петропавловск	1,39	1,23	1,17	1,11	1,00	0,94	0,89	0,79	0,71	0,60
Булаево	1,47	1,40	1,30	1,13	0,99	0,94	0,89	0,71	0,62	0,55
Возвышенка	1,41	1,27	1,04	0,98	0,93	0,85	0,75	0,68	0,63	0,45
Благовещенка	1,30	1,24	1,08	1,04	0,96	0,86	0,80	0,65	0,57	0,39
Явленка	1,44	1,29	1,15	1,11	1,07	0,94	0,90	0,71	0,63	0,50
Тайынша	1,20	1,12	1,09	1,03	0,97	0,89	0,75	0,69	0,65	0,43
Сергеевка	1,38	1,25	1,18	1,09	0,99	0,94	0,74	0,70	0,62	0,42
Тимирязево	1,31	1,28	1,16	0,98	0,89	0,83	0,79	0,66	0,53	0,32
Кишкенеколь	1,20	1,08	0,98	0,93	0,88	0,79	0,66	0,58	0,52	0,40
Чкалово	1,31	1,21	1,04	1,01	0,97	0,87	0,79	0,70	0,56	0,47
Саумалколь	1,77	1,54	1,39	1,26	1,14	1,06	0,89	0,76	0,68	0,43
Рузаевка	1,36	1,27	1,13	1,08	0,92	0,76	0,72	0,68	0,56	0,47

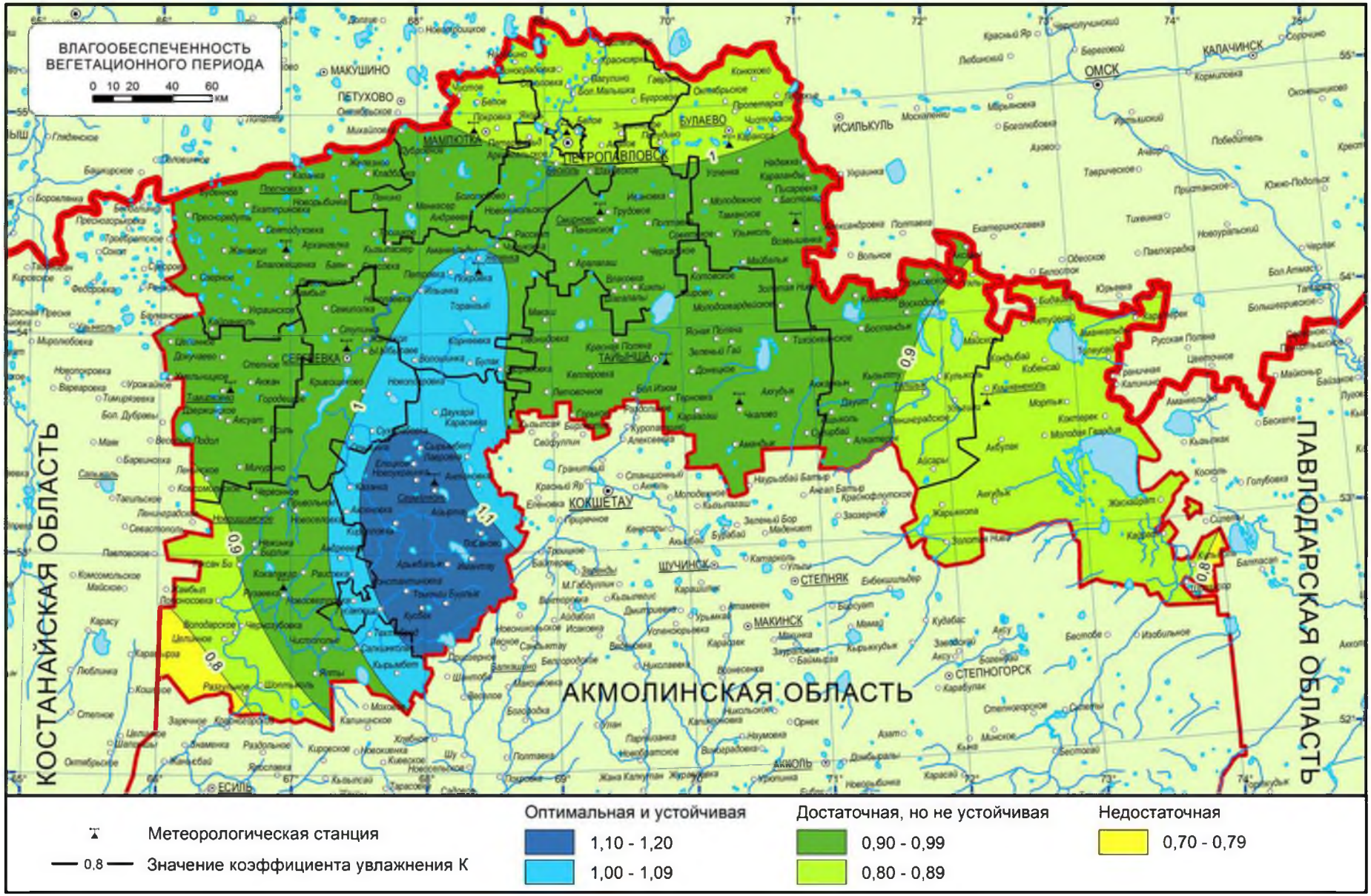


Рисунок 3.10 – Влагообеспеченность вегетационного периода

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, расчитанный за период май–август ($ГТК_{5-8}$).

Согласно нашим расчетам, в период активной вегетации растений основная территория области является «не засушливой». Однако юго–восток (МС Кишкенеколь) и крайний юго–запад (МС Рузаевка) области характеризуются как «слабо засушливый», где ГТК составляет менее 0,80 (таблица 3.37, рисунок 3.11).

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

НП (МС)	$ГТК_{5-8}$	Оценка засушливости
Петропавловск	0,88	Не засушливо
Булаево	0,91	Не засушливо
Возвышенка	0,87	Не засушливо
Благовещенка	0,83	Не засушливо
Явленка	0,94	Не засушливо
Тайынша	0,86	Не засушливо
Сергеевка	0,86	Не засушливо
Тимирязево	0,83	Не засушливо
Кишкенеколь	0,76	Слабо засушливо
Чкалово	0,88	Не засушливо
Саумалколь	0,98	Не засушливо
Рузаевка	0,79	Слабо засушливо

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 (БКП) территории. В качестве входной информации используются данные метеорологических и агрометеорологических наблюдений, а также данные о водно–физических свойствах почвы и уровне её плодородия.

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

В таблице 3.38 представлены значения биоклиматического потенциала по метеорологическим станциям области. Наибольшие значения БКП соответствуют районам МС Сергеевка (50 ц/га) и Саумалколь (48 ц/га). Здесь высокое значение БПК обеспечивается плодородной почвой (южные черноземы) и хорошими условиями увлажнения атмосферными осадками. Наименьшее значение БКП наблюдается в районе МС Рузаевка (38 ц/га).

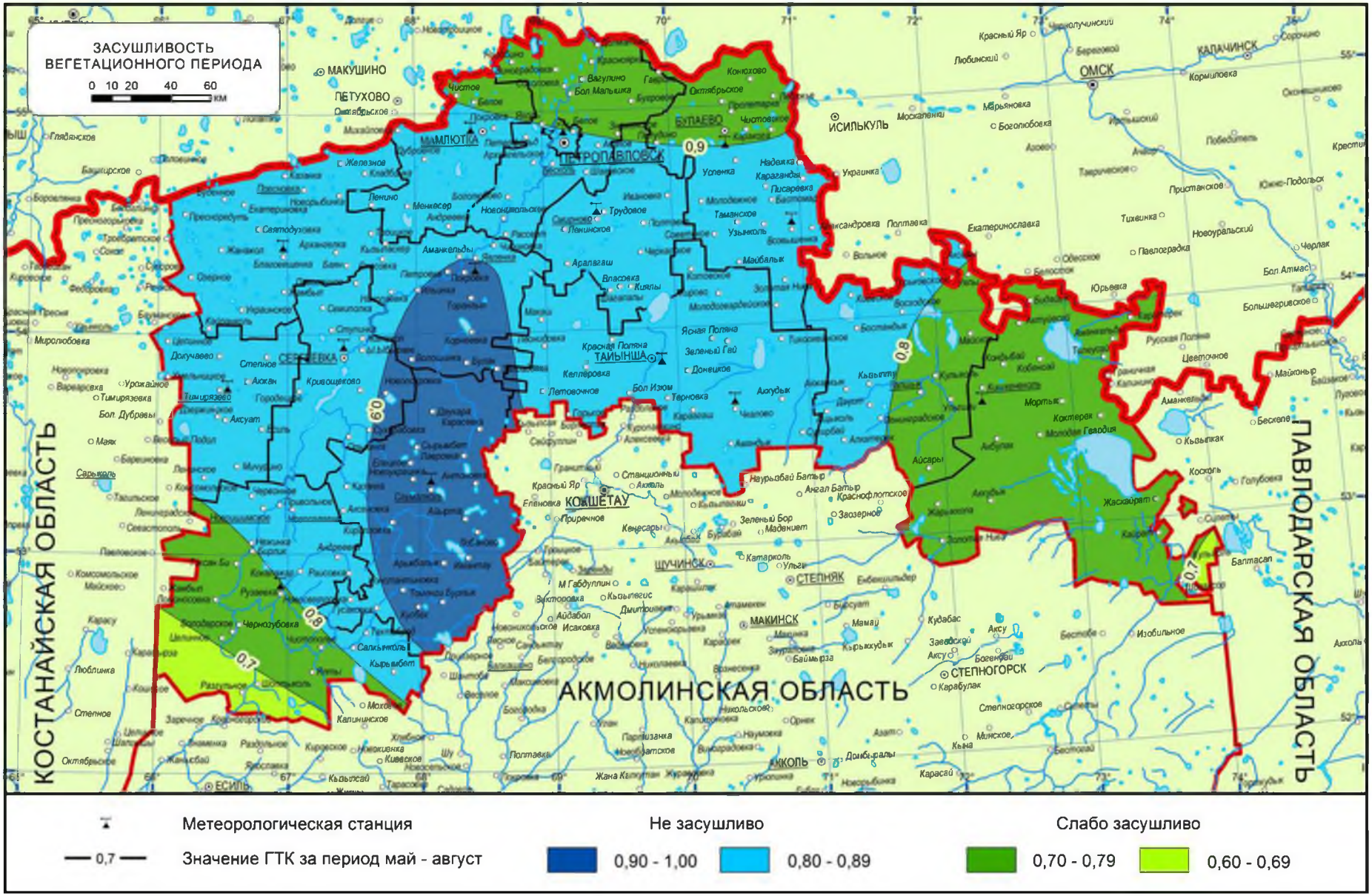


Рисунок 3.11 – Засушливость вегетационного периода

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

НП (МС)	БКП, ц/га
Петропавловск	46
Булаево	45
Возвышенка	44
Благовещенка	42
Явленка	45
Тайынша	40
Сергеевка	50
Тимирязево	40
Кишкенеколь	41
Чкалово	41
Саумалколь	48
Рузаевка	38

На рисунке 3.12 представлено пространственное распределение БКП по территории Северо–Казахстанской 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.

Высокими значениями БКП более 45 ц/га характеризуются северная и северо–западная части области, включая район с. Саумалколь, вплоть до границы с Акмолинской области. В целом значение БКП уменьшается с севера на юг в двух направлениях: на юго–запад и на юго–восток, где значение БКП составляет менее 40 ц/га.

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 имеющиеся потенциал. К примеру, западноевропейский уровень использования БКП составляет 80–85 %.

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 Северо–Казахстанской области приземный атмосферный воздух является достаточно влажным. Средняя годовая относительная влажность воздуха с юга на север области растет от 69 до 74% (таблица 3.39). Относительная влажность воздуха растет от лета к зиме (рисунок 3.13). Наименьшие значения относительной влажности воздуха (52–59%) наблюдается в мае месяце, а в летние месяцы она колеблется в пределах 60–70%. В зимние месяцы относительная влажность воздуха повышается до 80% и выше.

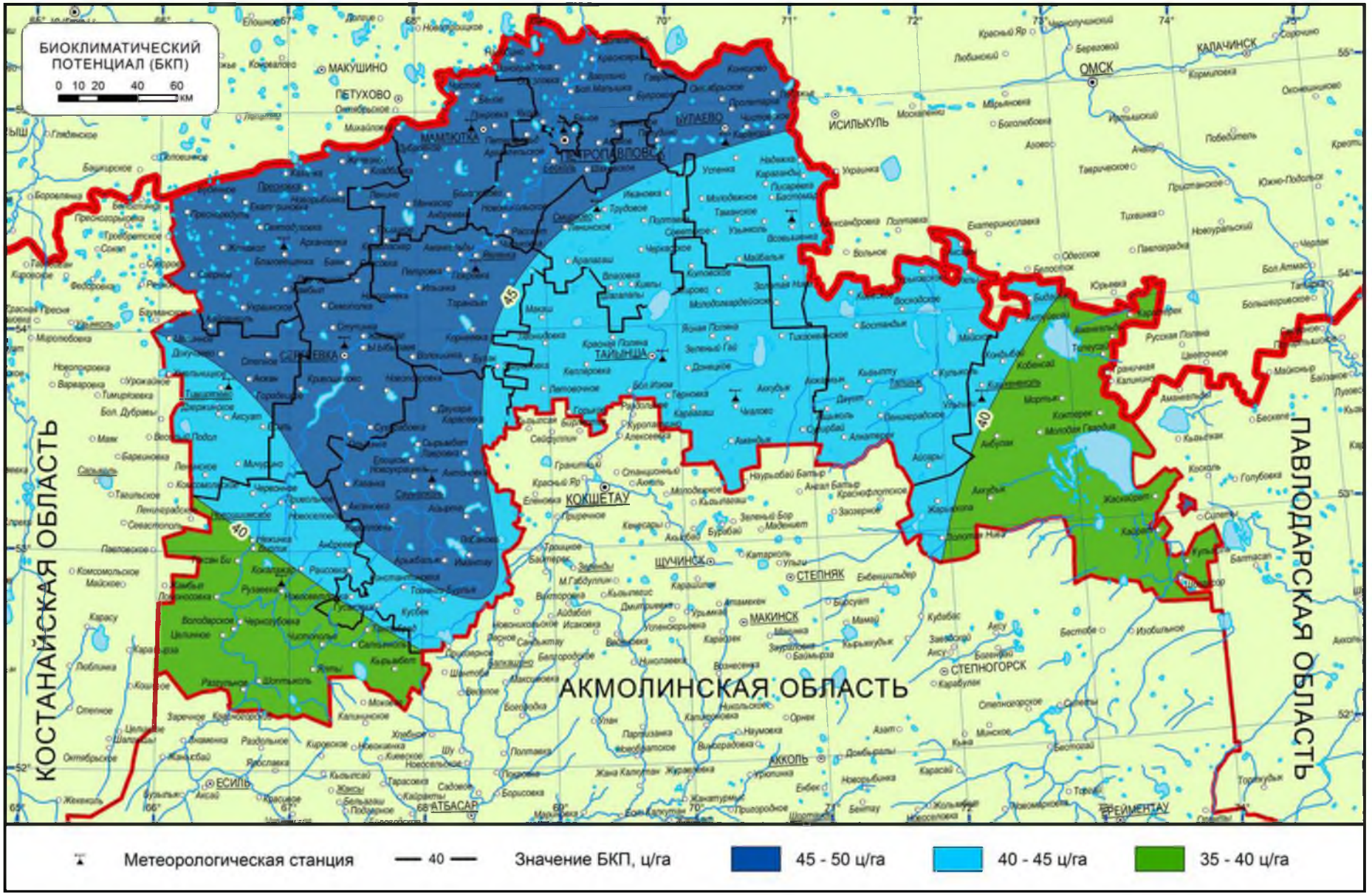


Рисунок 3.12 – Биоклиматический потенциал территории Северо-Казахстанской области

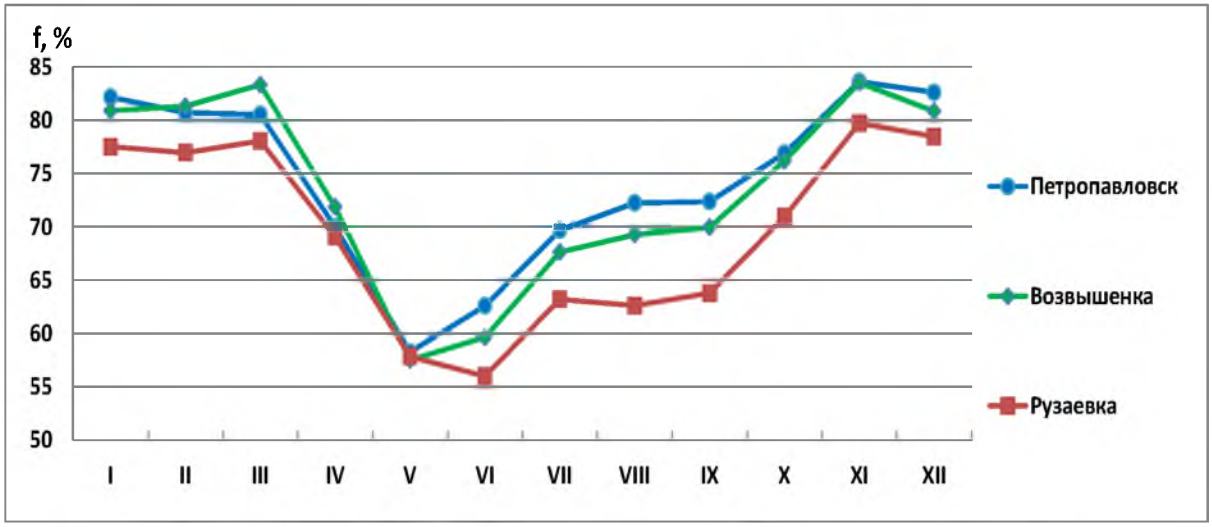


Рисунок 3.13 – Годовой ход относительной влажности воздуха

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

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Петропавловск	82	81	81	70	58	63	70	72	72	77	84	83	74
Булаево	80	78	78	66	54	59	67	69	69	74	82	80	71
Возвышенка	81	81	83	72	58	60	68	69	70	76	84	81	74
Благовещенка	79	79	81	71	59	60	67	69	70	75	81	80	73
Явленка	79	79	81	68	57	59	66	68	68	75	81	80	72
Тайынша	77	77	79	64	52	54	63	64	63	70	77	77	68
Сергеевка	82	82	83	70	55	57	65	66	67	74	82	82	72
Тимирязево	80	80	82	71	58	58	66	66	66	74	83	81	72
Кишкенеколь	81	81	83	70	56	55	61	63	65	74	82	81	71
Чкалово	79	78	79	64	54	56	64	65	65	71	79	79	69
Саумалколь	80	79	79	70	58	60	67	68	68	74	81	80	72
Рузаевка	79	78	79	64	54	56	64	65	65	71	79	79	69

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 суховей. Сильный ветер может привести к полеганию посевов.

По территории Северо–Казахстанской области скорость ветра распределяется не равномерно, в общем, возрастает с юга на север. В годовом ходе скорости ветра имеются 2 максимума и 2 минимума. Ветер усиливается в апреле, к лету ослабевает и достигает минимальной скорости в июле, далее к осени ветер усиливается и достигает второго максимума в декабре, а затем снова ослабевает в марте (рисунок 3.14). Самым ветреным местом области является район МС Тайынша, где среднегодовая скорость ветра составляет 4,1 м/с. Наименьшая скорость ветра наблюдается в районе МС Булаево, где среднегодовая скорость ветра равна 2,6 м/с (таблица 3.40).

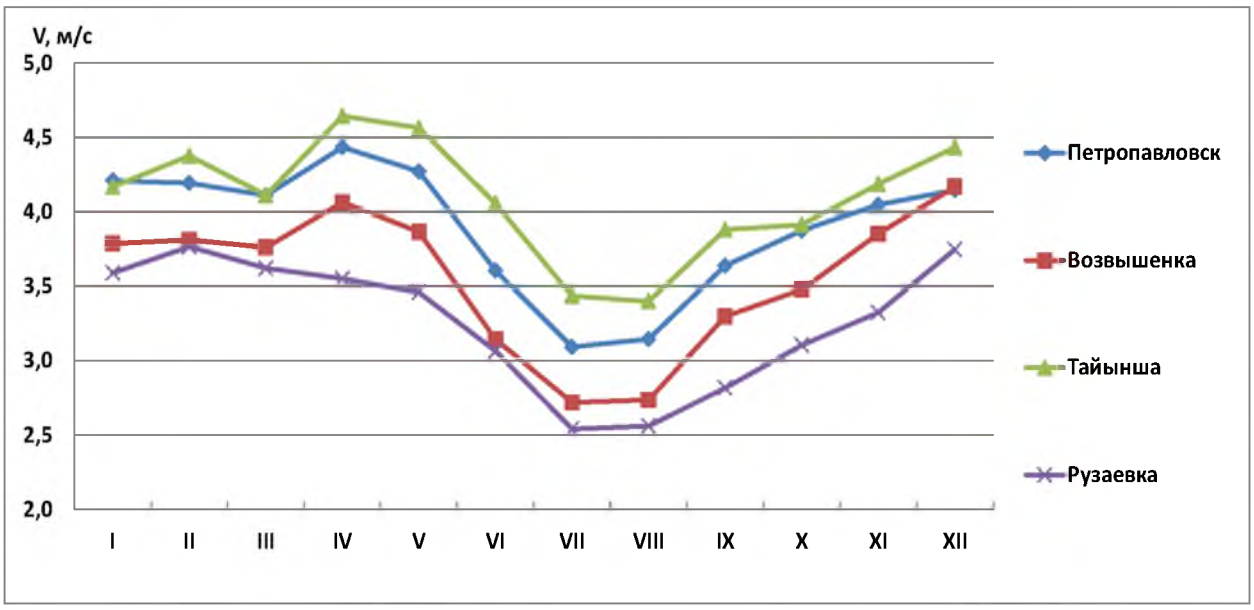


Рисунок 3.14 – Годовой ход средних месячных скоростей ветра

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
Петропавловск	4,2	4,2	4,1	4,4	4,3	3,6	3,1	3,1	3,6	3,9	4,0	4,1	3,9
Булаево	2,6	2,6	2,7	3,1	2,9	2,4	2,1	2,1	2,4	2,6	2,8	2,8	2,6
Возвышенка	3,8	3,8	3,8	4,1	3,9	3,1	2,7	2,7	3,3	3,5	3,9	4,2	3,6
Благовещенка	3,6	3,7	3,4	3,6	3,4	2,9	2,4	2,5	2,9	3,3	3,4	3,7	3,2
Явленка	3,1	3,2	3,0	3,3	3,2	2,6	2,0	2,1	2,6	2,8	3,1	3,2	2,8
Тайынша	4,2	4,4	4,1	4,6	4,6	4,1	3,4	3,4	3,9	3,9	4,2	4,4	4,1
Сергеевка	4,0	4,1	3,8	3,8	3,5	2,9	2,4	2,5	3,0	3,5	3,8	4,1	3,4
Тимирязево	4,0	4,1	3,8	3,9	3,8	3,3	2,9	2,8	3,1	3,3	3,6	4,0	3,6
Кишкенеколь	3,5	3,7	3,4	3,8	3,6	3,0	2,6	2,6	3,2	3,4	3,8	3,9	3,4
Чкалово	3,0	3,2	3,1	3,5	3,1	2,7	2,3	2,3	2,7	2,8	3,3	3,4	3,0
Саумалколь	3,6	4,0	3,7	3,7	3,4	2,8	2,4	2,4	2,9	3,3	3,7	3,9	3,3
Рузаевка	3,6	3,8	3,6	3,6	3,5	3,1	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3	3,7	3,3

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 районах МС Петропавловск и Тайынша всего 6–7%, в районе МС Возвышенка – 12%, а на южной МС Рузаевка – 31% (таблица 3.41).

Повторяемость направлений ветра по 8 румбам и построенные на их основе розы ветров показали, что преобладающие направления ветров на рассматриваемых станциях почти схожи. На всех МС в среднем за год и в январе преобладает юго–западный (ЮЗ) и западный (З) ветер. В июле в районе г. Петропавловск преобладает северо–западный (СЗ) ветер, на МС Возвышенка и МС Рузаевка – северный (С) ветер, а на МС Тайынша – западный (З) ветер (таблица 3.41 и рисунок 3.15–3.18).

Таблица 3.41 – Повторяемость направления ветра и штиля, %

НП (МС)	Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
Петропавловск	I	2	4	14	11	18	38	9	4	6
	VII	15	12	13	10	6	9	15	20	9
	год	7	6	11	10	13	27	15	11	6
Возвышенка	I	3	5	10	10	13	20	23	6	9
	VII	20	15	10	9	6	8	14	18	18
	год	9	8	8	9	11	21	23	11	12
Тайынша	I	2	4	9	6	21	36	18	4	8
	VII	17	9	10	7	10	11	21	15	9
	год	8	6	9	6	16	25	22	8	7
Рузаевка	I	6	6	2	12	29	37	5	2	28
	VII	20	16	7	11	8	10	11	17	35
	год	11	10	4	11	18	27	11	9	31

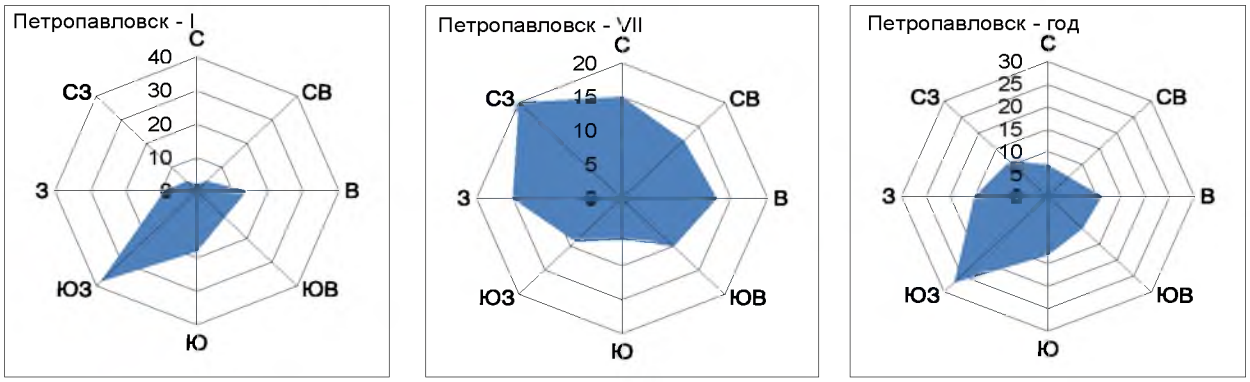


Рисунок 3.15 – Роза ветров на МС Петропавловск

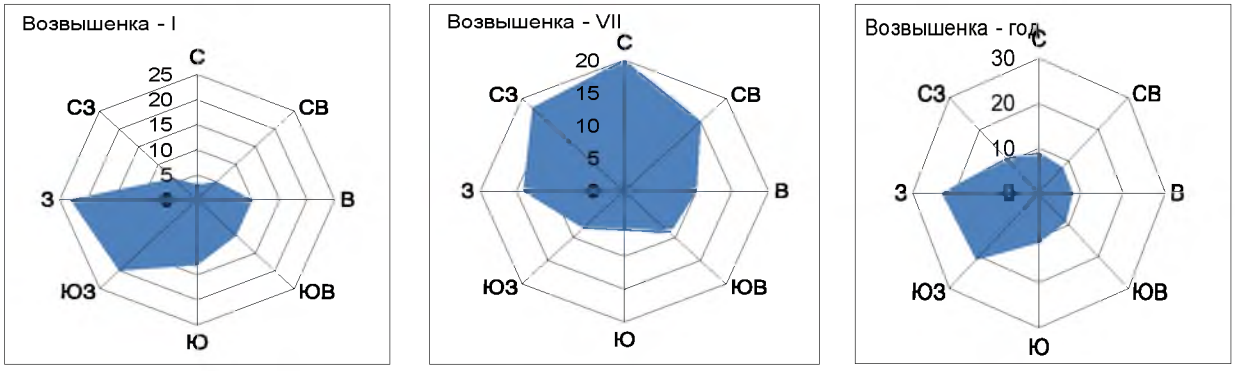


Рисунок 3.16 – Роза ветров на МС Возвышенка

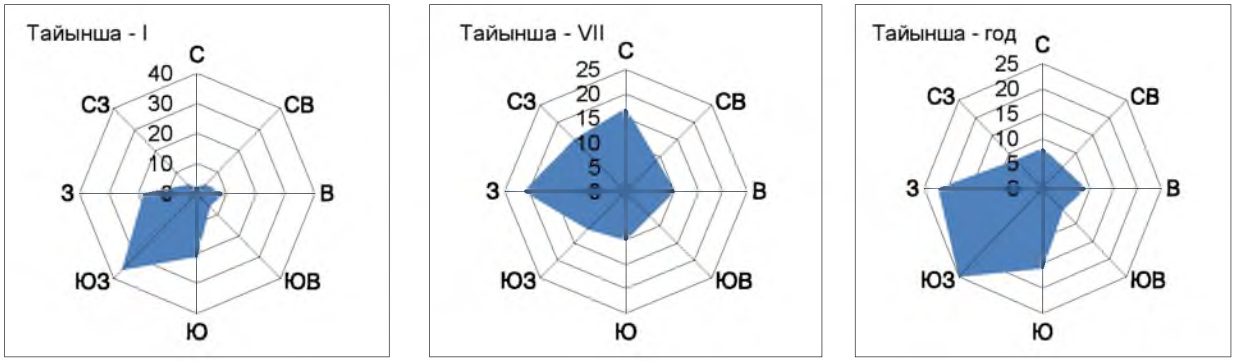


Рисунок 3.17 – Роза ветров на МС Тайынша

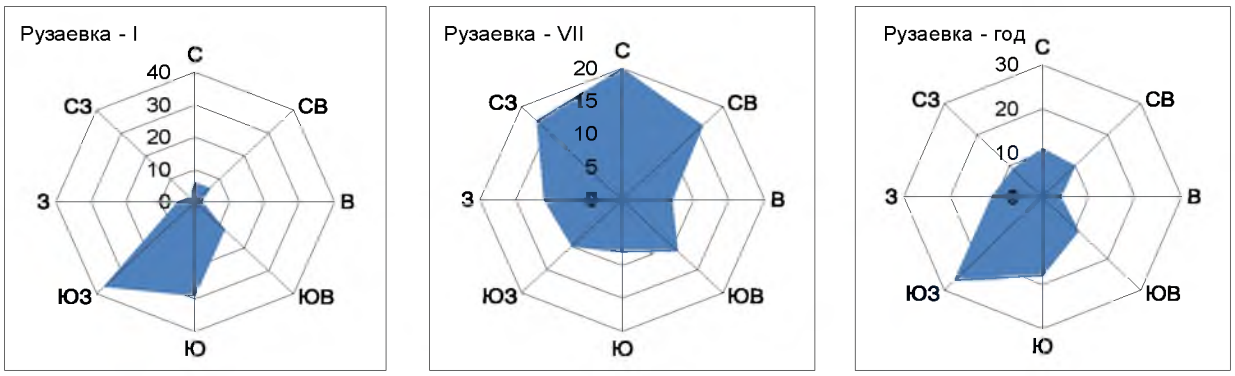


Рисунок 3.18 – Роза ветров на МС Рузаевка

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 [63, 64].

В таблице 3.42 приведена повторяемость среднемесячных скоростей ветра по двум градациям. На рассматриваемых нами МС повторяемость благоприятных для работы ветроэнергетических установок скоростей ветра (≥ 4,0 м/с) в среднем за год составляет от 31% на МС Рузаевка до 59% на МС Петропавловск.

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 Петропавловск													
0–3,9	35	35	40	33	37	44	54	56	46	39	35	35	41
≥ 4,0	65	65	60	67	63	56	46	44	54	61	65	65	59
МС Возвышенка													
0–3,9	46	47	54	46	48	55	65	64	56	50	46	44	52
≥ 4,0	54	53	46	54	52	45	35	36	44	50	54	56	48
МС Тайынша													
0–3,9	41	50	47	40	41	43	53	56	51	47	43	41	45
≥ 4,0	59	50	53	60	59	57	47	44	49	53	57	59	55
МС Рузаевка													
0–3,9	63	65	70	65	66	70	78	77	73	67	64	65	69
≥ 4,0	37	35	30	35	34	30	22	23	27	33	36	35	31

Для расчета средней удельной мощности ветрового потока (ветроэнергетического потенциала на 1 м^2 – $N_{ср}$) по средней скорости ветра (V) можно использовать формулу [65]:

$$N_{ср} = 1{,}16*V^3 \qquad (3.1)$$

Расчеты показали, что в районе МС Тайынша, где наблюдается наибольшая скорость ветра, ветроэнергетический потенциал в среднем за год составляет 80 Вт/м^2*с, максимума достигает в апреле (116 Вт/м^2*с), а минимума – в августе (46 Вт/м^2*с). На остальной территории области ветроэнергетический потенциал ниже 70 Вт/м^2*с (таблица 3.43).

При среднегодовом ветроэнергетическом потенциале 80 Вт/м^2*с, его суточное значение на 1 м^2 рабочей поверхности составляет 6,9 МВт/м^2*сут, а годовое – 2482,7 МВт/м^2*год.

Таким образом, территория Северо–Казахстанской области не обладает высоким потенциалом по выработке энергии ветра.

Таблица 3.43 – Удельная мощность ветрового потока, Вт/м^2*с

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Петропавловск	87	86	81	101	90	54	34	36	56	67	77	83	69
Булаево	20	20	22	36	27	16	10	10	16	19	25	25	20
Возвышенка	63	64	62	78	67	36	23	24	42	49	66	84	52
Благовещенка	56	57	45	56	47	27	16	17	29	41	46	60	39
Явленка	33	37	30	44	38	20	9	10	20	24	35	37	26
Тайынша	84	97	81	116	110	77	47	46	68	70	85	101	80
Сергеевка	72	77	62	64	52	28	16	18	32	51	62	79	47
Тимирязево	73	83	62	68	65	41	27	25	35	42	56	76	52
Кишкенеколь	48	60	47	61	53	31	20	21	37	46	66	71	45
Чкалово	32	37	35	49	35	23	14	14	22	26	40	47	30
Саумалколь	53	74	59	59	46	24	16	16	28	42	59	70	42
Рузаевка	54	62	55	52	48	33	19	19	26	35	43	61	40

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 [63].

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 Возвышенка и МС Тайынша, где в течение года месячные максимальные скорости ветра колеблются от 18 до 28 м/с, а порывы до 34 м/с.

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

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

НП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Петропавловск	20 (25)	19 (24)	22 (26)	19 (25)	20 (30)	22 (26)	21 (25)	16 (20)	20 (23)	17 (24)	21 (27)	20 (25)	22 (30)
Возвышенка	20 (25)	28 (34)	28 (34)	25 (29)	20 (30)	18 (25)	20 (23)	18 (24)	20 (26)	20 (24)	20 (26)	24 (34)	28 (34)
Тайынша	24 (28)	24 (28)	20 (26)	26 (34)	20 (21)	24 (29)	24 (28)	18 (24)	22 (28)	28 (34)	26 (30)	24 (30)	28 (34)
Рузаевка	22 (27)	20 (22)	17 (20)	18 (24)	15 (20)	15 (20)	14 (20)	16 (18)	16 (18)	18 (20)	20 (22)	20 (22)	22 (27)

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 3-4°С (утром) до 31-35°С (после полудня), и в среднем составляет 15-17°С.

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
Петропавловск	4	15	-3	16	34	4	23	42	11
Булаево	4	17	-4	16	35	3	22	43	9
Возвышенка	3	12	-3	15	30	4	22	40	10
Благовещенка	4	13	-2	16	33	4	23	42	11
Явленка	5	16	-2	16	33	5	24	42	11
Тайынша	6	19	-2	16	34	4	23	43	10
Сергеевка	4	16	-3	16	35	4	24	44	10
Тимирязево	5	17	-3	16	35	4	23	45	10
Кишкенеколь	2	10	-3	15	29	5	23	39	11
Чкалово	6	21	-2	17	36	4	24	45	10
Саумалколь	4	14	-3	15	31	3	22	39	10
Рузаевка	4	15	-3	15	31	3	22	40	9

В таблице 3.46 приведены данные по средней декадной температуре поверхности почвы. В среднем поверхность почвы прогревается в первой декаде мая до 12-13°С, в третьей декаде – до 17-19°С, а в июне – превышает 20°С.

Таблица 3.46 – Средняя декадная температура поверхности почвы, °С

НП (МС)	Апрель			Май			Июнь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Петропавловск	-3	4	8	13	16	18	20	23	25
Булаево	-2	5	9	13	16	18	20	23	24
Возвышенка	-1	4	7	12	15	16	20	23	24
Благовещенка	-1	4	9	13	16	18	20	24	25
Явленка	-1	6	10	14	17	19	21	23	24
Тайынша	1	6	10	13	17	19	21	24	26
Сергеевка	-1	5	10	12	17	18	21	24	26
Тимирязево	-1	4	9	13	16	19	21	24	25
Кишкенеколь	-4	2	8	12	15	18	20	24	24
Чкалово	1	7	11	14	18	19	21	25	26
Саумалколь	-2	4	8	12	16	17	19	23	24
Рузаевка	-1	5	9	13	15	17	20	23	24

В таблице 3.47 приведена средняя месячная температура пахотного слоя почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см, по коленчатым термометрам. В среднем за май месяц температура в верхнем 5 см слое почвы составляет около 14°С, а на глубине 20 см – около 11°С. В июне пахотный слой почвы прогревается в среднем за месяц до 20°С в 5 см глубине, до 17°С в 20 см глубине. Разница в температуре почвы севера и юга области составляет около 1°С.

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
Петропавловск	-	-	-	-	20,2	18,7	17,4	16,4
Булаево	-	-	-	-	21,3	20,1	18,9	18,0
Возвышенка	-	-	-	-	20,2	18,7	17,4	16,4
Благовещенка	14,0	13,0	11,9	10,9	21,0	19,7	18,5	17,6
Тайынша	-	-	-	-	20,5	19,2	17,9	16,8
Сергеевка	-	-	-	-	21,5	20,3	19,2	18,4
Чкалово	14,6	13,2	-	-	-	22,2	-	-
Саумалколь	-	-	-	-	20,1	19,2	18,1	17,5
Рузаевка	-	-	-	-	20,9	19,7	18,7	17,9

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 Северо-Казахстанской области устойчивое промерзание почвы в среднем начинается 27 октября, в годы с холодной осенью – 10 октября. Весной верхний 10 см слой почвы оттаивает в среднем 8 апреля, и почва полностью оттаивает в конце апреля – начале мая. Самая поздняя дата полного оттаивания почвы зафиксирована в центральной части области – 19 мая, на севере – 26 мая (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
Булаево	27.10	10.10	17.11	08.04	10.04	14.04	04.05	19.04	26.05
Тайынша	28.10	10.10	19.11	08.04	11.04	13.04	28.04	12.04	19.05

На территории области в среднем глубина промерзания составляет в ноябре 45 см и нарастает к концу зимы, достигая глубины 119–177 см. Максимальная глубина промерзания превышает 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
Булаево	45	85	110	104	119	-	>150	97
Тайынша	44	91	128	159	177	-	>150	105

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
20	18	2	5	6	50

Таким образом, в Северо-Казахстанской области повторяемость засухи составляет 20%, т.е. засуха имеет вероятность проявления 1 раз в 5 лет. Повторяемость сильной засухи, когда урожайность снижается на 50% и более составляет 2%, т.е. имеет вероятность проявления 1 раз в 50 лет.

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

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

Таблица 4.2 – Повторяемость и вероятность установления засухи

НП (МС)	Повторяемость, %		Вероятность, 1 раз в … лет	
	засуха	сильная засуха	засуха	сильная засуха
Петропавловск	16	1	6	70
Булаево	18	1	6	70
Возвышенка	21	2	5	60
Благовещенка	22	5	5	25
Явленка	20	3	5	35
Тайынша	21	6	5	18
Сергеевка	22	7	5	15
Тимирязево	22	8	5	14
Кишкенеколь	32	8	3	13
Чкалово	22	6	5	18
Саумалколь	20	2	5	42
Рузаевка	33	10	3	11

В Северо–Казахстанской области с севера на юг растет повторяемость засухи. На крайнем севере области повторяемость засухи составляет 16–18%, т.е. имеет вероятность установления 1 раз в 6 лет. Но здесь повторяемость сильных засух, которые снижают урожайность культур на 50% и более, равняется 1–2%, т.е. она имеет вероятность 1 раз в 70 лет.

В центральной части области повторяемость засухи составляет 20–22%, т.е. имеет вероятность установления 1 раз в 5 лет, а повторяемость сильных засух составляет 3–7% и имеет вероятность 1 раз в 15–35 лет.

В южной части области повторяемость засухи превышает 30% и она может наблюдаться 1 раз в 3 года. Здесь повторяемость сильных засух составляет 8–10%, т.е. имеет вероятность 1 раз в 11 лет.

На рисунке 4.1 представлено пространственное распределение повторяемости засухи по территории Северо–Казахстанской области. Наименьшая повторяемость засухи (менее 20%) свойственна серединной части области по линии меридиана. От нее на юго–запад и на юго–восток области растет повторяемость засухи до 40%.

На рисунке 4.2 представлено пространственное распределение повторяемости сильной засухи, приводящее к снижению урожайности на 50% и более. Наименьшая повторяемость сильной засухи (менее 5%) свойственна серединной части области по линии меридиана. От нее на юго–запад и на юго–восток области повторяемость сильной засухи растет до 10% и более.

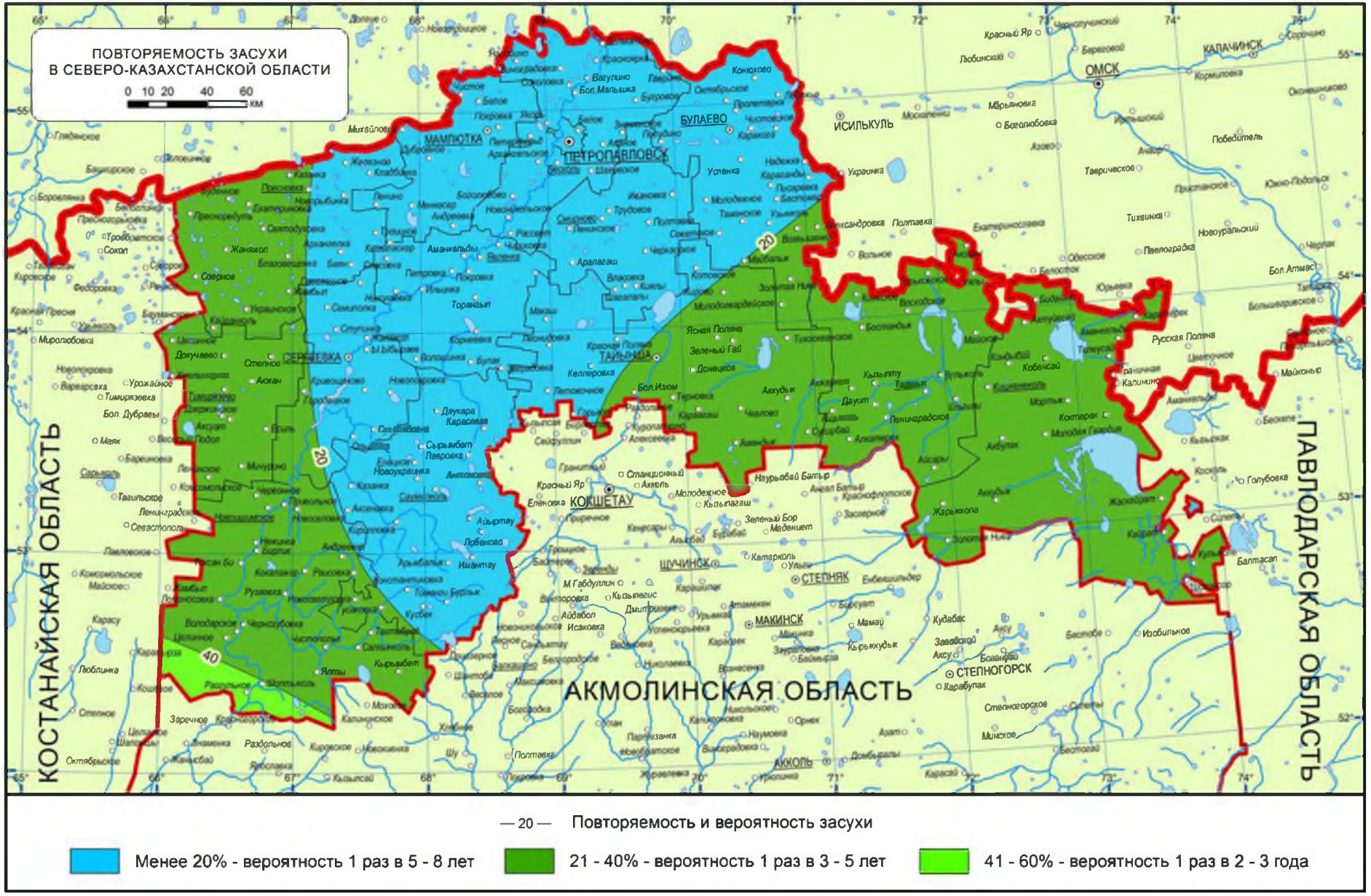


Рисунок 4.1 – Повторяемость засухи

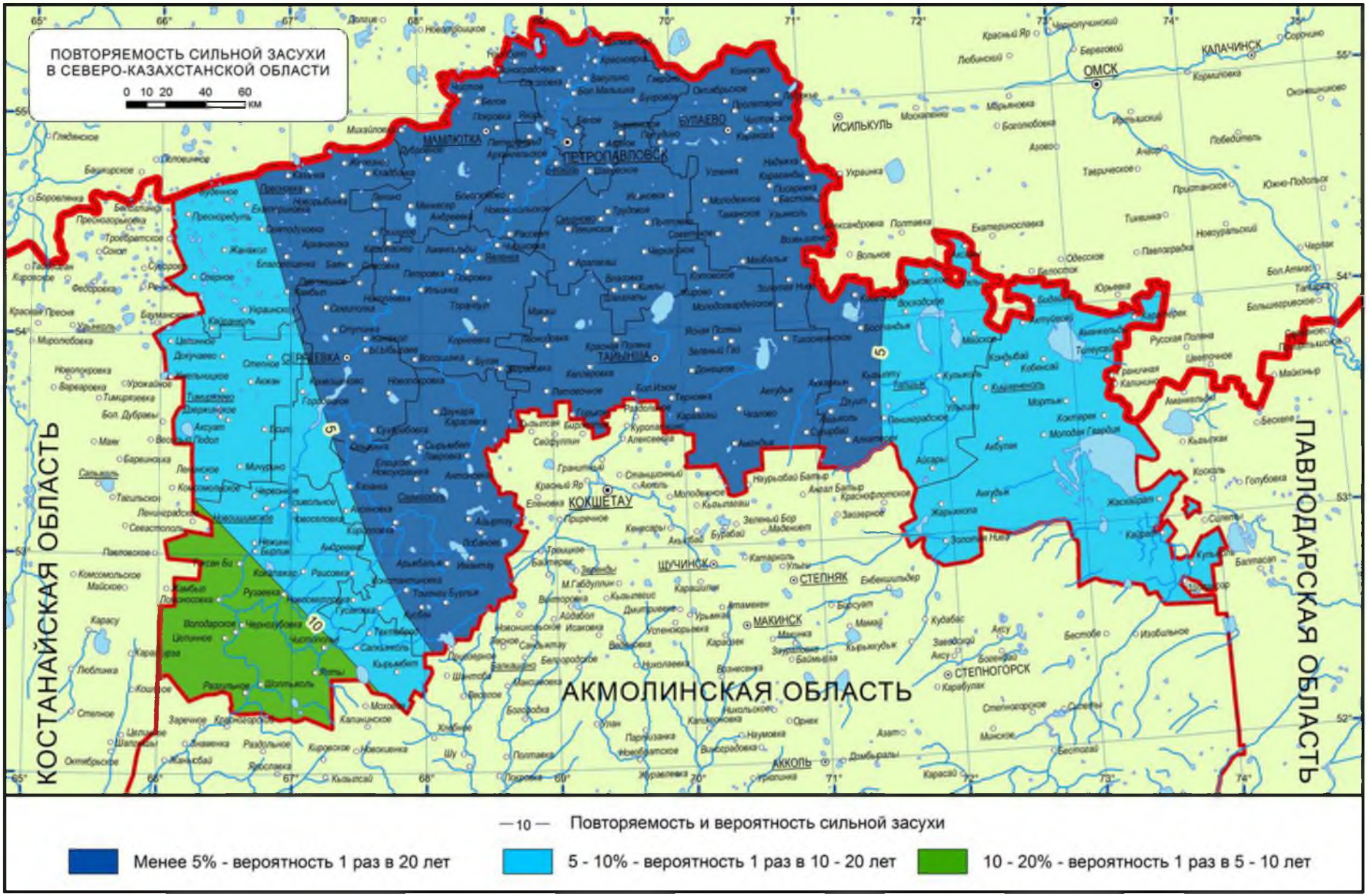


Рисунок 4.2 – Повторяемость сильной засухи

4.2 Суховей

Суховей – сложное погодное явление, возникающее при скорости ветра более 5 м/с, высокой температуре воздуха более 25°С и влажности воздуха менее 20%, а при температуре 30°С более – скорость ветра 3 м/с и более. Под воздействием суховеев 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 сутки 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 Северо–Казахстанской области. В области суховеи наблюдаются в теплый период года, с мая по сентябрь месяцы. Годовое количество суховейных дней колеблется от 24 дней на севере до 60 дня на юге области. Из них суховеи умеренной интенсивности, оказывающее существенное отрицательное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур, составляет на севере области 1–3 дня, в центральной части – 3–4 дня, на юге – 5–6 дней. Интенсивные суховеи, когда дефицит влажности воздуха превышает 40 мб, наблюдаются очень редко.

Таблица 4.3 – Годовое количество суховейных дней

НП (МС)	Количество суховейных дней		
	слабый	умеренный	интенсивный
Петропавловск	24	1	0
Булаево	34	3	0
Возвышенка	35	2	0
Благовещенка	38	2	0
Явленка	40	3	0
Тайынша	51	6	0
Сергеевка	49	4	0
Тимирязево	45	5	0
Кишкенеколь	51	6	0
Чкалово	53	5	0
Саумалколь	27	1	0
Рузаевка	56	4	0

На рисунке 4.3 представлено пространственное распределение по территории области среднемноголетнего количества дней в году с суховеями умеренной и сильной интенсивности. На преобладающей территории области в течение года суховейными бывают в среднем 1–5 дней. На крайнем юге и на юго–востоке области количество дней с суховеями доходит до 10 дней.

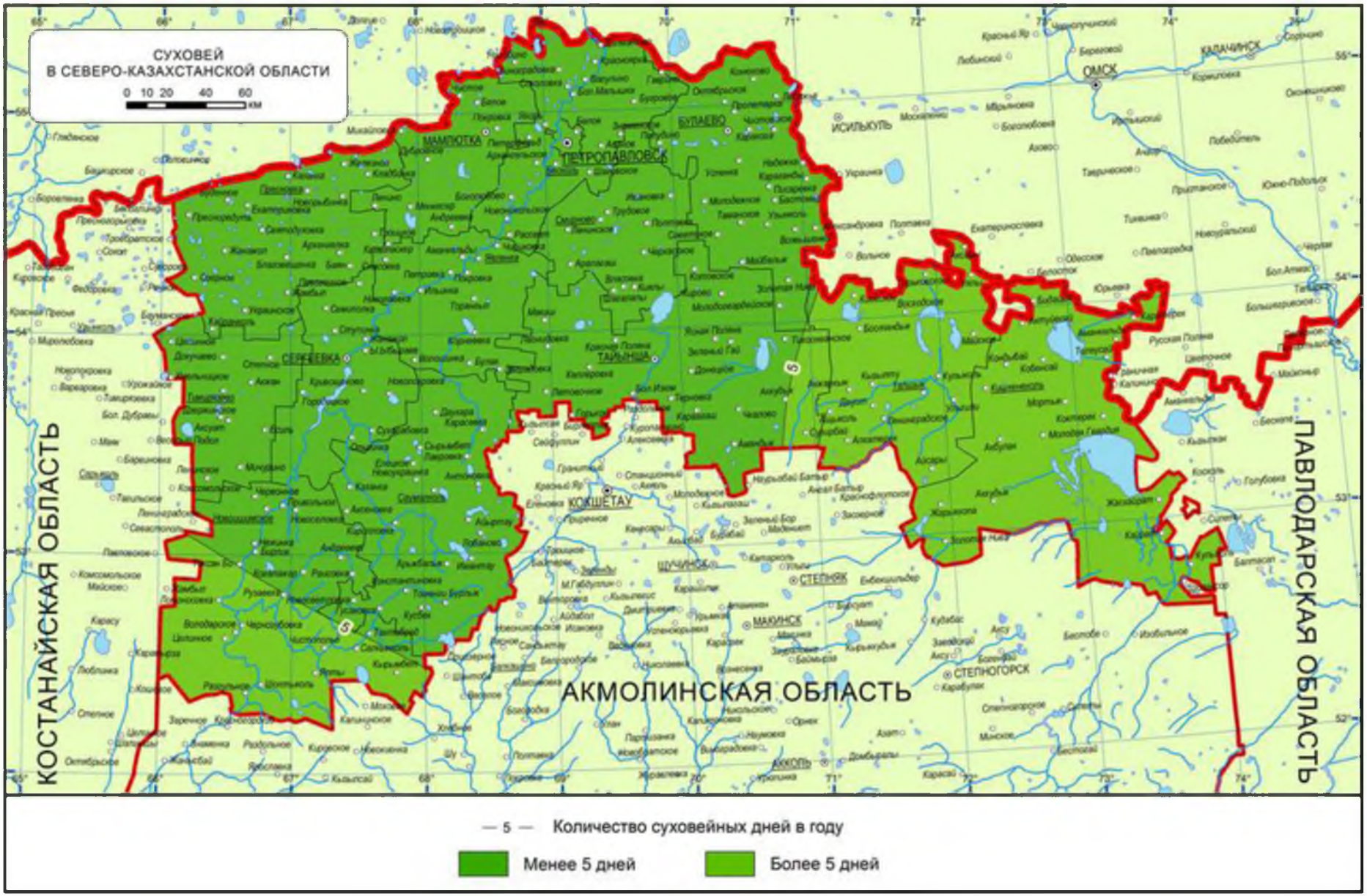


Рисунок 4.3 – Количество суховейных дней

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 Северо–Казахстанской области весенние последние заморозки в воздухе наблюдаются в середине мая. В годы с прохладным летом заморозки в воздухе могут наблюдаться и в первой половине июня (таблица 4.4).

В области в среднем первые осенние заморозки в воздухе наблюдаются в середине сентября. В годы с прохладным летом первые заморозки могут наблюдаться и в третьей декаде августа.

Средняя продолжительность беззаморозкого периода в воздухе по территории области колеблется от 119 (МС Возвышенка) до 135 (МС Чкалово) суток.

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

НП (МС)	Весенняя дата			Осенняя дата			Продолжитель-ность, сутки
	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	
Петропавловск	16.05	28.04	14.06	19.09	19.08	07.10	126
Булаево	17.05	26.04	10.06	22.09	26.08	12.10	128
Возвышенка	20.05	26.04	16.06	16.09	10.08	07.10	119
Благовещенка	14.05	22.04	10.06	21.09	27.08	20.10	130
Явленка	17.05	21.04	02.06	21.09	28.08	07.10	127
Тайынша	15.05	24.04	05.06	14.09	19.08	08.10	122
Сергеевка	17.05	21.04	07.06	19.09	20.08	19.10	125
Тимирязево	11.05	21.04	04.06	20.09	21.08	18.10	132
Кишкенеколь	14.05	02.05	08.06	22.09	30.08	08.10	131
Чкалово	12.05	27.04	05.06	24.09	27.08	08.10	135
Саумалколь	13.05	21.04	07.06	22.09	30.08	18.10	132
Рузаевка	17.05	21.04	18.06	16.09	19.08	10.10	122

На рисунке 4.4 приведено распределение по территории области продолжительности беззаморозкового периода в воздухе. Она растет с севера на юго–запад и на юго–восток от 120 до 130 суток, а в районе Кокшетауской возвышенности сокращается до 110 суток.

На почве последние весенние заморозки отмечаются позже, чем в воздухе. На большей части области весенние последние заморозки на почве наблюдаются в третьей декаде мая. В прохладные годы последние весенние заморозки на почве наблюдались в середине июня (таблица 4.5).

Первые осенние заморозки на почве отмечаются раньше, чем в воздухе. В среднем первые осенние заморозки наблюдаются в северной части области 6–8 сентября, а на остальной территории – в середине сентября. В годы с ранней осенью первые заморозки могут наблюдаться и в третьей декаде августа.

В области средняя продолжительность беззаморозкового периода на почве колеблется от 99 до 128 суток, и в целом увеличивается с севера на юг.

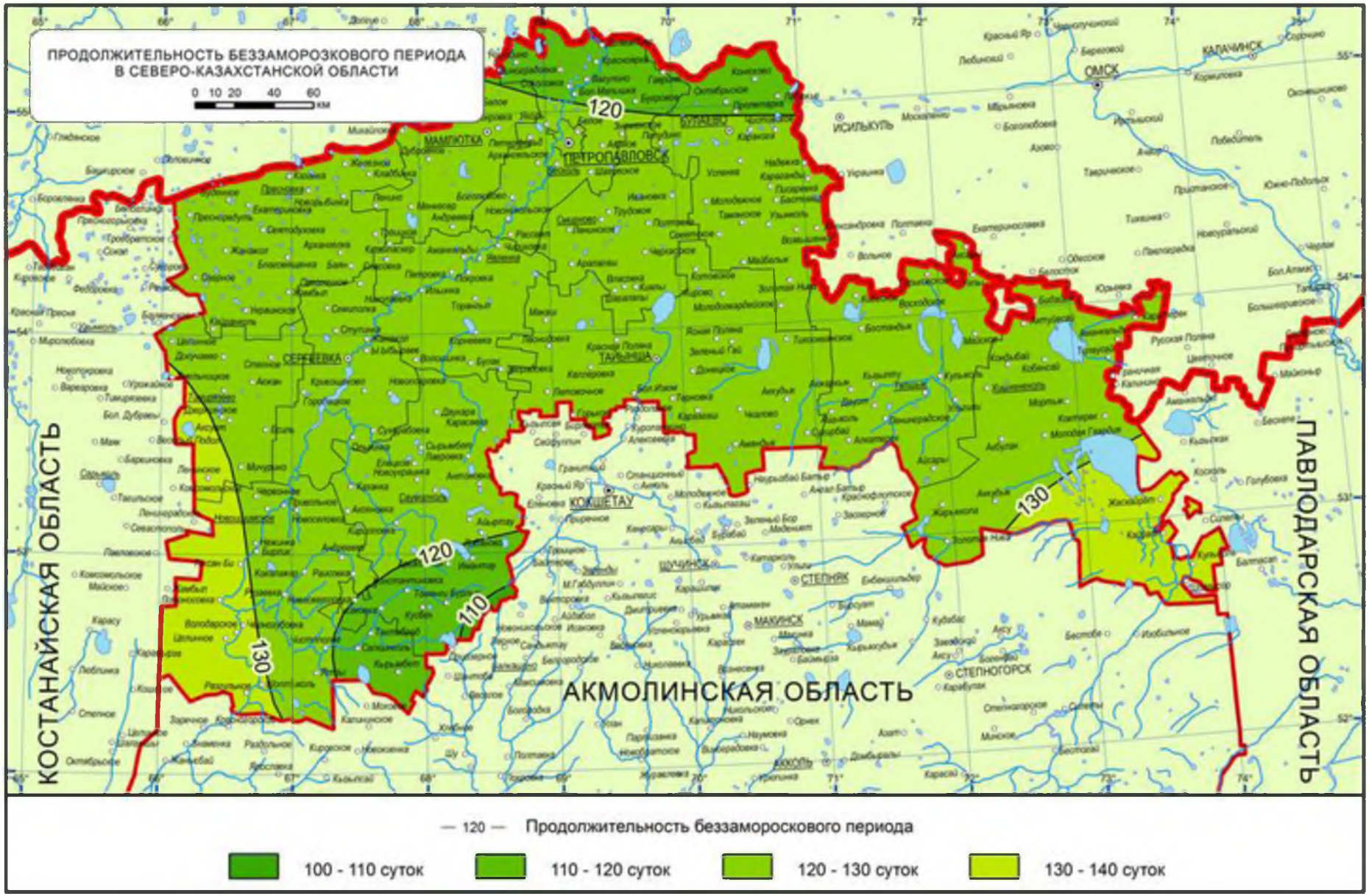


Рисунок 4.4 – Продолжительность беззаморозкового периода в воздухе

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

НП (МС)	Весенняя дата			Осенняя дата			Продолжитель–ность, сутки
	средняя	ранняя	поздняя	средняя	ранняя	поздняя	
Петропавловск	21.05	01.05	14.06	17.09	23.08	01.11	119
Булаево	31.05	02.05	23.06	06.09	24.08	05.10	99
Возвышенка	24.05	01.05	16.06	08.09	24.08	26.09	108
Благовещенка	23.05	29.04	12.06	15.09	27.08	06.10	115
Явленка	22.05	30.04	12.06	16.09	31.08	07.10	118
Тайынша	24.05	01.05	14.06	13.09	27.08	06.10	112
Сергеевка	22.05	29.04	14.06	12.09	18.08	28.09	113
Тимирязево	26.05	29.04	14.06	15.09	27.08	28.10	113
Кишкенеколь	18.05	29.04	08.06	23.09	05.09	13.10	128
Чкалово	26.05	05.05	08.06	17.09	27.08	06.10	119
Саумалколь	26.05	29.04	14.06	17.09	29.08	07.11	114
Рузаевка	28.05	29.04	20.06	09.09	18.08	29.07	105

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 Северо–Казахстанской области грозы начинаются в апреле, и могут наблюдаться до октября месяца. Годовое количество дней с грозой на территории области в среднем варьирует от 14 на МС Кишкенеколь до 28 дней на МС Сергеевка. Наиболее часто грозы наблюдаются в районах МС Петропавловск, МС Саумалколь, МС Рузаевка и МС Сергеевка (таблица 4.6).

В годы повышенной грозовой активности, что обычно свойственно влажным годам, максимальное количество дней с грозой доходит до 32–48 дней.

Таблица 4.6 – Годовое количество дней с грозой

НП (МС)	Среднее	Максимальное	Минимальное
Петропавловск	24	38	16
Булаево	22	39	10
Возвышенка	15	24	4
Благовещенка	19	32	6
Явленка	22	32	0
Тайынша	16	28	6
Сергеевка	28	41	15
Тимирязево	19	32	7
Кишкенеколь	14	28	2
Чкалово	20	34	0
Саумалколь	24	48	10
Рузаевка	24	39	9

4.5 Градобитие

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

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

В Северо–Казахстанской области, не смотря на грозовую активность, выпадение града наблюдается очень редко. По всей территории области годовое количество дней с градом в среднем составляет 1 день, но в некоторые годы доходит до 2–5 дней (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Годовое количество дней с градом

НП (МС)	Среднее	Максимальное
Петропавловск	1,0	5
Булаево	0,7	2
Возвышенка	0,4	3
Благовещенка	0,4	2
Явленка	0,8	4
Тайынша	0,1	1
Сергеевка	1,1	4
Тимирязево	0,4	3
Кишкенеколь	0,4	2
Чкалово	0,4	2
Саумалколь	0,4	3
Рузаевка	0,5	4

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 Северо–Казахстанской области пыльные бури наблюдаются в основном на юго–востоке области (Чкалово, Кишкенеколь), где преобладают легкие почвы, преимущественно солонцы. Здесь пыльные бури в течение года в среднем наблюдаются в 3–7 днях, но в некоторые годы их количество достигает 17–30 дней (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Годовое количество суток с пыльной бурей

НП (МС)	Среднее	Максимальное
Петропавловск	0,4	3
Булаево	0,3	7
Возвышенка	0,8	6
Благовещенка	0,5	3
Явленка	0,8	8
Тайынша	0,4	5
Сергеевка	0,3	3
Тимирязево	0,1	1
Кишкенеколь	7,8	30
Чкалово	2,5	17
Саумалколь	0,1	3
Рузаевка	0,2	3

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 октября по апрель месяц. Метели чаще наблюдаются в центральной полосе области и больше проявляются в районах с. Благовещенка, Сергеевка и Возвышенка, где за год в среднем отмечается в 20–29 сутках. Максимальное количество дней с метелью варьирует от 17 (МС Булаево) до 47 суток (МС Благовещенка). Бывают годы, когда метели наблюдаются всего в 1–6 сутках (таблица 4.9).

Таблица 4.9 – Годовое количество суток с метелью

НП (МС)	Среднее	Максимальное	Минимальное
Петропавловск	15	30	2
Булаево	5	17	1
Возвышенка	20	44	1
Благовещенка	29	47	6
Явленка	12	30	1
Тайынша	13	25	2
Сергеевка	24	43	2
Тимирязево	13	29	2
Кишкенеколь	18	35	4
Чкалово	10	34	1
Саумалколь	19	41	1
Рузаевка	12	29	1

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. Надо отметить, что в области супесчаных почв очень мало и встречаются в основном на юго-западе и юго-востоке области. Полученные расчеты представлены в таблице 5.1.

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

НП (МС)	Супесчаные почвы	Суглинистые почвы
Петропавловск	11.05	16.05
Булаево	11.05	16.05
Возвышенка	11.05	15.05
Благовещенка	10.05	15.05
Явленка	10.05	14.05
Тайынша	09.05	13.05
Сергеевка	09.05	13.05
Тимирязево	09.05	13.05
Кишкенеколь	08.05	13.05
Чкалово	08.05	12.05
Саумалколь	10.05	15.05
Рузаевка	09.05	13.05

Весенние полевые работы и сев ранних зерновых культур на суглинистых почвах в среднем нужно начинать на юге области с 12 мая, на севере – с 16 мая. Сроки начала полевых работ на супесчаных почвах наступает на 4–5 суток раньше, т.е. на юге – с 8 мая, а на севере – с 11 мая. В эти сроки в области температура воздуха переходит через 10°С, пахотный слой почвы прогревается и бывает благоприятным для прорастания зерна. В годы с ранней и поздней весной сроки сева могут отклоняться до 5–7 суток в обе стороны. Весенние полевые работы и сев необходимо провести в короткие сроки, 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 Северо–Казахстанской области.

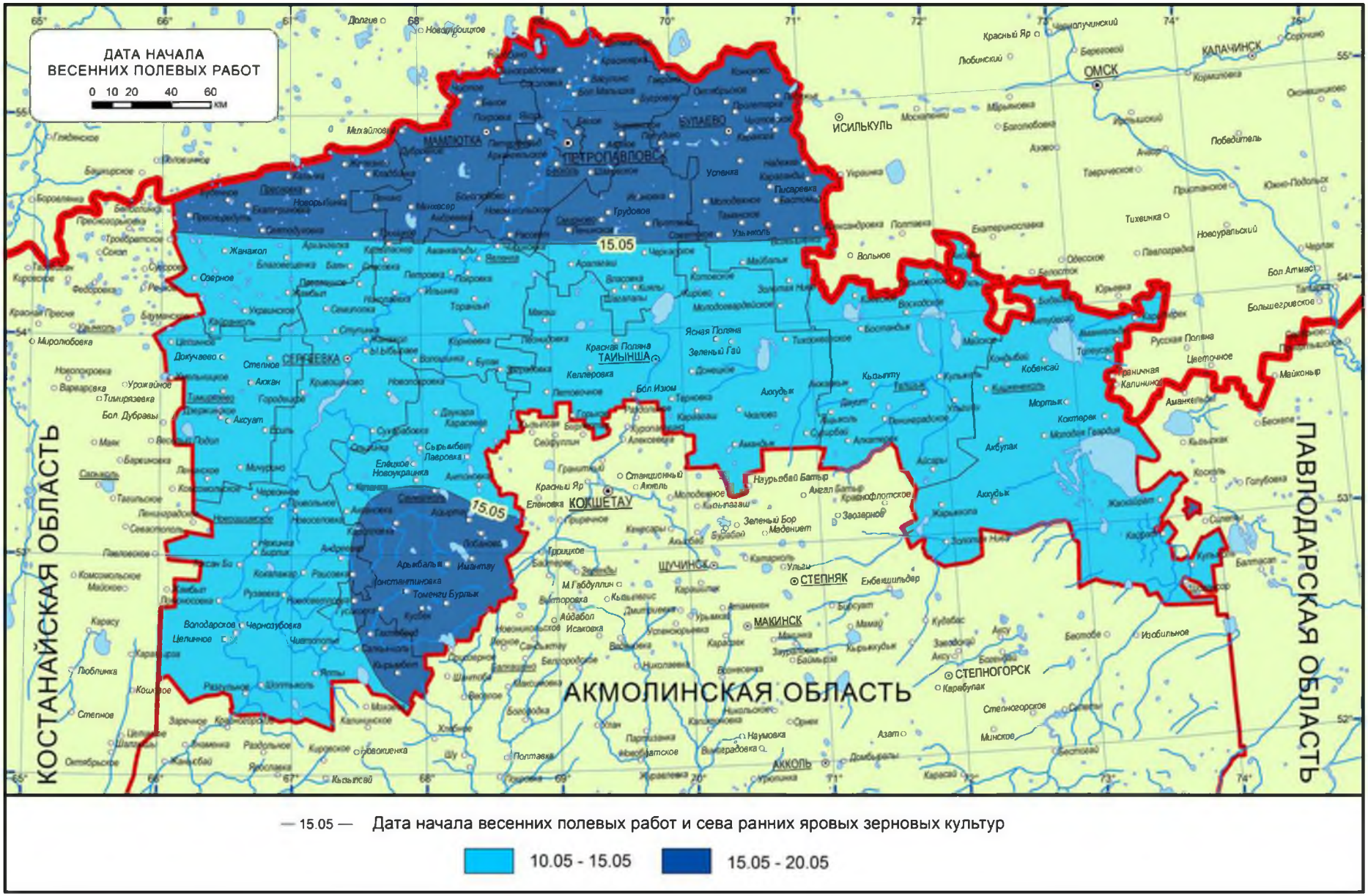


Рисунок 5.1 – Климатические сроки начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур

Сроки сева приходятся в южной половине области на период 10–15 мая, в северной половине и в районе Кокшетауской возвышенности – на 15–20 мая.

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

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

Нами были проведены расчеты климатических сроков наступления восковой спелости яровой пшеницы и ячменя, при условии достаточной влагообеспеченности для роста и развития. Им необходимо для прохождения вегетации от посева до восковой спелости одинаковая сумма эффективных температур воздуха 1190°С. 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
Петропавловск	19.08	29.08
Булаево	19.08	29.08
Возвышенка	19.08	29.08
Благовещенка	16.08	25.08
Явленка	15.08	24.08
Тайынша	15.08	20.08
Сергеевка	15.08	23.08
Тимирязево	13.08	22.08
Кишкенеколь	15.08	19.08
Чкалово	15.08	19.08
Саумалколь	20.08	30.08
Рузаевка	13.08	21.08

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 13–15 августа, на севере области – 16–19 августа. В аномально засушливые или влажные годы сроки восковой спелости могут отклоняться в более ранние или поздние сроки.

Пространственное распределение климатических сроков наступления восковой спелости у ранних яровых зерновых культур по Северо–Казахстанской области представлено на рисунке 5.2. На крайнем юго–западе и юго–востоке области в среднем восковая спелость наступает с 10 по 15 августа, в промежутке между ними в преобладающей части области наступает с 15 по 20 августа, а на юге – в районе Кокшетауской возвышенности – после 20 августа.

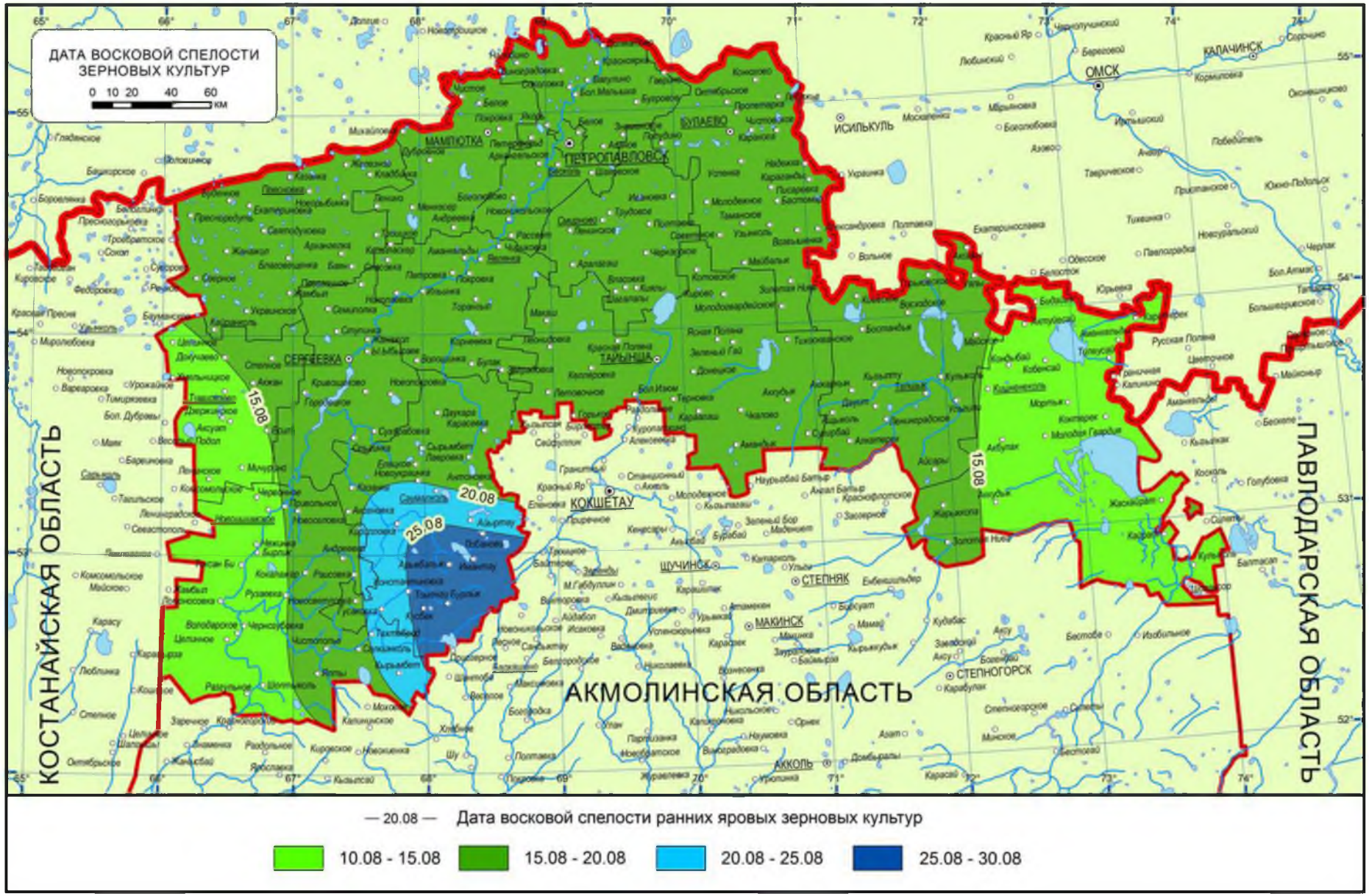


Рисунок 5.2 – Климатические сроки восковой спелости ранних яровых зерновых культур

Полная спелость зерновых культур является показателем начала уборки урожая, т.е. начала прямой уборки или обмолота 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%) потребуется сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха 40–45 гПа, а для стоящих на корню – около 70 гПа. Эти критерии были использованы для определения климатических сроков полной спелости и начала уборки урожая.

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

В области, при средних климатических условиях, через 8–10 суток после восковой спелости, зерновые культуры полностью дозревают. Климатические сроки полной спелости в среднем наступает на юге области 19–21 августа, а на севере – 29 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 более ранние или поздние сроки.

Пространственное распределение климатических сроков наступления полной спелости у ранних яровых зерновых культур по Северо–Казахстанской области представлено на рисунке 5.3. Ранние яровые зерновые созревают в равнинной территории южной части области в период 20–25 августа, северной части области – с период с 25 августа по 1 сентября, а в районе Кокшетауской возвышенности – с 25 августа по 5 сентября. Соответственно эти же сроки считаются климатическими сроками начала уборки ранних яровых зерновых культур.

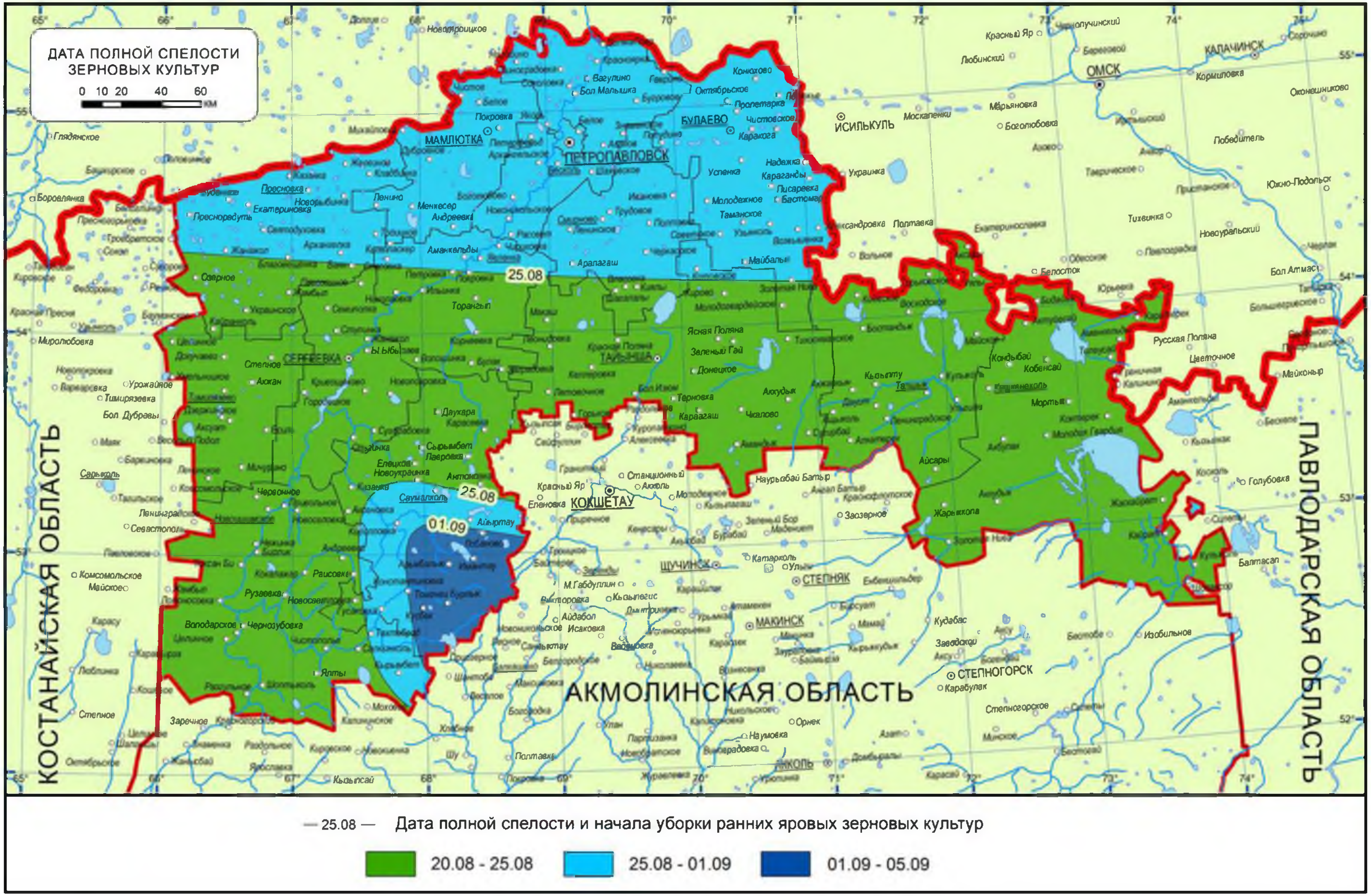


Рисунок 5.3 – Климатические сроки полной спелости и начала уборки ранних яровых зерновых культур

6. АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

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

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

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

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

Яровые культуры

На территории Северо-Казахстанской области месячные суммы ФАР при средней облачности в вегетативно активный период (с мая по август) составляет 248–321 МДж/(м^2·мес) на севере области, 274–329 МДж/(м^2·мес) на юге области. С мая по август месяцы в среднем за месяц солнце сияет в течение 7,4–10,1 часов в сутки на севере, 8,5–10,6 часов в сутки – на юге области. Территория области подходит для роста и развития растений длинного дня, ресурсы солнечной радиации в естественных условиях достаточны для оптимальной жизнедеятельности сельскохозяйственных культур.

Продолжительность вегетационного периода для ранних яровых культур составляет 172–180 суток. Продолжительность вегетационного периода для поздних яровых культур растет с севера на юг от 134 до 141 суток, а для теплолюбивых культур – от 89 до 97 суток.

За весь вегетационный период (с температурой воздуха выше 5°С) на территории области накапливается 2514–2689°С тепла. За период с температурой воздуха выше 10°С накапливается тепло 2219–2388°С. В северной части области на 90% обеспечено 2000°С тепла, на юге – около 2200°С тепла за период с температурой выше 10°С. Применительно к теплолюбивым культурам (при температуре выше 15°С) ресурсы тепла составляют 1619–1816°С.

За теплый период года в среднем выпадают 232–298 мм осадков, из них 170–201 мм выпадают в период активной вегетации сельскохозяйственных культур. На севере области за этот период на 90% обеспечено около 110 мм осадков, а на юге – в пределах 90–100 мм.

По территории области коэффициент увлажнения К составляет 0,85–1,14. Соответственно влагообеспеченность вегетационного периода оценивается как «оптимальная и устойчивая» в северных районах области, а также в районе МС Явленка и МС Саумалколь. На остальной территории области влагообеспеченность характеризуется как «достаточная, но не устойчивая».

Период активной вегетации растений (май–август) климатически является «не засушливым» на преобладающей территории области, только на востоке и юго–западе области характеризуется как «слабо засушливый».

Высокими значениями БКП более 45 ц/га характеризуются северная и северо–западная части области, включая район с. Саумалколь, вплоть до границы с Акмолинской области. В

целом значение БКП уменьшается с севера на юг в двух направлениях: на юго–запад и на юго–восток, где значение БКП составляет менее 40 ц/га.

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

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

В области температура воздуха в среднем устойчиво переходит через 10°С 3-7 мая. Климатические сроки завершения сева ранних яровых зерновых культур приходится на 10-16 мая (таблица 6.1).

Вегетационный период (от климатической даты сева) на 90% обеспечено теплом 1940–2157°С.

Вегетационный период на 80% обеспечено коэффициентом увлажнения К=0,58–0,80, что характеризуется в основном как недостаточная влагообеспеченность. Только в районе Кишкенеколь характеризуется как «умеренный дефицит влаги» (0,58), а в районе г. Петропавловск – как «достаточная, но не устойчивая влагообеспеченность» (0,80).

В среднем весенние последние заморозки в воздухе отмечаются 12–20 мая, и беззаморозковый период продолжается в течение 119–135 суток. Осенью первые заморозки проявляются в среднем 14–24 сентября.

Таблица 6.1 – Агроклиматические показатели вегетационного периода

НП (МС)	D_{10}	Dc	Σt_{10} (90%)	K (80%)	Dз.в.	Dз.о.	Nз
Петропавловск	06.05	15.05	1961	0,80	16.05	19.09	126
Булаево	06.05	15.05	1940	0,71	17.05	22.09	128
Возвышенка	07.05	16.05	1954	0,68	20.05	16.09	119
Благовещенка	06.05	14.05	2011	0,65	14.05	21.09	130
Явленка	05.05	13.05	2076	0,71	17.05	21.09	127
Тайынша	04.05	11.05	2119	0,69	15.05	14.09	122
Сергеевка	05.05	13.05	2084	0,70	17.05	19.09	125
Тимирязево	05.05	13.05	2091	0,66	11.05	20.09	132
Кишкенеколь	05.05	13.05	2104	0,58	14.05	22.09	131
Чкалово	03.05	10.05	2157	0,70	12.05	24.09	135
Саумалколь	06.05	15.05	1952	0,76	13.05	22.09	132
Рузаевка	04.05	13.05	2099	0,68	17.05	16.09	122

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

1) Айыртауский, Аккайынский, Жамбылский, Кызылжарский, М. Жумабаева и Мамлютский районы. В этих районах агроклиматические условия позволяют возделывать из зерновых культур яровую пшеницу (мягкие сорта), ячмень, овес и просо. Из зернобобовых культур можно возделывать горох, чечевицу, чину, нут, бобы, раннеспелые и среднеспелые сорта люпина. Климатические условия также позволяют возделывать лён, раннеспелых сортов подсолнечника, раннеспелых сортов рапса, картофель и капусту. В этой зоне не рекомендуется возделывать культуры не

устойчивые к заморозкам. Например, здесь тепла и влаги достаточны для роста и развития гречихи, фасоль, огурцов и томат. Однако высока вероятность повреждения их поздневесенними и раннеосенними заморозками;

2) Акжарский, Г. Мусрепова, Есильский, Тайыншинский, Тимирязевский, Уалихановский и Шал акына районы. В этих районах агроклиматические условия позволяют возделывать тех же культур, что и в районах первой зоны. Кроме них еще можно возделывать твердых сортов пшеницы, гречиху, фасоль, позднеспелых сортов люпина, наиболее раннеспелых сортов сои, среднеспелых сортов подсолнечника, всех сортов рапса, раннеспелых сортов сахарной свеклы, огурцы и томаты. Однако здесь также сохраняется опасность повреждения заморозками сельскохозяйственных культур, не устойчивых к заморозкам, таких как гречиха, фасоль, огурцы и томаты.

Таблица 6.2 – Агроклиматическое районирование основных сельскохозяйственных культур по Северо–Казахстанской области

Район	Зерновые культуры	Зернобобовые культуры	Масличные и технические культуры	Овощные культуры
Айыртауский Аккайынский Жамбылский Кызылжарский М. Жумабаева Мамлютский	Пшеница (м) Ячмень Овес Просо	Горох Чечевица Чина Нут Бобы Люпин–р Люпин–с	Лён Подсолнечник–р Рапс–р	Картофель Капуста
Акжарский Г. Мусрепова Есильский Тайыншинский Тимирязевский Уалихановский Шал акына	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*

Примечание: * – есть вероятность повреждения заморозками

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

Таблица 6.3 – Агроклиматическое районирование зерновых культур по Северо–Казахстанской области

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
Айыртауский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+													
Акжарский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Аккайынский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+													
Г. Мусрепова	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Есильский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Жамбылский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+													
Кызылжарский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+													
М. Жумабаева	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+													
Мамлютский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+													
Тайыншинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Тимирязевский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Уалихановский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
Шал акына	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										

Таблица 6.4 – Агроклиматическое районирование зернобобовых культур по Северо–Казахстанской области

Район	Горох–р	Горох–с	Горох–п	Фасоль–р	Фасоль–с	Фасоль–п	Чина–р	Чина–с	Чечевица–р	Чечевица–с	Нут–р	Нут–с	Нут–п	Люпин–р	Люпин–с	Люпин–сп	Люпин–п	Соя–нр	Соя–р	Соя–с	Соя–сп	Соя–п	Бобы
Айыртауский	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+
Акжарский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Аккайынский	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+
Г. Мусрепова	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Есильский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Жамбылский	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+
Кызылжарский	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+
М. Жумабаева	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+
Мамлютский	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+
Тайыншинский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Тимирязевский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Уалихановский	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
Шал акына	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+

Таблица 6.5 – Агроклиматическое районирование масличных, технических и овощных культур по Северо–Казахстанской области

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
Айыртауский	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+						
Акжарский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Аккайынский	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+						
Г. Мусрепова	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Есильский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Жамбылский	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+						
Кызылжарский	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+						
М. Жумабаева	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+						
Мамлютский	+	+	+			+					+	+	+	+	+	+						
Тайыншинский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Тимирязевский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Уалихановский	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Шал акына	+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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

Территория области делится на 2 зоны. В первой зоне можно возделывать культур, которым для прохождения всей вегетации необходимо тепло до 2000°С, во второй зоне – до 2200°С.

В первую зону входит северная часть области, а также на юге территория западной части Кокшетауской возвышенности. Центральная, юго–западная и юго–восточная части входят во вторую зону.

В первой зоне агроклиматические условия удовлетворяют требования культур с 1 по 4 группы, во второй зоне – с 1 по 5 группы. Принадлежность яровых культур к определенной группе приведена в таблицах 1.12–1.15 подраздела 1.7.

Озимые зерновые культуры

Для определения возможности возделывания озимых зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень) кроме агроклиматических показателей теплого периода необходимо рассмотреть и показателей 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 ($t_{мин(ср)}$), различное соотношение абсолютной минимальной температуры воздуха ($t_{мин\ (абс)}$) и средней за зиму высоты снежного покрова (h_c), обеспечивающее сохранность посевов, а также показатель суровости зимы по А.М. Шульгину ($К_с$).

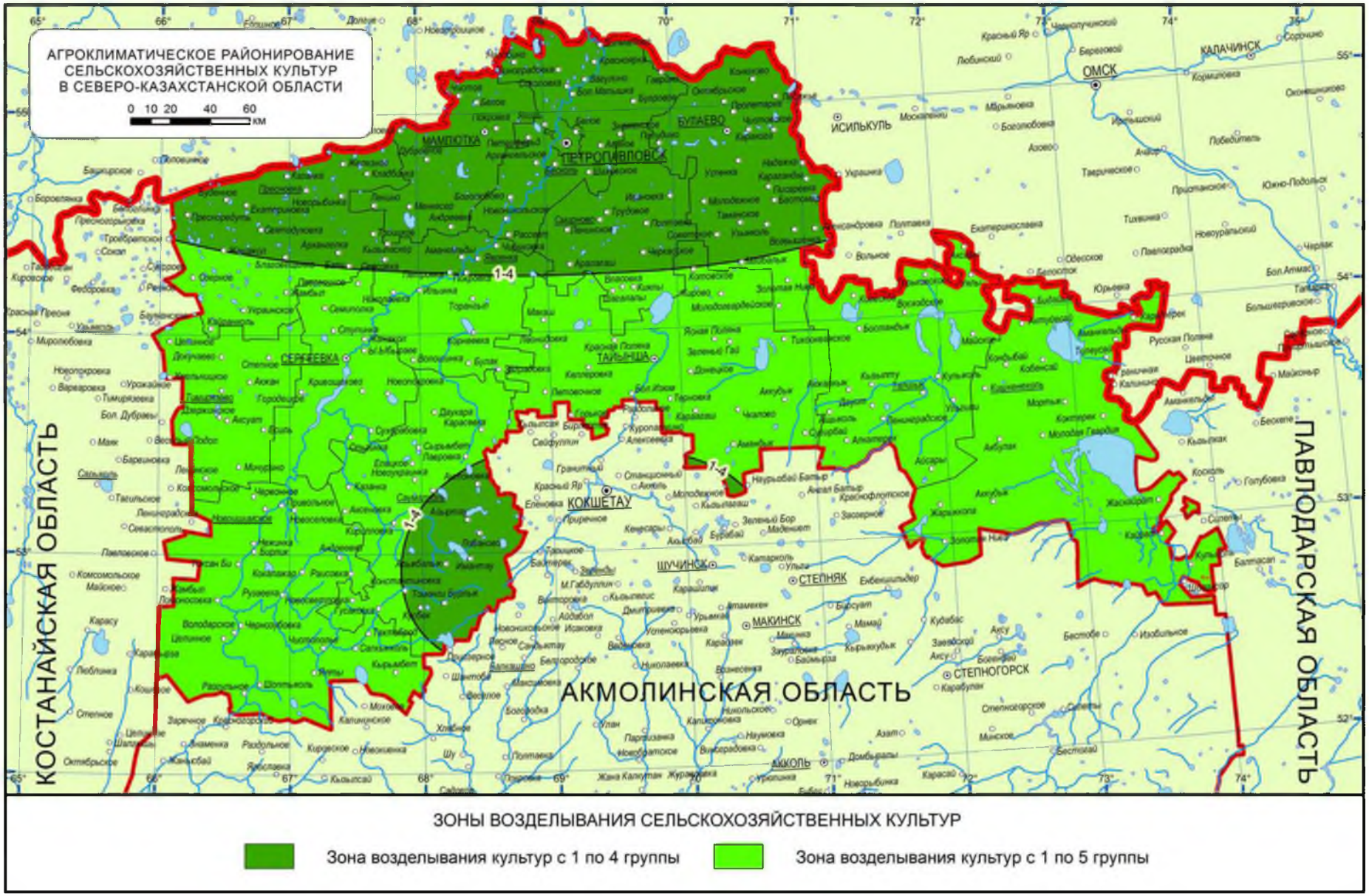


Рисунок 6.1 – Агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур

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

По территории области средняя минимальная температура воздуха января колеблется от минус 18,7°С на юге до минус 21,4°С на севере (таблица 6.6). Такие условия при невысоком снежном покрове исключают успешную перезимовку озимых зерновых культур. Только на юге и юго-западе области температурные условия менее опасны для перезимовки озимой ржи.

В области абсолютная минимальная температура воздуха составляет минус 43 – минус 45°С. При таких температурных условиях средняя высота снежного покрова, обеспечивающая укрытие поля озимых культур, должна быть более 27 см (см. таблицу 1.17).

На рассматриваемой нами 8 МС из 12 средняя высота снежного покрова составляет менее 27 см, что не обеспечивает сохранность посевов озимых зерновых культур. На севере и на юго-западе области высота снежного покрова превышает критическую высоту, что дает возможность перезимовки озимой ржи без значимых повреждений.

Также показатель суровости зимы для озимых культур ($К_с$) показал, что из 12 МС области на 11 МС зима бывает суровой ($К_с$ =1,0–2,9), на 1 МС – весьма суровой ($К_с$ ≥3,0). Такие условия не могут обеспечить успешную перезимовку озимых зерновых культур.

Таким образом, в Северо–Казахстанской области климатические условия зимы не позволяют на системной основе возделывать озимых зерновых культур. Только при условии утепления посевов снегозадержанием на полях возможно возделывание озимой ржи, с определенным риском. Надо отметить, что частые сильные ветры обуславливают сдувание снега с равнинных и возвышенных участков, особенно в первой половине зимы.

Таблица 6.6 – Агроклиматические показатели холодного периода

НП (МС)	$t_{мин(ср)}$	$t_{мин\ (абс)}$	$h_с$	$К_с$		
				декабрь	январь	февраль
Петропавловск	–20,3	–43,4	33	1,7	1,0	0,7
Булаево	–20,1	–43,7	29	1,5	1,1	0,9
Возвышенка	–21,4	–43,7	31	1,5	1,1	0,9
Благовещенка	–20,5	–43,5	23	2,0	1,4	1,2
Явленка	–20,0	–43,8	21	2,2	1,5	1,3
Тайынша	–19,5	–45,5	18	2,3	1,7	1,5
Сергеевка	–20,4	–44,7	20	2,5	1,6	1,3
Тимирязево	–20,2	–43,3	24	2,1	1,3	1,0
Кишкенеколь	–21,1	–45,0	17	3,1	1,9	1,4
Чкалово	–19,1	–44,6	15	2,6	2,0	1,8
Саумалколь	–18,7	–45,0	29	1,3	1,1	0,9
Рузаевка	–19,7	–43,1	18	2,4	1,8	1,5

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

Хорошо раскустившиеся и закаленные озимые зерновые лучше переносят суровые зимние условия. Осенью в условиях понижения температуры у озимых культур протекают сложные физиологические процессы, обеспечивающие подготовку их к зимовке, так называемая закалка растений. Закалка растений по И.И. Туманову состоит из двух фаз. Первая фаза закалки проходит в условиях хорошего освещения при понижении средней суточной температуры воздуха от 5°С до 0°С (дневная - 10-15°С, ночная – ниже 0°С). В этой фазе растение интенсивно накапливает сахара, выполняющие функцию защитных веществ, и длиться около 12–14 суток. Данная фаза закалки лучше протекает при солнечной погоде.

После прохождения первой фазы закалки озимые зерновые выдерживают понижение температуры почвы на глубине узла кущения до минус 12°С [10, 11, 32].

Далее при понижении средней суточной температуры воздуха от 0°С до минус 5–10°С растения проходят вторую фазу закалки, в течение 8–12 суток. Она возможна и при установлении полях снежного покрова. В этой фазе закалки 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 закалки значительно повышается зимостойкость озимых зерновых культур. Например, критическая температура вымерзания озимой ржи среднезимостойких сортов понижается до минус 20°С, высокозимостойких сортов – до минус 24°С.

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°С, 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°С, накопятся 550-600°С. 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
Петропавловск	15-19.08
Булаево	14-18.08
Возвышенка	16-20.08
Благовещенка	17-21.08
Явленка	17-21.08
Тайынша	18-22.08
Сергеевка	17-21.08
Тимирязево	18-22.08
Кишкенеколь	17-21.08
Чкалово	18-22.08
Саумалколь	15-19.08
Рузаевка	18-22.08

В случае возделывания озимой ржи в Северо–Казахстанской области, при средних климатических условиях посев необходимо произвести на крайнем севере области в период с 15 по 19 августа, в центральной полосе – с 17 по 21 августа, на юго-западе – с 18 по 22 августа, а в районе прилегающей к Кокшетауской возвышенности – с 15 по 19 августа.

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

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 Северо–Казахстанской области, ТОО «КазНИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова» МСХ РК, ТОО «Институт географии» МЭ РК и др. [66–74].

7.1 Типы почв

Почвенный покров Северо–Казахстанской области подчинен строгой широтной природной зональности. Постепенное изменение биоклиматических факторов с севера на юг предопределило формирование на территории двух почвенных зон и трех подзон [68–72]:

1. Лесостепная зона серых лесных почв и сопутствующих почв;
2. Степная зона с 3–мя подзонами:
   - умеренно–увлажненных степей на черноземах обыкновенных и сопутствующих им почвах;
   - умеренно–засушливых степей на черноземах южных и сопутствующих им почвах;
   - сухих степей на темно–каштановых, включая малогумусные (средне–каштановые), и им сопутствующих почвах.

Каждая почвенная зона и подзона характеризуется преобладанием определенного типа и им сопутствующих почв. Для отражения характера пространственного распределения почв на территории области 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 отраженная ими на почвенных картах [68, 69].

Территория Северо–Казахстанской области представлена рядом зональных почвенных типов, подтипов и родов почв, распространение которых показано на карте (рисунок 7.1):

1) Тип, подтип: серые лесные. *Род:* серые лесные осолоделые.

2) Тип: черноземы.

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

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

3) *Тип, подтип: лугово–черноземные. Род: лугово–черноземные* солонцеватые.

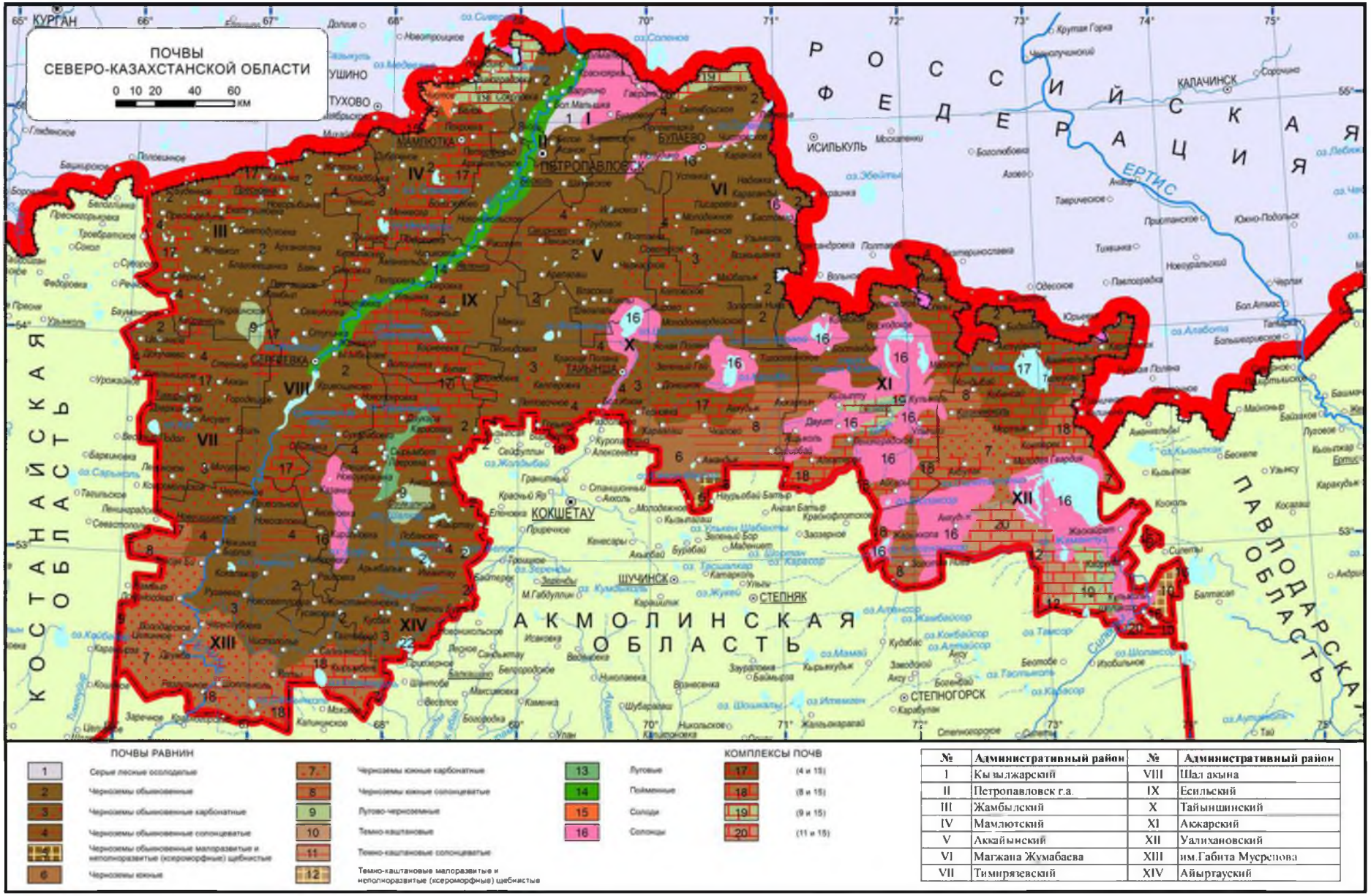
4) *Тип:* каштановые.

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

Кроме зональных почв, последовательно сменяющихся с севера на юг, в области широко распространены интразональные почвы: *луговые, пойменные, солоди и солонцы.*

Эти почвы не связаны со строгой закономерностью распределения почв, связанных с природной широтной зональностью и могут находиться в несвойственных им зонах в виде пятен или отдельных массивов.

Для территории Северо–Казахстанской области характерна высокая комплексность почвенного покрова, особенно широко распространены комплексы солонцеватых черноземов с солодями.



№	Административный район	№	Административный район
I	Кызылжарский	VIII	Шал акына
II	Петропавловск г.а.	IX	Есильский
III	Жамбылский	X	Тайыншинский
IV	Мамлютский	XI	Акжарский
V	Аккайынский	XII	Уалихановский
VI	Магжана Жумабаева	XIII	им.Габита Мусрепова
VII	Тимирязевский	XIV	Айыртауский

Рисунок 7.1 – Почвы Северо–Казахстанской области

Характеристика состояния почв:

Серые лесные осолоделые почвы занимают относительно небольшую территорию на площади 76 тыс. га, в северной части области, преимущественно в пределах Жамбылского, Мамлютского и Кызылжарского районов. Почвы развиваются под травяными березовыми, березово–осиновыми лесами и колками. Имеют мощность гумусового горизонта 30–40 см. Содержание гумуса (азота) у поверхности достигает 8–13% (0,4–0,7%), но вглубь резко уменьшается. Верхние горизонты почв имеют слабокислую, а нижние горизонты нейтральную или слабощелочную реакцию.

Черноземы обыкновенные нормальные создают основной фон почвенного покрова территории области. Занимают дренированные и слабодренированные склоны водоразделов, примыкающие к долине р. Есиль. Они распространены преимущественно на территориях Кызылжарского, им. Г. Мусрепова, им. М. Жумабаева, им. Шал акына, Тимирязевского, Есильского, Мамлютского, Тайыншинского, Уалихановского, Айыртауского районов. Мощность гумусового горизонта в среднем 45 см. Содержание гумуса (азота) сверху достигает на целине 7,5–8,0% (0,4–0,5%), на старопашне снижается соответственно до 6,2 % (0,3–0,4%). Бедны фосфором, валовое содержание их в почве около 0,1%. Глубина проявления карбонатности составляет 35–40 см, гипс обнаруживается с глубины 140–160 см. Количество обменного натрия по профилю не превышает 1%, что указывает на отсутствие солонцеватости.

Черноземы обыкновенные карбонатные распространены по водораздельным равнинам, сложенными карбонатными суглинками и глинами. Распространяются преимущественно на территориях Аккайынского, Есильского, Тимирязевского, Айыртауского, Тайыншинского, Мамлютского, Акжарского, им. М. Жумабаева районов. Отличаются высоким содержанием карбонатов в верхнем горизонте. Содержание гумуса – 6–8%. Почвы содержат во всех своих горизонтах углесоли кальция, верхний горизонт бурно вскипает от соляной кислоты, в нижней части профиля содержатся легкорастворимые соли.

Черноземы обыкновенные солонцеватые располагаются в понижениях рельефа, приурочены к слабо дренированным равнинам. Встречаются обычно в различных солонцеватых комплексах вблизи рек и озёр. Распространяются преимущественно на территориях им. Г. Мусрепова, Аккайынского, им. М. Жумабаева, им. Шал акына, Тимирязевского, Есильского, Жамбылского, Кызылжарского, Тайыншинского, Акжарского, Айыртауского, Мамлютского, Уалихановского районов. Характерной чертой для почв является наличие соленосного горизонта в нижней части профиля. Засоление носит главным образом сульфатный характер. Скопление гипса обнаруживается на глубине 80–120см. По запасам питательных веществ солонцеватые черноземы, несколько уступают нормальным и карбонатным почвам, за исключением подвижного фосфора, запасы которых более высокие. Отмечается высоким содержанием общего азота по сравнению с несолонцеватыми.

Черноземы обыкновенные малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые приурочены к мелкосопочным территориям, формируются на породах, представляющих собой элювий коренных массивно–кристаллических пород. Занимает 7% площади области, располагаются на территориях Айыртауского района в пределах Кокшетауской возвышенности. На юго–востоке района. В пределах Кокшетауской возвышенности на чернозёмах обыкновенных с выходами коренных пород. почвообразующими породами почв служат делювиальные жёлто–бурые хрящеватые суглинки и четвертичные карбонатные глины. Поэтому их профиль укорочен и характеризуется каменистостью. Отличие между ними заключается в глубине коренной породы, у неполноразвитых почв коренная порода залегает с глубины 30–80 см, а у малоразвитых – с 10–30 см. На щебнистых склонах сопок – малоразвитые чернозёмы.

Черноземы южные нормальные развиваются в условиях засушливой степи. Образовались на возвышенных равнинах в естественных условиях в основном на средних и тяжелых суглинках разного генезиса. Распространены преимущественно в южной части области. Мощность гумусового горизонта почв составляет 45–47 см. Содержание гумуса на

целине составляет 5–6 до 7%, азота 0,3–0,35%, на старопашне соответственно 4–5 и 0,25–0,30%. Характеризуются низким содержанием фосфора.

Черноземы южные карбонатные распространены преимущественно на территориях Акжарского, Уалихановского, им. Габита Мусрепова, им. Магжана Жумабаева, Мамлютского, Уалихановский районов. Карбонатность обнаруживается с поверхности или с глубины 28–30 см, гипс – в пределах 100–120 см. Характерной особенностью почв являются большие запасы нитратного азота в профиле. По химическим и агрофизическим показателям эти почвы близки к обыкновенным черноземам.

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

Лугово–черноземные почвы занимают пониженные элементы рельефа равнин, местами низкие надпойменные террасы рек и озер. В лесостепной зоне эти почвы широко распространены на межколочных понижениях, с грунтовыми водами 3–4 м. Здесь они обычно преобладают над черноземными почвами. Они распространены преимущественно на территориях Жамбылского, Аккайынского, им. М. Жумабаева. Есильского, Кызылжарского, Мамлютский, Акжарского, Уалихановского, Айыртауского районов. Морфологическими особенностями этих почв является более темная окраска гумусовых горизонтов, наличие ржавых пятен и сизых пятен в нижних горизонтах. Почвы в основном среднегумусные (7–9, на пашне 6–8%), но встречаются малогумусные (4–7, на пашне 4–6%) и многогумусные (свыше 9%, на пашне более 8%). Общего азота в них 0,4–0,5%, валового фосфора – 0,1–0,2%.

Темно–каштановые почвы формируются в степной зоне на приподнятых равнинах по склонам сопок. Распространены в юго–восточной части области преимущественно на территории Уалихановского района. Мощность гумусового горизонта варьирует в пределах 38–45 см. Содержание гумуса сверху на целине составляет 3,5–4,5%, на старопашне – 2,5–3,5%, азота 0,2–0,32 и 0,15–0,2 % соответственно. Характерной особенностью этих почв является повышенная опесчаненность профиля. Легкорастворимые соли присутствуют на глубине 130–150 см, т.е. профиль данных почв практически не засолен.

Темно–каштановые солонцеватые почвы развиты в понижениях рельефа преимущественно в комплексе с солонцами. С глубины 90–110 см в почвах обнаруживаются гипс и легкорастворимые соли. *Темно–каштановые малоразвитые и неполноразвитые (ксероморфные) щебнистые* почвы значительное распространение получили на эллювий коренных пород сопок.

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

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

Солоди распространены на территории области преимущественно в черноземной полосе лесостепной и степной зоны, где образуются в депрессиях рельефа, поросших

травяными осиново–березовыми лесами и колками. Солоди получили широкое распространение на территории им. М. Жумабаева и Кызылжарского районов. Развиваются они в условиях избыточного поверхностного увлажнения. Профиль почв имеет резко дифференцированные горизонты. Горизонт содержания гумуса составляет – 40–45 см. Верхний горизонт 0–5 и до 10 см представляет лесную подстилку из полуразложившихся листьев, веток и трав. Содержание гумуса (азота) в дерновом горизонте составляет 6–7% (0,3%), в осолоделом и иллювиальном – 0,5–0,6% (0,05–0,06%).

Солонцы широко распространены на территории области преимущественно в комплексе с зональными почвами, чаще всего с черноземами солонцеватыми и лугово–черноземными солонцеватыми почвами. Встречаются они также отдельными массивами на значительной площади лесных участков на севере области, особенно на правобережье р. Есиль, по границе с Омской и Тюменской областями и в восточной и юго–восточной части территории, преимущественно на территориях Акжарского и Уалихановского районов. 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.

Распределение типов почв по административным районам:

1) Кызылжарский район. В структуре почвенного покрова преобладают лугово–черноземные почвы, черноземы обыкновенные, на крайней юго–восточной части района - черноземы обыкновенные солонцеватые, в северной части - серые лесные осолоделые, на крайней северной части - крупные массивы солонцов.

2) Жамбылский район. Почвы представлены преимущественно черноземами обыкновенными, черноземами обыкновенными солонцеватыми, лугово–черноземными, в западной части района - черноземами обыкновенными солонцеватыми в комплексе с солодями.

3) Мамлютский район. В северной части района преобладают почвы лугово–черноземные в комплексе с солодями и с пятнами черноземов обыкновенных, крупные массивы солонцов. Вся восточная часть района представлена черноземами обыкновенными солонцеватыми в комплексе с солодями, западная – черноземами обыкновенными нормальными, юго–западная – черноземами обыкновенными карбонатными.

4) Аккайынский район. В структуре почвенного покрова преобладают черноземы обыкновенные нормальные. В западной, северо–восточной и юго–восточной частях района получили развитие черноземы обыкновенные солонцеватые, а в восточной – черноземы обыкновенные карбонатные.

5) Район им. М. Жумабаева. В структуре почвенного покрова преобладают черноземы обыкновенные нормальные, с отдельными массивами солонцов. В северной части района распространены лугово–черноземные почвы в комплексе с солодями, в северо–западной части - незначительные площади черноземов обыкновенные. В юго–западной и южной части широко представлены черноземы обыкновенные солонцеватые и черноземы обыкновенные карбонатные. Для остальной территории характерно развитие черноземов обыкновенных карбонатных.

6) Тимирязевский район. В северной и северо–западной части преимущественно развиты черноземы обыкновенные нормальные, черноземы обыкновенные солонцеватые и комплексы черноземов солонцеватых с солодями. Черноземы обыкновенные солонцеватые встречаются и в юго–восточной части района, а на остальной территории распространены черноземы обыкновенные карбонатные.

7) Район им. Шал акына. В структуре почвенного покрова преобладают черноземы обыкновенные нормальные, подчиненное значение имеют лугово–черноземные почвы, пойменные. В западной части района развиты черноземы обыкновенные солонцеватые в комплексе с солодями, в юго–западной части - преимущественно черноземы обыкновенные карбонатные.

8) Есильский район. На территории района почвы представлены черноземами

обыкновенными нормальными, пятнами лугово–черноземных почв, пойменными. В северо – западной, западной части территории широко распространены черноземы обыкновенные солонцеватые в комплексе с солодями. В северной части района получили развитие черноземы обыкновенные солонцеватые.

9) Тайыншинский район. В структуре почвенного покрова преобладают черноземы обыкновенные нормальные, карбонатные и солонцеватые, черноземы обыкновенные солонцеватые в комплексе с солодями. К юго–востоку почвы подтипа черноземов обыкновенных переходят в подтип почв черноземов южных. Почвы юго–восточной части представляют черноземы южные нормальные и черноземы южные солонцеватые. В подзоне черноземов обыкновенных представлены большие площади отдельных массивов солонцов. В южной части территории района распространены черноземы обыкновенные малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы мелкосопочника.

10) Акжарский район. Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными солонцеватыми в северной и северо–западной части района, в северо–восточной части - черноземы обыкновенные солонцеватые в комплексе с солонцами, к югу – черноземы обыкновенные солонцеватые переходят на черноземы южные солонцеватые и черноземы южные солонцеватые в комплексе с солонцами. В подзоне южных черноземов среди солонцов получили развитие лугово–черноземные почвы в комплексе с солодями. На всей территории района распространены большие площади отдельных массивов солонцов.

11) Уалихановский район. Почвенный покров характеризуется как переходный от черноземов обыкновенных к черноземам южным и от черноземов южных к темно–каштановым почвам. В подзоне черноземов обыкновенных в северо–западной части района почвы представлены черноземами обыкновенными нормальными, остальная часть - черноземами обыкновенными солонцеватыми в комплексе с солодями. В позоне черноземов южных распространены черноземы южные, черноземы карбонатные, черноземы южные солонцеватые в комплексе с солонцами. Черноземы южные солонцеватые представлены в юго–западной части района, в южной части большие площади занимают солонцы. В подзоне темно–каштановых почв, в юго–юго–восточной части района, почвы представлены темно–каштановыми нормальными, солонцеватыми в комплексе с солодями, лугово–черноземными в комплексе с солодями. Большие площади занимают солонцовые массивы, темно–каштановые малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы мелкосопочника.

12) Район им. Г. Мусрепова. Почвенный покров характеризуется как переходный от чернозёмов обыкновенных к чернозёмам южным с наличием солонцовых комплексов. В северной части района, в подзоне черноземов обыкновенных развиты черноземы обыкновенные нормальные, карбонатные, солонцеватые, черноземы обыкновенные в комплексе с солодями. В подзоне южных черноземов широко распространены черноземы южные карбонатные, в северо–западной части незначительное развитие получили черноземы южные солонцеватые, в юго–юго–восточной части представлены черноземы южные солонцеватые в комплексе с солодями.

13) Айыртауский район. Распространены черноземы обыкновенные нормальные. В северной части района преимущественно развиты черноземы обыкновенные солонцеватые в комплексе с солодями, черноземы обыкновенные солонцеватые, в южной части - черноземы обыкновенные карбонатные, в восточной части на вершинах и склонах сопок распространены черноземы обыкновенные малоразвитые и неполноразвитые щебнистые почвы. На территории района также широко распространены лугово–черноземные, луговые почвы и отдельные массивы солонцов.

7.2 Механический состав почв

Разновидности почв определяются по механическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород. От механического состава верхних горизонтов почвенного профиля зависит тепловой, водный и пищевой режим почвы, её химические, физические и воздушные свойства. Обычно количество содержания питательных веществ

уменьшается от тяжелых почв к легким. Так, например, легкие супесчаные и песчаные почвы хорошо и быстро прогреваются солнцем и оттаивают весной, имеют высокую воздухо- и водопроницаемость. В результате высокой аэрации органические вещества растительных остатков и удобрений в таких почвах быстро минерализуются, а процессы гумификации, наоборот, ослабевают. Малая влагоёмкость препятствует накоплению в них влаги и приводит к вымыванию элементов питания и удобрений. Тяжелосуглинистые и глинистые почвы дольше прогреваются, слабо водо- и воздухопроницаемы, плохо впитывают атмосферные осадки. Значительная часть почвенной влаги и запасов элементов питания тяжёлых почв не доступны растениям. В периоды сезонного переувлажнения в них недостает воздуха, и развиваются процессы гидроморфизма и глеения. Лучшими являются почвенные разности среднесуглинистого гранулометрического состава [74].

Почвообразующими породами на территории Северо–Казахстанской области являются преимущественно четвертичные глины и тяжелые суглинки, которые покрывают в основном засоленные глины. В связи с этим на соленосных третичных глинах и их элювии широкое распространение получили засоленные почвы [66, 67].

По механическому составу на территории Северо–Казахстанской области выделены и отражены на карте (рисунок 7.2) следующие разновидности почв: *глинистые и тяжелосуглинистые*; *глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные и засоленные; среднесуглинистые и легкосуглинисты; супесчаные; щебнистые.*

Большинство черноземов области *глинистые и тяжелосуглинистые.* Содержание в них частиц физической глины колеблется в основном от 55–66%. Распространены преимущественно на дренированных и слабодренированных склонах водоразделов, примыкающие к долине р. Есиль, преимущественно на территориях Кызылжарского, им. Г. Мусрепова, им. М. Жумабаева, им. Шал акына, Тимирязевского, Есильского, Мамлютского, Тайыншинского, Уалихановского, Айыртауского районов.

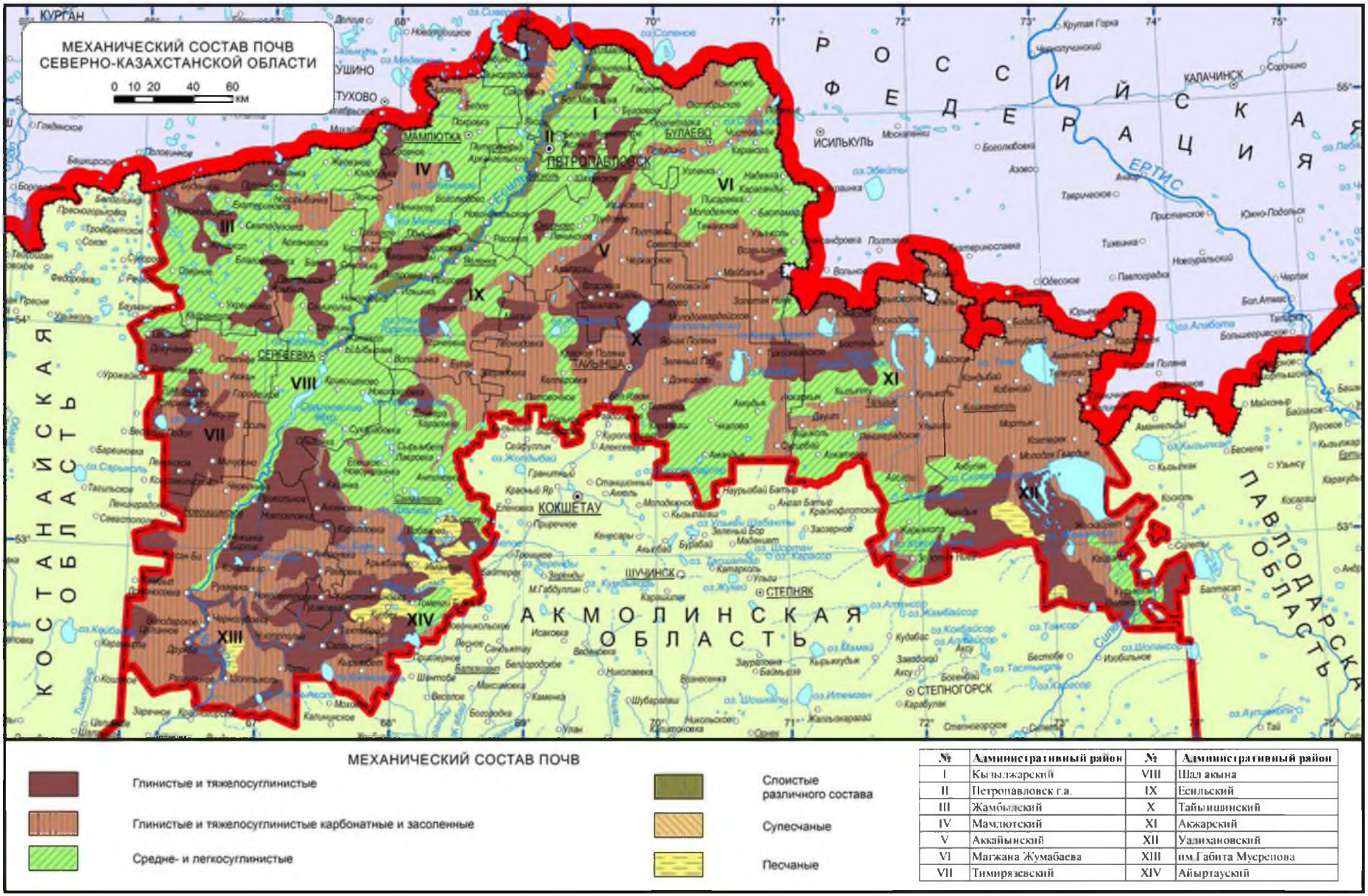
Глинистые и тяжелосуглинистые карбонатные и засоленные распространены преимущественно по водораздельным равнинам, сложенными карбонатными суглинками и глинами. Встречаются часто в различных солонцеватых комплексах вблизи рек и озёр. Распространяются преимущественно на территориях Аккайынского, Есильского, Тимирязевского, Айыртауского, Тайыншинского, Мамлютского, Акжарского, им. М. Жумабаева районов.

Более легкие по механическому составу породы *среднесуглинистые и легкосуглинистые* с содержанием частиц физической глины около 25–30% распространены преимущественно по долинам р. Есиль. Почвообразование здесь происходит на древнем аллювии. Встречаются также на пониженных элементах рельефа, местами на низких надпойменных террасах рек и озер. Распространяются в основном на территориях Жамбылского, Аккайынского, им. М. Жумабаева. Есильского, Кызылжарского, Мамлютский, Акжарского, Уалихановского, им. Габита Мусрепова, Айыртауского районов.

Супесчаные развиваются часто в поймах крупных рек на слоистых аллювиальных наносах, обширные массивы этих почв приурочены к пойме р. Есиль. Почвообразующие породы чаще древнеаллювальные. Они распространены преимущественно на территориях Жамбылского, Мамлютского и Кызылжарского районов.

Щебнистые по механическому составу почвы распространены на территориях Айыртауского, им. Г. Мусрепова и Уалихановского районов в южной и юго–восточной части области. Почвы приурочены к мелкосопочным территориям с выходами коренных пород, формируются на породах, представляющих собой эллювий коренных массивно–кристаллических пород.

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



№	Административный район	№	Административный район
I	Кызылжарский	VIII	Шал акына
II	Петропавловск г.а.	IX	Есильский
III	Жамбылский	X	Тайыншинский
IV	Мамлютский	XI	Акжарский
V	Аккайынский	XII	Уалихановский
VI	Магжана Жумабаева	XIII	им.Габита Мусрепова
VII	Тимирязевский	XIV	Айыртауский

Рисунок 7.2 – Механический состав почв Северо–Казахстанской области

8. ОСНОВНЫЕ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Природно–климатические условия Северо–Казахстанской области благоприятны для возделывания зерновых, масличных, крупяных, зернобобовых и кормовых культур и, в первую очередь, продовольственной яровой мягкой пшеницы с высоким содержанием клейковины, пользующейся повышенным спросом на мировых рынках в качестве улучшителя хлебопекарных свойств муки. В области наряду с яровой пшеницей значительные площади занимают горох, чечевица, рапс, подсолнечник, лен, просо и овес.

8.1 Яровые зерновые культуры

Яровая пшеница

Яровая пшеница относится к культуре длинного светового дня и непродолжительного периода вегетации. Всходы яровой пшеницы легко переносят поздние весенние заморозки порядка минус 8 – минус 10ºС, наоборот, при созревании пшеница легко повреждается ранними осенними заморозками в фазу цветения при минус 1 – минус 2ºС, в фазу молочной спелости – при минус 2 – минус 4ºС [36].

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

В структуре сортов должно преобладать доля раннеспелых и среднеранних сортов яровой пшеницы. Основными предшественниками яровой пшеницы являются поле чистого пара, бобовые культуры, суданская трава. Для охраны почв от эрозии необходимо применять химический пар. При высокой культуре земледелия поле чистого пара заменяется посевами зернофуражных, зернобобовых и масличными культурами. В плодосменном севообороте хорошими предшественниками яровой пшеницы являются горох, чечевица, ячмень. Включение в севооборот льна масличного, вики посевной, гречихи и рапса повышает рентабельность и экономическую эффективность использования пашни.

Оптимальными сроки посева яровой пшеницы являются сроки посева с 15 по 25 мая. Посев необходимо начинать с более позднеспелых сортов. Оптимальная глубина заделки семян пшеницы оставляет 4–6 см. При иссушении верхней слоя почвы глубину посевов можно увеличить до 6–7 см с условием, чтобы над семенами было 1,5–2 см влажной почвы и семенное ложе было плотным и влажным. Применение сеялок для прямого посева обеспечивает размещение семян яровой пшеницы во влажный слой почвы на глубину 3–4 см. и обеспечивает быстрое появление всходов по сравнению с посевом сеялками с культиваторными лапами.

В зоне обыкновенных черноземов норма высева семян составляет 2,7–3,5 млн. всхожих зерен на 1 га, в зоне южных черноземов – 2,5–3,0 млн. всхожих зерен на 1 га в зависимости от состояния увлажнения. При хорошем увлажнении почвы необходимо применять верхний предел оптимальной нормы, при невысоком увлажнении почвы – нижний.

В Северо–Казахстанской области наиболее перспективными сортами яровой мягкой пшеницы являются: Акмола 2, Астана, Астана 2, Казахстанская раннеспелая, Карабалыкская 20, Карабалыкская 90, Кондитерская яровая, Любава, Омская 18, Омская 19, Омская 28, Омская 35, Омская 36; Омская 38, Памяти Азиева, Светланка, Северянка, Целинная 3С, Шортандинская 95 улучшенная, Шортандинская 2012, Эритроспермум 35.

Для черноземных почв Северо–Казахстанской области при традиционной и минимальной технологии возделывания основное (запасное) внесение фосфорных удобрений проводится локально ленточно при плоскорезной обработке пара сеялками с культиваторными сошниками на 10–12 см. При нулевой технологии возделывания внесение минеральных удобрений проводится посевными комплексами для прямого посева одновременно с посевом пшеницы. Азотные удобрения вносятся одновременно с посевом.

Рекомендуется внесение азотно–фосфорных удобрений в дозе 20 кг/га фосфорных и 20-25 кг/га д.в. азотных удобрений.

Для черноземных почв содержание фосфора в пахотном слое почвы должно составлять 25–30 мг/кг, для каштановых – 35 мг/кг почвы на начало ротации, что достаточно для бездефицитного баланса фосфора в 5–польных зернопаровых севооборотах. Для основного внесения в паровое поле рекомендованы суперфосфат гранулированный (простой и двойной), суперфосфат и аммофос.

Доза фосфорных удобрений при одновременном внесении с семенами яровой пшеницы составляет 10–20 кг/га P_2O_5. Азотные удобрения вносятся на основе почвенной диагностики содержания в почве азота: для зоны черноземных почв установлены оптимальные уровни обеспеченности азотом слоя почвы 0–40см в зависимости от фона фосфорного питания (0–20 см): не менее 9 мг $N–NO_3$ на кг почвы при содержании P_2O_5 до 15 мг; не менее 13 мг при содержании P_2O_5 15–30 мг/кг и не менее 15 мг/кг при содержании P_2O_5 более 30 мг/кг [36].

Из азотных удобрений применяются мочевина, аммиачная селитра и сульфат аммония. При минимальной и нулевой технологии возделывания по стерневым предшественникам минеральные удобрения вносятся при предпосевной обработке почвы или одновременно с посевом. Азотные удобрения при нулевой технологии возделывания вносятся в рядки при посеве и при минимальной – при посеве или при предпосевной обработке почвы или осенью. При минимальной и нулевой технологии возделывания наиболее эффективной системой применения минеральных удобрений является внесение азотно–фосфорных и азотных удобрений.

Эффективна замена 2–3 механических культиваций парового поля опрыскиванием гербицидами [36]. При этом проводится 1–2 механические обработки почвы на глубину 10–12 см. При нулевой технологии возделывания применяются глифосатсодержащие гербициды. Наибольший эффект достигается при внесении гербицидов в фазу кущения яровой пшеницы до фазы выхода в трубку.

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

Наряду с яровой мягкой пшеницей в Северо–Казахстанской области рекомендуется выращивать яровую твердую пшеницу. Районированы следующие сорта: Алтайка, Алтын–Дала, Дамсинская 90, Дамсинская янтарная, Жемчужина Сибири, Омская янтарная, СИД 88. Твердая яровая пшеница более требовательна к увлажнению почвы и к температурному режиму во время вегетации, особенно во время цветения, по сравнению с яровой мягкой пшеницей. Наиболее хорошими предшественниками для твердой пшеницы являются паровое поле, зернобобовые культуры. Посев твердой пшеницы по твердой пшенице приводит к повреждению цветочным клещом. Высокие качественные показатели зерна твердой пшеницы формируются при посеве 18–23 мая. Норма высева составляет 3,2–3,5 млн. всхожих зерен на 1 гектар. При посеве в оптимальные сроки содержание клейковины достигает 34% и формируется натура зерна в пределах 780–791 г/л. При посеве в

оптимальные сроки посевы меньше повреждаются шведской и гессенской мухой, серой зерновой совкой, меньше повреждаются септориозом и ржавчиной.

Яровой ячмень

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

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

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

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

При зональной системе возделывания под яровой ячмень рекомендуется проводить осеннюю механическую обработку почвы глубокорыхлителями, щелевателями или чизелем на глубину 25–27 см, и в зимний период на стерневых фонах при высоте стерни до 20 см проводится – механическое снегозадержание. При минимальной технологии возделывания часть механических обработок почвы заменяются на химические обработки гербицидами. Эффективен посев сеялками для прямого посева.

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

В Северо–Казахстанской области районированы следующие сорта; Арна, Астана 2000, Ворсинский, Кедр, Медикум 85, Омский 87, Сымбат, Целинный 2005.

Оптимальным сроком сева для ячменя – 24–26 мая, в зоне в более увлажненных зонах и 28 мая – 1 июня в более засушливых зонах. При хорошем увлажнении почв, а также при применении азотных удобрений посев проводится в начале оптимальных сроков. Норма высева – 3,5–3,7 млн. всхожих зерен на 1 га.

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

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

Овес

Основные сорта культуры овса, выращиваемые в Северо–Казахстанской области – Аламан, Битик, Иртыш 15, Мирный, Никола, Памяти Богачкова, Скакун.

Оптимальным сроком сева для овса – 24–26 мая в зоне черноземных почв и 28 мая – 1 июня в более засушливых зонах. При хорошем увлажнении почв, а также при применении азотных удобрений посев овса проводится в начале оптимальных сроков. Норма высева – 3,0–3,5 млн. всхожих зерен на 1 га в зависимости от зоны возделывания. Овес является отличным предшественником для яровой пшеницы и является фитосанитаром.

Овес очень хорошо реагирует на применение азотно–фосфорных удобрений. Азотные удобрения эффективно вносить одновременно с посевом в дозе 20–40 кг д.в. на 1 га. Фосфорные удобрения вносятся в дозе 15–20 кг д.в. на 1 га одновременно с посевом или при

промежуточной предпосевной механической обработке почвы. Основной способ уборки овса – прямое комбинирование и раздельный способ.

8.2 Зернобобовые культуры

Горох

В Северо–Казахстанской области районированы следующие сорта гороха – Аксайский усатый 55, Касиб, Омский неосыпающийся. В зависимости от длины вегетационного периода сорта гороха следует высевать в сроки с 15–17 до 31 мая и позднеспелые сорта необходимо высевать с 15–17 по 24–25 мая, отдавая предпочтение более ранним посевам, так как в годы с достаточным количеством осадков и понижением температуры воздуха в летнее время вегетационный период гороха удлиняется и уборка его, зачастую, выпадает на конец сентября – начало октября. Раннеспелые сорта гороха высевают в третьей декаде мая. В увлажненных условиях формирует клубеньковы бактерии и способен накапливать азот.

Горох следует убирать при влажности семян 18–20%, чтобы уменьшить риск механического повреждения семян.

Нут

Возделываются сорта нута Волгоградский 10 и Краснокутский 123.

Рекомендуемые севообороты: пар–нут–пшеница–пшеница; пар–пшеница–нут–пшеница–ячмень; пар–пшеница–нут–ячмень, нут–пшеница–пшеница–ячмень. Нут следует выращивать по зональной и ресурсосберегающей технологии.

Сорта нута следует высевать в сроки с 7 мая до 20 мая и позднеспелые сорта необходимо высеять до 14–17 мая, отдавая предпочтение более ранним посевам, так как в годы с достаточным количеством осадков и понижением температуры воздуха в летнее время вегетационный период нута удлиняется и уборка его, зачастую, выпадает на конец сентября – начало октября. Нут убирают прямым комбинированием. Раздельный способ уборки проводится, когда растения нута слегка влажные, чтобы уменьшить повреждение стручка.

Чечевица

В Северо – Казахстанской области в основном выращивается сорт чечевицы «Веховская». В зависимости от длины вегетационного периода сорта чечевицы следует высевать в сроки с 15–17 до 31 мая и позднеспелые сорта необходимо высевать с 15–17 по 24–25 мая. Норма высева чечевицы составляет 1,2–1,4 млн. всхожих зерен на 1 га. Оптимальная глубина заделки семян чечевицы составляет 4–6 см. Применение системы «Clearfield» с обработкой гербицидом «Евролайтинг» с нормой 1,0 – 1,2 л/га повышает продуктивность чечевицы. Скашивание в валки следует начинать, когда около 30% нижних стручков станут коричневатыми, а их семена будут греметь. Чечевицу также можно убирать в прямостоящем состоянии.

8.3 Масличные культуры

Подсолнечник

В Северо–Казахстанской области районированы следующие сорта и гибриды подсолнечника: Заречный, Казахстанский 341, ЛГ 5525, Параизо 102 CL, Сибирский 91, Солнечный 20, Юбилейный 40.

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

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

Лён

Лен – важнейшая техническая культура, но в условиях Северо–Казахстанской области лен выращивается как масличная культура. Сорта масличного льна, районированные в Северо–Казахстанской области: Карабалыкский 7, Кустанайский янтарь, Северный.

Посев льна рекомендуется заканчивать до 23 мая. Для льна масличного более приемлемой является двухфазная уборка. При раздельной уборке потери влаги семенами и соломой протекают более интенсивно, чем при созревании на корню. К скашиванию приступают при созревании в массиве 75% коробочек. Обычно это 2 половина августа и начало сентября. Уборка льна масличного возможна и прямым комбинированием. При этом способе уборки очень эффективно применять предуборочную десикацию посевов глифосатсодержащими препаратами.

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

Рапс

В Северо–Казахстанской области районированы следующие сорта и гибриды ярового рапса: Абилити, Герос, Золотонивский, Кавиар, Калибр, Миракел, Мобиль CL, ПР 45 Х 73, Русич, Сальса CL, Солар CL,Траппер, Хантер, Юбилейный.

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

Уборочная спелость посевов рапса для раздельной уборки наступает в конце августа–начале сентября. В связи с высокой осыпаемостью семян рапса на корню и в валках, уборку этой культуры необходимо проводить в максимально сжатые сроки.

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

8.4 Кормовые культуры

Кукуруза на корм

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

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

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

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

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

Суданская трава

В Северо–Казахстанской области районированы сорта суданской травы Бродская 2, Кинельская 100, Саратовская 1183. Суданская трава теплолюбивая культура, поэтому посев её проводится в хорошо прогретую почву до 15–18°С. Оптимальный период посева суданки с 25 мая по 5 июня.

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

Просо кормовое

Районированные и перспективные сорта проса кормового в Северо–Казахстанской области: Барнаульское 98, Кокчетавское 66, Кормовое 89, Кормовое 98, Черносемянное 1, Шортандинское 11.

Просо кормовое максимальной урожайности кормовой массы достигает при посеве в конце мая – начале июня. Норма высева – 3,5–4,0 млн. всхожих зёрен на 1 га на плодородных, хорошо увлажненных полях. На сено кормовое просо и просо–бобовые смеси скашиваются в фазе выбрасывания метёлки у проса. Семенные посевы проса скашиваются при созревании 70–80% семян и метёлок. К обмолоту валков приступают при влажности семян до 15%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Колосков П.И. Агроклиматическое районирование Казахстана. – М.: Издательство академии наук СССР, 1947. – 267 с.

2 Агроклиматические и водные ресурсы районов освоения целинных и залежных земель. Под ред. Ф.Ф.Давитая. – Л.: Гидрометеоиздат, 1955. – 465 с.

3 Утешев А.С. Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1959. 370 с.

4 Агроклиматический справочник по Северо–Казахстанской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1958. – 127 с.

5 Байшоланов С.С. О проблемах агрометеорологического прогнозирования в Казахстане // Вестник КазГУ, Серия географическая Вып. 1(11). 2001. – Алматы, КазГУ. С. 32–37.

6 Лосев А.П. Практикум по агроклиматическому обеспечению растениеводства. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1994. – 243 с.

7 Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. – Л.: Гидрометоиздат, 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: Гидрометеоиздат, 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 стандартизированного 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.: Гидрометеоиздат, 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: Гидрометеоиздат, 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 суховеев и продуктивность яровой пшеницы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 126 с.
25 Методические указания по составлению «Научно-прикладного справочника по агроклиматическим ресурсам СССР (серия 2, ч. 1 и 2). – Л.: Гидрометеоиздат, 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 градобитии // 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.: Гидрометеоиздат, 1978. – 199 с.
32 Агроклиматический справочник по Акмолинской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1958. – 135 с.
33 Бадина Г.В. Возделывание бобовых культур и погода. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 241 с.
34 Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии. – СПб.: Гидрометеоиздат, 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.:Гидрометеоиздат, 1984. - 290 с.
38 Лубнин М.Г. Методическое пособие по оценке агрометеорологических условий периода уборки зерновых культур. Москва: Гидрометеоиздат, 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.: Гидрометеоиздат, 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.: Гидрометеоиздат, 1980. – 112 с.
43 Сиротенко О.Д. Математические модели водно–теплового режима и продуктивности агроэкосистем. – Л.: Гидрометеоиздат, 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.: Гидрометеоиздат, 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.: Гидрометеоиздат, 1986. – С. 13–18.
46 Сиротенко О.Д. Имитационная система климат–урожай СССР // Метеорология и гидрология, № 4. – Л.:Гидрометеоиздат, 1991. –С. 67–73.
47 Сиротенко О.Д., Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Абашина Е.В., Павлова В.Н. Современные климатические изменения теплообеспеченности, увлажненности и продуктивности агросферы России // Метеорология и гидрология, №8, – М.: Росгидромет, 2007. –С. 90–103.
48 Сиротенко О.Д., Клещенко А.Д., Павлова В.Н., Абашина Е.В., Семендяев А.К. Мониторинг изменений климата и оценка последствий глобального потепления для сельского хозяйства. – Агрофизика, №3, 2011. –С. 31–39.
49 Павлова В.Н. Агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России при реализации новых климатических сценариев в XXI веке // Труды ГГО, Вып. 569. 2013. –С. 20–37.
50 Республика Казахстан. Окружающая среда и экология. Т.3. Под. ред. Медеу. А.Р. 2–е изд. Алматы, 2010. – С. 366–367.
51 Официальный Интернет–ресурс Северо–Казахстанской области [электронный ресурс]. – 2008–2015. – URL: http://sko.gov.kz (дата обращения 17.01.2015).
52 Е.Н. Гладышева. Северо–Казахстанская область. Энциклопедия. – Алматы: Из–во «Арыс», 1959. – С. 5–9.
53 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.
54 Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии – Л.: Изд–во «ЛГУ», 1965. – 56 с.
55 Северо–Казахстанская область. Энциклопедия. –Алматы: Из–во «Арыс», 2004. –С.16–24.
56 Жандаев М.Ж. Речные долины. – Алма–Ата: Казахстан, 1984. – 184 с.
57 Указатель географических названий. ФГУП «Омская картографическая фабрика», 2008. – С. 3–4.
58 Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть: учебник. – М.: Изд–во «Государственное издательство географической литературы», 1963. – 572 с.
59 Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд–во МГУ, 2001. – 528 с.
60 Научно–прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Части 1–6. Выпуск 17. Тюменьская и Омская области. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1998. – 702 с.
61 Научно–прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Выпуск 18. Казахская ССР. Книга 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 514 с.
62 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.
63 Журавлев Г.Г., Задде Г.О. Оценка ветроэнергетического потенциала Кемеровской области // Вестник Томского государственного университета. 2013. – № 376. – С. 175–181.
64 Дробышев А.Д., Пермяков Ю.В. Ветровая энергия и ее возможный вклад в ресурсосбережение и экологию Прикамья: учебное пособие. – Пермь: Изд–во Перм. ун–та, 1997. – 112 с.
65 Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / под ред. Н.В.Кобышевой и К.Ш.Хайруллина. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2005. – 320 с.
66 Республика Казахстан. Том 3: Окружающая среда и экология. Под. ред. Медеу. А.Р. 2–е изд. –Алматы, 2010. – С. 134-147.

67 Почвы Казахской ССР. – Алма–Ата: Изд–во «Наука», 1983. – 238 с.
68 Почвенная карта Казахской ССР. Под редакцией У.У. Успанова. М–ба 1:2500000. – М.: Изд–во «ГУГК», 1976. – 2 с.
69 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.
70 Плодородие почв // Национальный атлас Республики Казахстан. Том 3: Окружающая среда и экология. –Алматы, 2006. – 85 с.
71 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.
72 Соколов А.А. Природные зоны Казахстана // Агрохимическая характеристика почв СССР. Казахстан и Челябинская область. – М.: Изд–во «Наука», 1968. – С. 9–24.
73 Дурасов А.М., Тазабеков Т.Т. Почвы Казахстана. – Алма–Ата: Кайнар, 1981. – 152 с.
74 Дмитриевский Ю.Д. Природно–ресурсный потенциал и природно–ресурсное районирование // Географические исследования регионального природно–ресурсного потенциала. – Саранск, 1991. – С. 13–20.