



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРА)**

**На тему «Агроклиматические ресурсы тепла и влаги Акмолин-
ской области»**

Исполнитель: Идрисова Айгерим Калиевна

Руководитель: к.г.н., доцент Абанников Виктор Николаевич

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

К.г.н., доцент Абанников Виктор Николаевич

14» 06 2019г.

Санкт-Петербург

2019

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ	4
1.1 Рельеф и геологическое строение	5
1.2 Гидрография	7
1.3 Растительный мир	8
2 АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ	10
2.1 Агроклиматические зоны.....	11
2.2 Ресурсы тепла	14
2.3 Ресурсы влаги	32
2.4 Режим влажности воздуха	50
3. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ	52
4. АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	61

ВВЕДЕНИЕ

Климатические и погодные условия определяют условия роста, развития и формирования урожая сельскохозяйственных культур. Знание об агроклиматических ресурсах территории является необходимым для возделывания сельскохозяйственных культур. Возможность выращивать урожай зависит от двух вещей: земли и климатических условий. Вот эти климатические условия и есть агроклиматические ресурсы. Они обеспечивают саму возможность растениеводства (у климатических условий животноводства специфика другая), а также служат для оценки затратности выращивания различных культур.

Характеристика агроклиматических ресурсов всегда относится к воде, теплу или свету. Эти показатели могут учитываться как отдельно (продолжительность светового дня, количество годовых осадков), так и в разных комбинациях друг с другом (коэффициент увлажнения, глубина снежного покрова). Агроклиматические ресурсы всегда привязаны к какой-то местности: Европе, стране, региону. Даже, несмотря на развивающийся научно-технический прогресс, рассматриваемые ресурсы выполняют ключевую роль. Благодаря сельскохозяйственной деятельности, человек обеспечивает себя ресурсами для удовлетворения своих потребностей. К сожалению, хотя агроклиматические ресурсы и относят к неисчерпаемым, об их сохранности тоже не стоит забывать: беспорядочная промышленная деятельность приводит ко многим опасным явлениям, что может повлиять на климатические условия на Земле.

Контролем за использованием этих ресурсов занимается наука агроклиматология. Основными агроклиматическими факторами в Казахстане являются показатели влагообеспеченности и теплообеспеченности вегетационного периода. В работе условно проведены агроклиматические районирование сельскохозяйственных культур, распределить сроки проведения агротехнических мероприятий, распределить показатели неблагоприятных погодных явлений.

1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Акмолинская область расположена в северной части Казахстана. На севере граничит с Северо-Казахстанской областью, на западе - с Костанайской областью, на юге - с Карагандинской областью, на востоке - с Павлодарской областью. Площадь территории области составляет 146,2 тыс. км². Протяженность территории области с севера на юг составляет около 350 км, а с запада на восток - более 500 км [49]. В состав Акмолинской области входят 17 административных районов, 2 города областного значения - г. Кокшетау и г. Степногорск. В центре области расположена столица Казахстана г. Астана, административно не входящая в область. Также имеются 8 городов, 15 посёлков, 245 сельских (аульных) округов [50]. Рисунок 1.



Рисунок 1. Административно - территориальное деление Акмолинской области

1.1 Рельеф и геологическое строение

На территории Акмолинской области выделяются лесостепная (колючая лесостепь), степная и сухостепная природные зоны. На рисунке 2 представлена физико-географическая карта Акмолинской области. Территория Акмолинской области характеризуется преобладанием увалисто-холмистомелкосопочным рельефом. Северную часть занимает возвышенность Кокшетау, с общим уклоном местности - с востока на запад. На крайнем юго-востоке расположены горы Ерейментау. Северо-западная часть (прилегающая к долине Есиль, на участке её поворота к северу) представляет равнинное плато, расчлененное сухими оврагами и балками. Крайняя северо-восточная часть Акмолинской области лежит в пределах Западно-Сибирской низменности. По характеру рельефа Акмолинскую область можно разделить на 3 части: северозападную с преобладанием равнинного рельефа, юго-западную с преобладанием равнинного с отдельными холмами и восточную с преобладанием возвышенного рельефа.

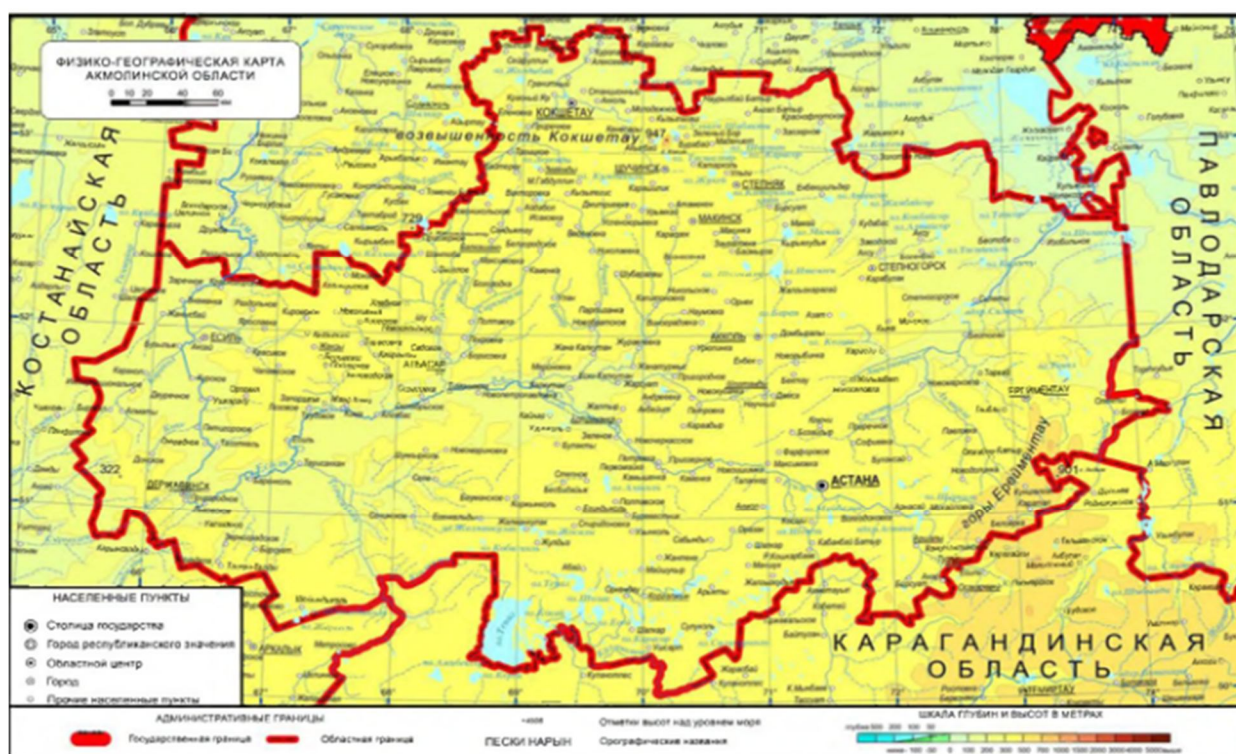


Рисунок 2. Физико-географическая карта Акмолинской области.

В понижениях между холмами располагаются котловины различной величины. Замкнутые котловины между сопками, размерами от нескольких десятков метров до нескольких десятков километров в диаметре, заняты озерами. Понижения между холмами заняты широкими плоскими долинами или замкнутыми неглубокими котловинами. Депрессии рельефа выполнены осадочными породами - песчаниками, глинами, перекрытыми рыхлыми продуктами разрушения коренных пород. По речным долинам распространены аллювиальные отложения, представленные толщами песков, галечников и глин, достигающих мощности 20-30 м (долины рек Нуры, Есиль и некоторых других). Амплитуда высот в пределах Акмолинской области значительна (около 600 м), что обусловлено не только наличием отдельных возвышенностей, но и расположением этой территории на границе с Западно-Сибирской низменностью. Долины рек Есиль и Селеты имеют абсолютные отметки около 200 м [55]. Таким образом, основным элементом рельефа Акмолинской области является волнистая равнина с разбросанными по ее поверхности изолированными сопками или группами возвышенностей. Геологическое строение территории Акмолинской области можно представить следующим образом. Начиная с допалеозоя и до верхнего палеозоя, значительная часть территории области представляла собой море с большим количеством островов, главным образом вулканического происхождения. Весь этот период характеризуется проявлением интенсивной вулканической деятельности и накоплением огромного количества вулканогенных отложений. В девонское время происходит общее поднятие территории на фоне интенсивной вулканической деятельности. В верхнем палеозое территория почти полностью освобождается от моря и происходит накопление континентальных отложений пролювиального генезиса. В продолжение всего мезозоя существовали континентальные условия. Территория представляла типичный пенеплен, который сохранился до настоящего времени. В третичное время отмечается морская трансгрессия небольшими заливами и лагунами по древним речным долинам. В этот период происходит формирование современной гидрографической сети.

1.2 Гидрография

Наиболее крупными реками области является Есиль и Чаглинка. Реки мелководны, несудоходны, питаются за счет талых вод и в меньшей степени - грунтовых источников. Летом реки часто пересыхают, вода в них становится соленоватой. Притоками Есиль являются Терсакан, Жабай, Колутон и др. Многие реки оканчиваются в бессточных озёрах (реки Нура, Селеты, Оленты). На территории области присутствуют около 40 водохранилищ, наиболее крупные - Астанинское водохранилище на реке Есиль, и Селетинское водохранилище на реке Селеты. В Акмолинской области насчитывается 94 пресных озер. Наиболее крупные: Коргалжын, Кошаколь, Шолакшошар, Балыктыколь, Уялышалкар и др. Крупные соленые озера - Тенгиз, Керей, Кыпшак, Итемген, Мамай, Улькен Сарыоба. Для пополнения озер Коргалжинской системы и улучшения водоснабжения г. Астана через р. Нура пропускается 70-74 млн. м питьевой воды [51]. Щучинско-Боровской район богат озерами. Это главным образом пресные и слабосоленоватые озера. Имеются и целебные озера Майбалык и Балпашсор. Десятки озер занимают котловины мелкосопочника и возвышенной равнины Акмолинской области. Наибольшие из них - соленые озера Тенгиз около 40 км шириной, Калмыкколь и др., меньшие по размерам - пресноводные Алаколь, Шоиндыколь и др.[49]. Основные источники питания большинства рек - талые снеговые воды и летне-осенние дожди. В соответствии с особенностями источников питания режима стока по сезонам неравномерен: примерно 70 - 80% годового стока приходится на весну и лето, и только 3-5% падают на зимние месяцы.[52]. Грунтовые воды залегают на глубине 4-10 м. По качеству воды преобладают солоноватые и пресные, реже соленые. Грунтовые воды не образуют сплошного водного горизонта. Все реки данного региона отличаются устойчивым режимом и имеют постоянное течение.

1.3 Растительный мир

Растительный покров области в видовом отношении весьма разнообразен, здесь произрастает около 830 видов цветковых растений, относящихся к 73 семействам, в т. ч. астровые - 113 вида, злаковые - 65, бобовые - 60, маревые - 51 вид [53]. В северной части области распространены березовые колки, разнотравно-злаковые степи с преобладанием ковылей и типчака, по возвышенностям - сосновые боры. Среднюю и западную часть области занимают злаково-полынные сухие степи на различных комплексах каштановых почв. На юге области, в районе о. Тениз, широко распространены полынно-злаково-солянковые комплексы. Здесь характерен несомкнутый растительный покров из полыней, типчака и кокпека [4].

До массовой распашки целинных и залежных земель в начале 50-х годов XX века, преобладали разнотравно-ковыльные степи. Отдельные нетронутые участки этих степей сохранились, главным образом, на окраинах березовых колков, в окрестностях многочисленных пресных озер и вдоль пологих склонов речных и балочных долин. На ненарушенных участках степей преобладают узколистые дерновинные злаки, такие, как ковыль красный, ковыль волосатик (тырса), тонконог и типчак, к которым в большом количестве примешивается разнотравье - степная люцерна, астрагалы, тимьян, лапчатка, морковник, полынь. На пойменных террасах р. Есиль, Нура, Куланотпес, в низовьях Колутона и по берегам озер Тениз-Коргалжынской группы имеются крупные массивы заливных пырейных, вейниковых, кострцовых лугов, местами сочетающихся с галофитными вострецовыми лугами, используемыми как ценные сенокосные угодья.[51].

На северо-восток области в горносопочном массиве Ерейментау прослеживаются высотные растительные пояса, где выделяются типы степной, луговой, лесной и кустарниковой растительности. Степные сообщества (ковыльно-типчаковые, ковыльно-типчаково-разнотравные и типчаково-полынно-

разнотравные) распространены преимущественно в предгорных равнинах, шлейфах склонов сопок и низкогорий.

Луговая растительность в мелкосопочнике, а также лесной тип растительности встречаются в многочисленных межсopочных понижениях рельефа. Встречаются редкие растения более 40 видов, особенно значительное их сосредоточение в мелкосопочном массиве Ерейментау.

Из произрастающих в области растений включены в «Красную книгу Казахстана» адонис весенний, ольха клейкая, тюльпан Шренка, пион Марьин корень (степной). Из птиц, населяющих лес - тетерев, белая куропатка, дятлы (большой пестрый и черный), синицы (большая длиннохвостая, князек, черно-головая гаичка). Овсянки (белошапочная, садовая); горлицы (обыкновенная и большая), козодой, кукушка, дрозд, иволга, сорокопуты (серый, чернолобый, кулан), в годы урожая сосны прилетают стаи еловых клестов.

В лесостепи встречаются также совы (ушастая, сплюшка, болотная) и хищные дневные птицы (орел-могильник, большой подорлик, обыкновенный сарыч, черный коршун, обыкновенная пустельга, сокол-чеглок), а также сорока, серая ворона, галка, грач [56].

На территории области встречаются следующие животные, занесенные в «Красную книгу Казахстана»: архар, балобан, беркут, дрофа, журавль-красавка, казарка краснозобая, колпицы, кречетка, могильник, орел степной, орланка, скопа, стрепет, фламинго, хохотун черноголовый. В «Красную книгу Казахстана» внесены также лыбка степная, краснотел пахучки, шмель маховый, шмель лезус, мелитурга булавоусая, рофитондес" серый, сколия степная, крыть гигантский, павлинныйглазмалыйной, совкашпорниквая, махаон, подалирий, аполлон. [5

7]

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

2 АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

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

Учет агроклиматических условий позволяет определить соответствие климата конкретного района требованиям сельского хозяйства. Агроклиматические ресурсы территории характеризуются показателями ресурсов солнечной радиации, показателями термического режима и режима увлажнения вегетационного периода. На территории Акмолинской области сегодня действуют 22 метеорологических станций (МС) и 10 агрометеорологических постов (АМП) РГП «Казгидромет» РК (рисунок 3). Для характеристики климатических условий области были использованы данные 15 метеорологических станций, имеющих непрерывный многолетний ряд наблюдений: Кокшетау, Боровое, Щучинск, Балкашино, Степногорск, Акколь, Есиль, Жаксы, Атбасар, Ерейментау, Жалтыр, Астана, Егиндыколь, Аршалы, Коргалжын. Здесь Боровое является станцией фонового мониторинга (СФМ). Надо отметить, что по требованию Всемирной метеорологической организации (ВМО) для характеристики климата необходим многолетний ряд наблюдений, с продолжительностью не менее 30 лет. Соответственно для определения современных климатических условий нами были использованы метеорологические данные более чем за 30 лет, в основном за 1981-2016 годы. Также были использованы данные, приведенные в справочниках по климату Казахстана, подготовленные в РГП «Казгидромет» в период с 2003 по 2010 годы, в том числе разделов «Температура воздуха», «Атмосферные осадки», «Атмосферные явления», «Снежный покров», «Солнечное сияние» и «Температурный режим почвы». Для характеристики климата нами были анализированы температуры воздуха, влажности воздуха, атмо-

сферных осадков, снежного покрова и ветра, а также климатические сезоны года и континентальность климата.



Рисунок 3. Метеорологические станции Акмолинской области.

2.1 Агроклиматические зоны

В основу агроклиматического зонирования была положена тепло- и влагообеспеченность территории, т.е. коэффициент увлажнения (K) за вегетативно активный период (май-август) и сумма активных температур воздуха выше 10°C , осредненные за многолетний период. Анализ распределения по территории Акмолинской области значений K за вегетативно активный период (май-август) и сумм активных температур воздуха выше 10°C позволил выделить на территории области 4 агроклиматических зон. Названия зон и предельные значения K и сумм температур приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Агроклиматические зоны на территории Акмолинской области

№	Название зоны	К	T ₁₀ °С
I	Умеренно влажная умеренно теплая	1,0-1,2	2000-2200
II	Слабовлажная умеренно теплая	0,8-1,0	2200-2500
III-a	Слабо засушливая умеренно теплая	0,6-0,8	2400-2600
IV-a	Умеренно засушливая теплая	0,5-0,6	2600-2700

На рисунке 4 представлена карта агроклиматического зонирования Акмолинской области. По площади половину территории области занимает II - слабовлажная умеренно теплая зона.

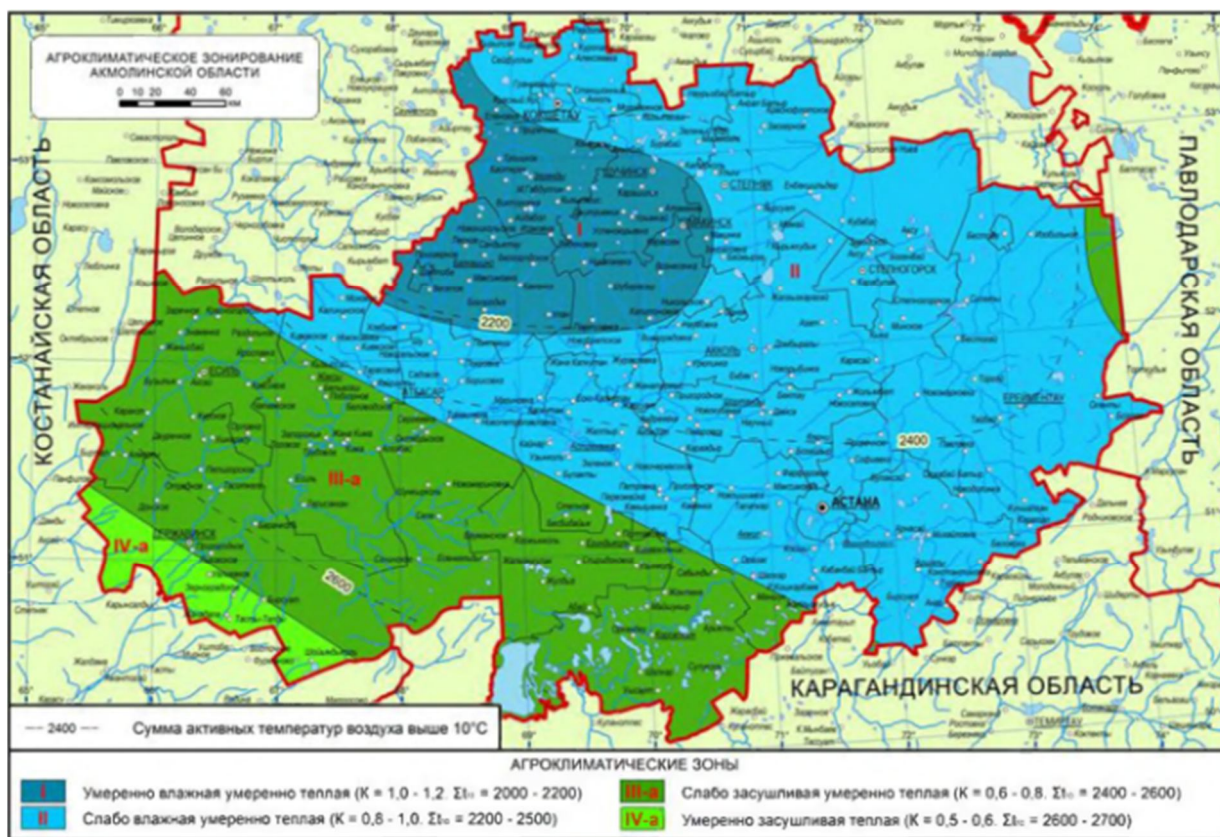


Рисунок 4. Агроклиматическое зонирование территории Акмолинской области

Зона I - «Умеренно влажная умеренно теплая» занимает территорию Кокшетауской возвышенности, характеризуется коэффициентом увлажнения $K = 1,0—1,2$ и суммой температур выше 10°C в пределах 2000-2200 градусов.

Зона II - «Слабовлажная умеренно теплая» окаймляя Кокшетаускую возвышенность занимает центральную и северную части области, характеризуется $K = 0,8-1,0$ и суммой температур выше 10°C в пределах 2200-2500 градусов.

Зона III—а - «Слабо засушливая умеренно теплая» расположена в полосе ниже центральной части области. Зона характеризуется значением $K = 0,6-0,8$ и суммой температур выше 10°C в пределах 2400-2600 градусов.

Зона IV-а - «Умеренно засушливая теплая» занимает юго-западную окраину области, характеризуется значением $K = 0,5-0,6$ и суммой температур выше 10°C в пределах 2600- 2700 градусов. В таблице 2 приведена принадлежность районов области к агроклиматическим зонам.

Таблица 2 - Принадлежность административных районов к агроклиматическим зонам.

Агроклиматические зоны	Административный район (районный центр)
I. Умеренно влажная умеренно теплая	Северная часть Акмолинской области:- южная и западная части Зерендынского района (г. Зеренды);- южная половина Бурабайского района (г. Щучинск);- западная окраина Енбекшильдерского района (г. Степняк);- северо-западная половина Буландинского района (г. Макинск);- северная и центральная части Сандыктауского района (с. Балкашино)
II. Слабовлажная умеренно теплая	Северная и центральная части области:- северо-восточная часть Зерендынского района (г. Зеренды);- территория г. а. Кокшетау;- северная часть Бурабайского района (г. Щучинск);- Енбекшильдерский район (г. Степняк), (кроме западной окраины);- южная и восточная части Буландинского района (г. Макинск);- южная окраина Сандыктауского района (с. Балкашино);- Аккольский район (г. Акколь);- территория г. а. Степногорск;- Ерейментауский район (г.

	Ерейментау);- Шортандынский район (п. Шортанды);- север Жаксынского района (с. Жаксы);- северная половина Атбасарского района (г. Атбасар);- Астраханский район, кроме юго-западной окраины (с. Астраханка);- территория г. а. Астана;- Целиноградский район (с. Акмол), кроме крайнего юга;- Аршалынский район (п. Аршалы).
III-а. Слабо засушливая умеренно теплая	Юго-западная часть области:- Есильский район (с. Есиль);- центральная и южная части Жаксынского района (с. Жаксы);- южная половина Атбасарского района (г. Атбасар);- юго-западная окраина Астраханского района (с. Астраханка);- крайний юг Целиноградского района (с. Акмол);- Егиндыкольский район (с. Егиндыколь);- Коргалжынский район (с. Коргалжын);- северо-восточная часть Жаркайынского района (г. Державинск)
IV-а. Умеренно засушливая теплая	Юго-западная окраина области:- юго-западная часть Жаркайынского района (г. Державинск)

2.2 Ресурсы тепла

Основными показателями ресурсов тепла в агрометеорологии являются:

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

Средняя температура воздуха. Для территории Акмолинской области в целом свойственно широтное распределение температуры воздуха. Средняя годовая температура воздуха по территории области меняется от 1,6⁰ С на МС Балкашино до 3,6⁰ С на МС Астана. Среднемесячная температура воздуха достигает наибольшего значения в июле, а наименьшего - в январе. В области лето теплое, а зима холодная. Средняя за июль температура воздуха по области

составляет 18,5-21,2⁰ С, а средняя за январь - минус 14,3 - минус 16,5⁰ С. Зимой в области самым холодным местом является район МС Атбасар - МС Балкашино (таблица 3).

Таблица 3 - Средняя месячная и годовая температура воздуха, С

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

Как видно из годового хода температуры воздуха разница среднемесячных температур по территории области значительна в теплый период года, а к

зиме разница сокращается (рисунок 5). В качестве северной метеорологической станции области рассматриваем МС Щучинск, южной - МС Коргалжын, а МС Акколь соответствует центральной части области. Хотя МС Кокшетау и СФМ Боровое находятся севернее Щучинска, но благодаря особенностям рельефа там создаются более мягкий микроклимат, т.е. лето прохладнее, а зима теплее. На МС Кокшетау особый микроклимат создается благодаря возвышенности Кокшетау и городским строениям, а СФМ Боровое с северо-запада окаймляет гора Кокше, имеются множество озер и лесные массивы.

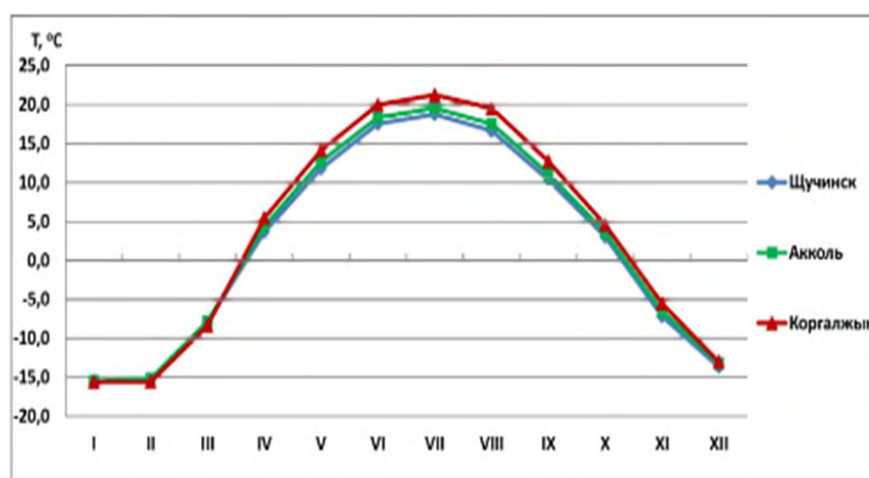


Рисунок 5. Годовой ход средних месячных температур воздуха

Статистический анализ средней за лето и средней за зиму температуры воздуха показал различную изменчивость погодных условий в эти сезоны года. Для этого значения средней за лето и средней за зиму температуры воздуха были усреднены по всем метеорологическим станциям области, и определены статистические характеристики полученных многолетних рядов: многолетняя средняя, медиана, мода, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Медиана - значение величины, которое делит многолетний ряд на две равные части: 50% единиц ряда данных будут иметь значение меньше чем медиана, 50% - больше чем медиана. Мода - значение величины, которое наиболее часто встречается в многолетнем ряде. Среднее квадратическое отклонение - показатель рассеивания значений величины относительно её среднего значения.

Коэффициент вариации - мера относительного разброса величины, т.е. показывает какую долю среднего значения величины составляет её средний разброс. Она позволяет судить об однородности совокупности: менее 17% - абсолютно однородная; 17-33% - достаточно однородная; 35-40% - недостаточно однородная; 40-60%- большая изменчивость. Согласно коэффициенту вариации многолетний ряд средней за лето температуры воздуха по Акмолинской области является абсолютно однородным (6%), т.е. мало изменчивым, а ряд средней за зиму температуры воздуха - достаточно однородным (17%), т.е. умеренно изменчивым. Это означает, что температурный режим (погодные условия) зимы более изменчив из года в год, чем температурный режим лета. Исследования показали, что повторяемость относительно жаркого лета составляет 21%, прохладного лета - 18%, а нормального для данной местности лета - 61% (таблица 4). Особенно жаркими были лето в 1998, 2010, 2012 годах.

Таблица 4 - Статистические характеристики многолетних рядов средней за лето и средней за зиму температуры воздуха по Акмолинской области.

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

Таблица 5 - Повторяемость аномального температурного режима лета (Р, %)

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

Повторяемость относительно теплой зимы составляет 17%, относительно холодной зимы - 18%, а нормальной для данной местности зимы - 65% (таблица 5). Холодными были зимы в 1983-1984, 2009-2010, 2011-2012 годах.

Таблица 6- Повторяемость аномального температурного режима зимы (Р, %)

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

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

Значения средних месячных максимальных (W_x) и минимальных ($1_{\text{мин}}$) температур воздуха характеризуют температурный режим самой теплой и самой холодной времени суток. Например, в среднем в июле месяце днем температура воздуха в городке Щучинск (север области) достигает $24,9^{\circ}\text{C}$, а ночью

опускается до 12,5 °С. На МС Коргалжын, расположенной на юге области в июле месяце днем температура воздуха в среднем достигает 28,0 °С, а ночью опускается до 14,7 °С. В январе в течение суток температура воздуха в г. Щучинск в среднем колеблется от минус 10,9 °С днем до минус 20,8 °С ночью, а на МС Коргалжын - от минус 11,1 °С днем до минус 20,1 °С ночью. Суточный размах температуры воздуха (Δt_c) уменьшается от лета к зиме. Например, суточный размах температуры в июне составляет 13,7-13,9 °С, а в январе - 9,0-9,9 °С (таблица 7).

Таблица 7 - Средние месячные максимальные (W_x) и минимальные («t»ТОН) температуры воздуха, суточный размах (Δt_c) температуры

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

Абсолютная максимальная по области температура воздуха 42 °С была зафиксирована на МС Кокшетау, Атбасар, Астана, Державинск и Коргалжын. Самая поздняя из них была зафиксирована в июне 1988 года на МС Коргалжын. Абсолютная минимальная по области температура воздуха минус 52 °С была

зафиксирована на МС Астана в январе 1893 года, а также минус 49 °С на МС Балкашино в январе 1972 года, для г. Щучинск она составила минус 46 °С в декабре 1976 года.

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. 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 . Значения средних месячных максимальных (t_{max}) и минимальных (t_{min}) температур воздуха характеризуют температурный режим самой теплой (полдень) и самой холодной (утро) времени суток, а их разница показывает средний суточный размах. Надо отметить, что развитие генеративных органов сельскохозяйственных культур в основном происходит в июль - август месяцы. В Акмолинской области средняя за июнь температура воздуха составляет 17,5-20,0 °С. Днем температура воздуха на севере области (г. Кокшетау) достигает 24,9 °С, а ночью опускается до 12,3 °С. На юге области (МС Коргалжын) днем температура воздуха в среднем достигает 26,9 °С, а ночью опускается до 12,9 °С. При этом среднемесячный суточный размах температуры воздуха (A_{te}) по территории области колеблется в пределах 12,5-14,7 °С . В области средняя за

июль температура воздуха составляет 18,5-21,2 °С. Днем температура воздуха на севере области (г. Кокшетау) достигает 25,7 °С, а ночью опускается до 14,1 °С. На юге области (МС Коргалжын) днем температура воздуха в среднем достигает 28,0 °С, а ночью опускается до 14,7 °С. При этом суточный размах температуры воздуха ($A_{\text{те}}$) по территории области в среднем в июле колеблется в пределах 11,6-13,7 °С (таблица 8).

Таблица 8 - Средняя месячная ($t_{\text{ср}}$), средняя из максимальных ($W_{\text{х}}$) и средняя из минимальных ($t_{\text{мин}}$) температура воздуха, а также ее суточный размах ($A^{\wedge}$), °С

НП (МС)	Июнь				Июль				Август			
	$t_{\text{ср}}$	t_{max}	t_{min}	$\Delta t_{\text{с}}$	$t_{\text{ср}}$	t_{max}	t_{min}	$\Delta t_{\text{с}}$	$t_{\text{ср}}$	t_{max}	t_{min}	$\Delta t_{\text{с}}$
Кокшетау	18,8	24,9	12,3	12,6	19,9	25,7	14,1	11,6	17,8	23,7	12,1	11,6
Щучинск	17,5	24,2	10,5	13,7	18,7	24,9	12,5	12,4	16,6	23,0	10,2	12,7
Балкашино	17,5	24,6	9,9	14,7	18,5	25,3	11,9	13,4	16,5	23,7	9,7	14,0
Степногорск	18,5	25,3	11,3	14,0	19,9	26,4	14,3	12,9	17,8	24,6	11,3	13,3
Акколь	18,3	25,1	11,2	13,9	19,5	25,9	13,3	12,6	17,5	24,4	10,9	13,5
Есиль	19,9	27,0	12,5	14,5	20,9	27,6	14,2	13,3	19,0	26,2	12,2	14,0
Жаксы	19,0	25,6	13,1	12,5	20,1	27,1	14,0	13,1	18,3	25,4	11,8	13,6
Атбасар	19,0	26,2	11,4	14,7	20,1	27,0	13,3	13,7	18,3	25,6	11,2	14,4
Ерейментау	18,4	24,8	12,1	12,6	19,9	25,8	14,1	11,7	18,1	24,3	12,2	12,1
Жалтыр	19,5	26,3	12,5	13,8	20,5	26,9	14,2	12,7	18,7	25,5	12,2	13,3
Астана	19,6	25,9	13,3	12,5	20,7	26,7	15,0	11,7	19,0	25,3	12,9	12,4
Егиндыколь	19,07	26,4	12,8	13,7	20,7	27,1	14,4	12,8	19,0	25,9	12,4	13,5
Аршалы	18,7	25,5	11,6	13,8	19,9	26,4	13,3	13,1	18,1	25,2	11,2	14,0
Коргалжын	20,0	26,9	12,9	13,9	21,2	28,0	14,7	13,3	19,5	26,6	12,6	14,0

В августе средняя температура воздуха по территории области составляет 16,5-19,5 °С. Днем температура воздуха на севере области (г. Кокшетау) дости-

гает 23,7 °С, а ночью опускается до 12,1 °С. На юге области (МС Коргалжын) днем температура воздуха в среднем достигает 26,6 °С, а ночью опускается до 12,6 °С. При этом в августе в среднем суточный размах температуры воздуха (Ате) по территории области колеблется в пределах 11,6-14,4 °С. Таким образом, суточный размах температуры воздуха колеблется с севера на юг от 11,6 °С до 14,0 °С, что предполагает достаточно высокое качество урожая зерновых и бобовых культур. При таких условиях содержание белка в зернах пшеницы бывает 14-20%.

В зимнее время понижение температуры воздуха до минус 20-30 °С при полном бесснежье или высоте снежного покрова ниже 5 см является опасным для посевов озимых зерновых культур, многолетних трав, плодовых деревьев и ягодников. Для растений, ушедших на зиму недостаточно развитыми (озимые зерновые, не достигшие стадии кущения) понижение температуры воздуха ниже минус 15 °С при высоте снежного покрова менее 5 см может нанести значительный ущерб. В то же время очень высокий снежный покров (выше 40 см) может привести к выпреванию зимующих зерновых культур. Также сильные ветры могут вызывать перераспределение снега, вызывая оголение больших площадей. Температурные показатели в комплексе с высотой снежного покрова и скоростью ветра могут характеризовать условия перезимовки озимых культур. Рассмотрим сочетание данных характеристик погодных условий в январе и феврале, так как именно в эти месяцы складываются наиболее суровые условия для перезимовки озимых культур. В Акмолинской области средняя температура воздуха в январе составляет в пределах минус 14,3 - минус 16,5 °С. Средняя месячная ночная минимальная температура воздуха довольно низкая, по территории области составляет минус 18,4 - минус 21,1 °С. При таких температурах снежный покров высотой более 20 см могут обеспечить теплоизоляционные условия. Исключение составляет район МС Степногорск и Аршалы, где высота снежного покрова не высокая, менее 17 см. По значениям средних максимальных температур воздуха (минус 10,2 - минус 12,1 °С) видно, что тут маловеро-

ятны оттепели. Постоянные ветра со средней скоростью 2,7-6,7 м/с в условиях низких температур воздуха и невысокого снежного покрова вызывает определенную угрозу для перезимовки озимых зерновых культур (таблица 9).

Таблица 9 - Средняя месячная (t_{cp}), средняя из максимальных (t_{max}) и средняя из минимальных (t_{min}) температура воздуха ($^{\circ}C$), средняя высота снежного покрова (h_c , см) и средняя месячная скорость ветра (V , м/с)

НП (МС)	Июнь				Июль				Август			
	t_{cp}	t_{max}	t_{min}	Δt_c	t_{cp}	t_{max}	t_{min}	Δt_c	t_{cp}	t_{max}	t_{min}	Δt_c
Кокшетау	18,8	24,9	12,3	12,6	19,9	25,7	14,1	11,6	17,8	23,7	12,1	11,6
Щучинск	17,5	24,2	10,5	13,7	18,7	24,9	12,5	12,4	16,6	23,0	10,2	12,7
Балкашино	17,5	24,6	9,9	14,7	18,5	25,3	11,9	13,4	16,5	23,7	9,7	14,0
Степногорск	18,5	25,3	11,3	14,0	19,9	26,4	14,3	12,9	17,8	24,6	11,3	13,3
Акколь	18,3	25,1	11,2	13,9	19,5	25,9	13,3	12,6	17,5	24,4	10,9	13,5
Есиль	19,9	27,0	12,5	14,5	20,9	27,6	14,2	13,3	19,0	26,2	12,2	14,0
Жаксы	19,0	25,6	13,1	12,5	20,1	27,1	14,0	13,1	18,3	25,4	11,8	13,6
Атбасар	19,0	26,2	11,4	14,7	20,1	27,0	13,3	13,7	18,3	25,6	11,2	14,4
Ерейментау	18,4	24,8	12,1	12,6	19,9	25,8	14,1	11,7	18,1	24,3	12,2	12,1
Жалтыр	19,5	26,3	12,5	13,8	20,5	26,9	14,2	12,7	18,7	25,5	12,2	13,3
Астана	19,6	25,9	13,3	12,5	20,7	26,7	15,0	11,7	19,0	25,3	12,9	12,4
Егиндыколь	19,07	26,4	12,8	13,7	20,7	27,1	14,4	12,8	19,0	25,9	12,4	13,5
Аршалы	18,7	25,5	11,6	13,8	19,9	26,4	13,3	13,1	18,1	25,2	11,2	14,0
Коргалжын	20,0	26,9	12,9	13,9	21,2	28,0	14,7	13,3	19,5	26,6	12,6	14,0

Примерно такие же условия складываются и в феврале месяце. По области средняя за февраль температура воздуха составляет в пределах минус 13,8 - минус 16,2 $^{\circ}C$. Ночная минимальная температура воздуха довольно низкая (минус 18,3 - минус 20,9 $^{\circ}C$). Высота снежного покрова составляет 19-45 см. В феврале также маловероятны оттепели, при средних максимальных температурах воздуха минус 9,2 - минус 11,2 $^{\circ}C$. Угрозу для перезимовки озимых зерновых

культур вызывает постоянные ветра со средней скоростью 2,8-6,7 м/с. Таким образом, условия зимних месяцев не предполагают хорошую перезимовку озимых зерновых культур.

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 10 представлены данные климатических сезонов года по Акмолинской области.

Таблица 10 - Даты начало климатических сезонов года и их продолжительность

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

В области климатическая весна начинается 3-7 апреля и продолжается 46-58 суток. Лето наступает на юге области в 20 числах мая, а на севере области - в начале июня. Далее осень начинается на севере области в конце августа, а на юге - в начале сентября. В области зима наступает в конце октября и бывает очень продолжительной, около 160 суток. Из общего ряда выделяются МС Щучинск и МС Балкашино, где наблюдается наиболее короткое лето и продолжительная зима. Таким образом, в Акмолинской области самым продолжительным сезоном года является зима с продолжительностью более 5 месяцев (ноябрь-март), а лето длится в течение 3 месяцев. Продолжительность весны составляет чуть более 1 месяца, а осени - около 2 месяцев.

Годовой размах температуры воздуха ($A_{\text{год}}$), определяющиеся как разность температур самого теплого и холодного месяцев, имеет довольно большое значение. Годовой размах температуры воздуха по территории Акмолинской области колеблется от 33,1 °С в п. Боровое до 36,8 °С на МС Коргалжын (таблица 11). Континентальность климата была оценена по индексу Л. Горчинского (k). По данному индексу в мягком морском климате $k < 20$, в умеренно морском - $k = 20,1-30\%$, в умеренно континентальном - $k = 30,1-50\%$, в континентальном - $k = 50,1-70\%$, в резко континентальном - $k = 70,1-90\%$, в сильно континентальном климате $k > 90\%$ (в Верхоянске $k = 100\%$). По территории области индекс континентальности меняется от 50,0 (МС Боровое) до 59,8 (МС Коргалжын), и соответственно климат в районе п. Боровое является умеренно континентальным, а на остальной территории области - континентальным.

Таблица 11 - Характеристики континентальности климата

НП (МС)	$A_{\text{год}}$	k	Оценка
Кокшетау	34,2	52,2	Континентальный
Боровое	33,1	50,0	Умеренно континентальный
Щучинск	34,4	53,3	Континентальный
Балкашино	34,7	54,2	Континентальный

Степногорск	35,2	55,3	Континентальный
Акколь	35,0	55,2	Континентальный
Есиль	36,1	58,0	Континентальный
Жаксы	35,6	57,0	Континентальный
Атбасар	36,7	59,3	Континентальный
Ерейментау	34,3	54,2	Континентальный
Жалтыр	36,2	58,3	Континентальный
Кима	37,1	59,7	Континентальный
Астана	35,2	56,5	Континентальный
Егиндыколь	36,5	59,5	Континентальный
Аршалы	34,9	56,0	Континентальный
Коргалжын	36,8	59,8	Континентальный

Рост и развитие растений начинается от даты устойчивого перехода суточной температуры воздуха выше уровня ее биологической минимальной температуры. Для большинства растений и сельскохозяйственных культур этот предел равен 5°C (ранние яровые), для поздних яровых культур - 10°C, а для теплолюбивых культур - 15°C. Соответственно нами были рассмотрены даты перехода температуры воздуха через эти пределы весной и осенью, а также продолжительность между этими датами, характеризующие продолжительность вегетационного периода соответствующих культур. В таблице 11 приведены осредненные за многолетний период даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5°C, 10°C, 15°C и продолжительность периода с температурой выше указанных пределов. В среднем устойчивый переход температуры воздуха через 5°C весной происходит 14-21 апреля, а обратно осенью - 7-14 октября и продолжительность всего вегетационного периода составляет 170-183 суток. На территории области дата перехода суточной температуры воздуха через 10°C весной приходится на период 1-9 мая, а обратно осенью - 17-26 сентября (таблица 12).

Таблица 12 - Даты устойчивого перехода температуры воздуха через 5 °С (D5), 10 °С (D10), 15 °С (D15) и продолжительность периода с температурой выше указанных пределов (N5, 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	
Кокшетау	18.04	12.10	177	05.05	22.09	140	27.05	29.08	94
Боровое	18.04	09.10	174	07.05	18.09	134	01.06	25.08	85
Щучинск	20.04	07.10	170	09.05	17.09	131	02.06	24.08	83
Балкашино	21.04	07.10	169	09.05	17.09	131	02.06	23.08	82
Степногорск	17.04	10.10	176	05.05	21.09	139	27.05	29.08	94
Акколь	17.04	10.10	176	06.05	20.09	137	27.05	27.08	92
Есиль	14.04	13.10	182	02.05	24.09	145	21.05	03.09	105
Жаксы	18.04	12.10	180	04.05	23.09	142	25.05	02.09	100
Атбасар	18.04	11.10	176	05.05	22.09	140	25.05	01.09	99
Ерейментау	16.04	11.10	178	05.05	22.09	140	27.05	30.08	95
Жалтыр	16.04	13.10	180	02.05	24.09	145	22.05	02.09	103
Астана	15.04	13.10	181	01.05	25.09	147	21.05	02.09	104
Егиндыколь	15.04	14.10	182	01.05	25.09	147	21.05	03.09	105
Аршалы	15.04	13.10	181	01.05	25.09	147	21.05	02.09	104
Коргалжын	14.04	14.10	183	01.05	26.09	148	20.05	05.09	108

Пространственное распределение даты устойчивого перехода температуры воздуха через 10 °С весной представлено на рисунке 6. Дата перехода в среднем наблюдается на юге области 1 мая, на севере - 10 мая. Продолжительность вегетационного периода для поздних яровых культур увеличивается с севера на юг области от 135 до 150 суток (таблица 12, рисунок 6). Однако в районе Кокшетауской возвышенности продолжительность периода с температурой выше 10 °С составляет менее 135 суток. Средняя суточная температура воздуха переходит через 15 °С весной 20 мая - 2 июня, а обратно осенью - 23 августа - 5

сентября, и соответственно продолжительность вегетационного периода для теплолюбивых культур составляет на севере области 82 суток, а на юге - 108 суток.

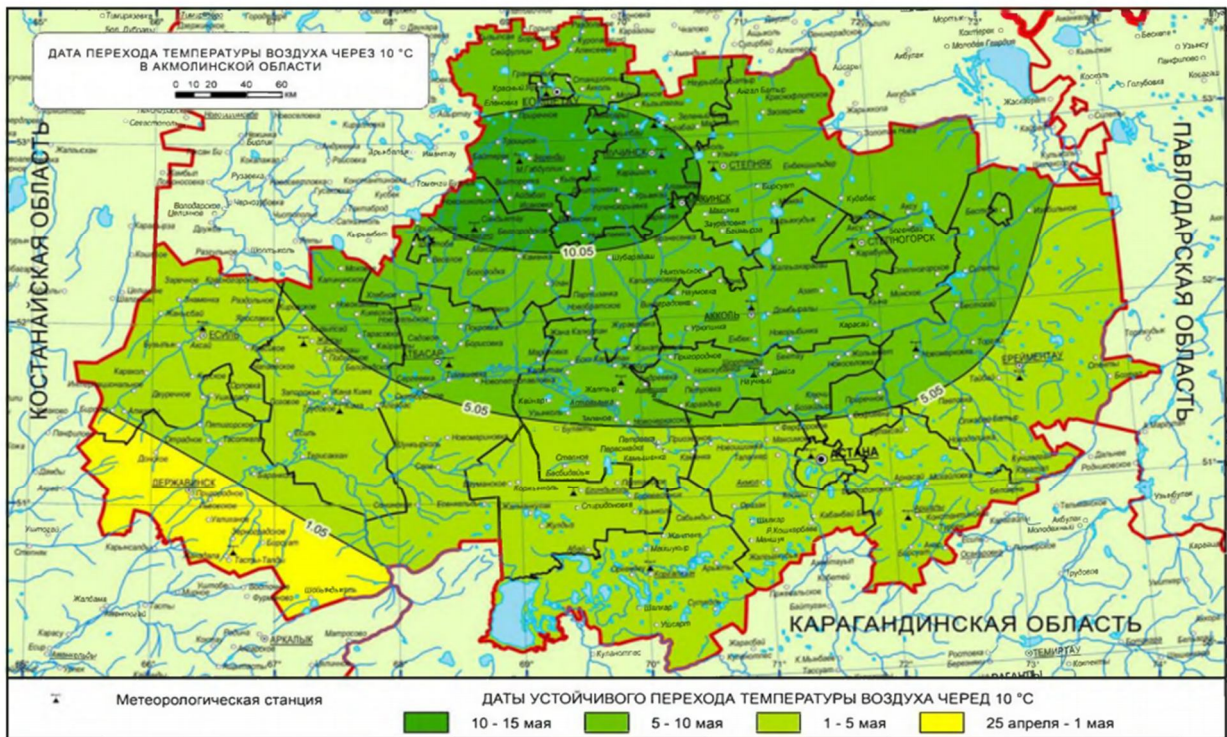


Рисунок 6 - Дата устойчивого перехода температуры воздуха через 10°C весной

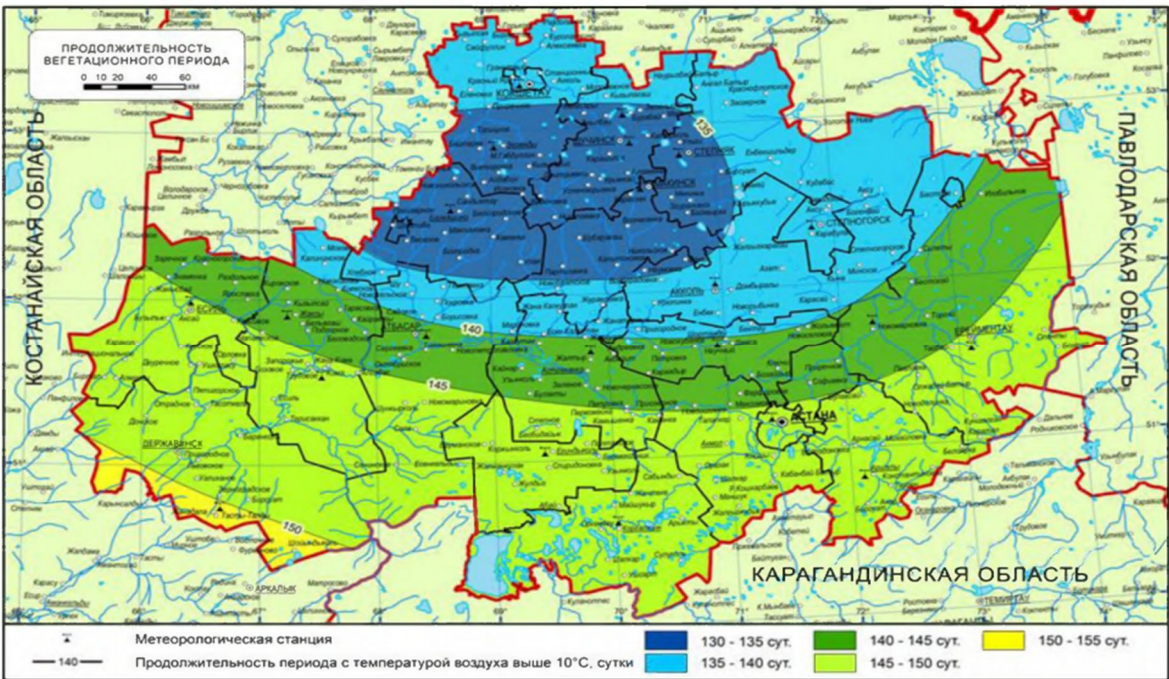


Рисунок 7 - Продолжительность вегетационного периода

Для характеристики ресурсов тепла используются суммы активных температур воздуха выше 5°C, 10°C, 15°C, соответственно предназначенные для ранних яровых, поздних яровых и теплолюбивых культур. Например, для возделывания скороспелых сортов мягкой пшеницы необходима сумма активных температур выше 10°C в пределах 1350-1400°C, а для сортов твердой пшеницы - 1600-1700°C, для подсолнечника - 2000-2300°C, а кукурузы - 2200- 2900°C. В таблице 13 представлены средние многолетние значения сумм средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 5°C, 10°C и 15°C по МС Акмолинской области. За период с температурой воздуха выше 5°C (весь вегетационный период) на территории Акмолинской области накапливается от 2382°C до 2896°C тепла. За период с температурой воздуха выше 10°C накапливается тепло на 2102-2612°C. Применительно к теплолюбивым культурам (температура выше 15°C) ресурсы тепла составляют 1461-2074°C.

Таблица 13 - Суммы активных температур воздуха выше 5°C (MT>5), 10°C (MT>10) и 15°C (MT>15), °C

МП (МС)	T _{>5}	T _{>10}	T _{>15}
Кокшетау	2659	2365	1744
Боровое	2473	2172	1519
Щучинск	2407	2113	1489
Балкашино	2382	2102	1461
Степногорск	2620	2326	1719
Акколь	2575	2282	1678
Есиль	2851	2572	2013
Жаксы	2680	2412	1830
Атбасар	2683	2401	1815
Ерейментау	2653	2358	1737
Жалтыр	2785	2504	1932

Астана	2852	2561	2000
Егиндыколь	2825	2579	1989
Аршалы	2660	2439	1748
Коргалжын	2896	2612	2074

На рисунке 8 представлено пространственное распределение сумм активных температур воздуха выше 10°C. По территории области суммы температур растут с севера на юг от 2200°C до 2700°C, и в районе возвышенности Кокшетау она составляет менее 2200°C. В умеренных широтах вегетационному периоду большинства сельскохозяйственных культур соответствует продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха выше 10°C. Здесь ограничивающим фактором является заморозки. Поэтому в таблице 14 приведены суммы средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 10°C, нарастающим итогом. В Акмолинской области за май месяц накапливается 293-435°C тепла, а за вегетативно активный период, т.е. с мая до конца августа накапливается от 1901°C на МС Балкашино до 2295°C на МС Коргалжын.

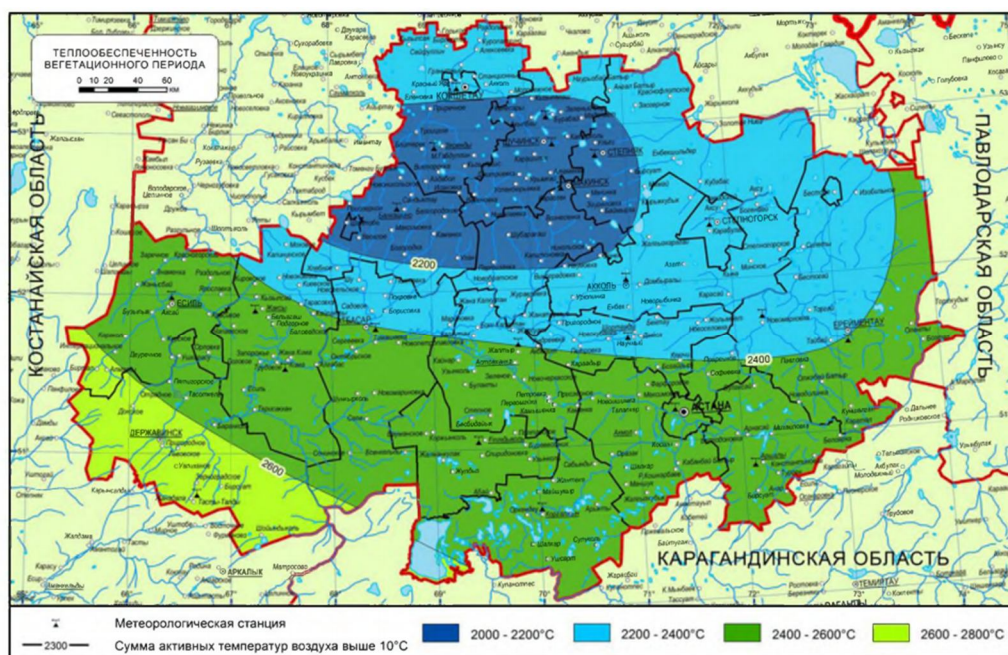


Рисунок 8 - Сумма активных температур воздуха выше 10°C

Таблица 14 - Сумма средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 10 °С, нарастающим итогом (°С)

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

Для оценки соответствия ресурсов тепла требованиям культур определяются значения сумм температур при различной обеспеченности. Принято считать, что 80-90% -ная обеспеченность растений теплом является хорошей. Поэтому нами были рассчитаны обеспеченности (Р, %) сумм активных температур воздуха выше 10 °С (таблица 15).

Таблица 15- Обеспеченность сумм активных температур воздуха выше 10 °С,
(P) %

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

В северной части области (МС Кокшетау) в среднем накапливается 2365 °С тепла, что соответствует обеспеченности около 45%. Здесь на 90% обеспечено 2230 °С тепла, т.е. в 9 годах из 10 накапливается не менее чем 2230 °С тепла, что достаточно для пшеницы, среднеспелых сортов подсолнечника и раннеспелых сортов кукурузы. В районе Кокшетауской возвышенности (МС Боровое, Щучинск, Балкашино) в среднем накапливается 2100 °С тепла, что соответствует обеспеченности около 45%. Здесь на 90% обеспечено 1960 °С тепла, что удовлетворяет требования мягких и твердых сортов пшеницы, но недостаточно для подсолнечника и кукурузы. На юге области (МС Астана и Коргалжын) на 90% обеспечено 2400 °С тепла, что достаточно для пшеницы, для всех сортов подсолнечника, а также для раннеспелых сортов кукурузы.

2.3 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.

В Акмолинской области в среднемноголетнем за год выпадают осадки около 300 мм и более. Наибольшее количество 400 мм осадков за год выпадает в районе МС Балкашино (таблица 16). За теплый период года осадки выпадают в 2-3 раза больше чем за холодный период года.

Таблица 16 - Месячная и годовая сумма осадков, мм.

МП (МС)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	X-III	IV-X
Кокшетау	12	10	12	19	29	41	74	41	24	20	18	13	314	65	249
Боровое	11	10	14	21	36	36	73	39	24	25	22	13	326	70	246
Щучинск	13	12	14	20	34	41	75	38	24	24	21	14	330	74	256
Балкашино	24	20	24	24	39	42	69	41	25	33	34	27	400	129	271
Степногорск	14	14	15	20	33	38	53	36	22	24	21	17	306	80	226
Акколь	18	16	19	25	37	37	66	37	26	33	28	23	365	105	260
Есиль	14	11	14	18	34	32	47	26	17	23	22	18	276	77	198
Жаксы	24	22	20	20	30	28	44	27	23	28	29	31	326	127	200
Атбасар	20	17	18	19	30	37	51	30	20	24	22	23	311	101	211
Ерейментау	21	19	20	22	41	46	60	37	30	32	25	25	380	111	269
Жалтыр	19	17	18	21	35	40	51	31	22	25	26	22	327	102	225
Кима	11	11	14	16	26	26	42	27	20	20	16	15	243	65	176
Астана	16	16	19	20	33	36	54	29	21	28	28	22	232	100	222
Егиндыколь	19	20	17	18	29	31	42	27	19	25	26	24	297	106	191
Аршалы	16	15	17	20	37	36	48	30	21	28	25	20	313	92	221
Коргалжын	20	19	19	16	28	35	36	23	19	25	23	23	287	103	183

В годовом ходе месячные суммы осадков растут к лету и уменьшаются к зиме. Максимум осадков наблюдается в июле, когда за месяц выпадает более 50 мм осадков, кроме юга и юго-востока области (МС Есиль, Жаксы, Егиндыколь,

Арашалы и Коргалжын), где выпадают менее 50 мм. Минимум осадков приходится на февраль месяц, когда выпадает менее 20 мм (рисунок 9). Согласно коэффициенту вариации, многолетние ряды сумм осадков за теплый (апрель-октябрь) и холодный (декабрь-март) периоды года, осредненные по метеорологическим станциям Акмолинской области, являются достаточно однородными (19-21%) (таблица 17). Это указывает на умеренную изменчивость из года в год режима осадков теплого и холодного периодов года.

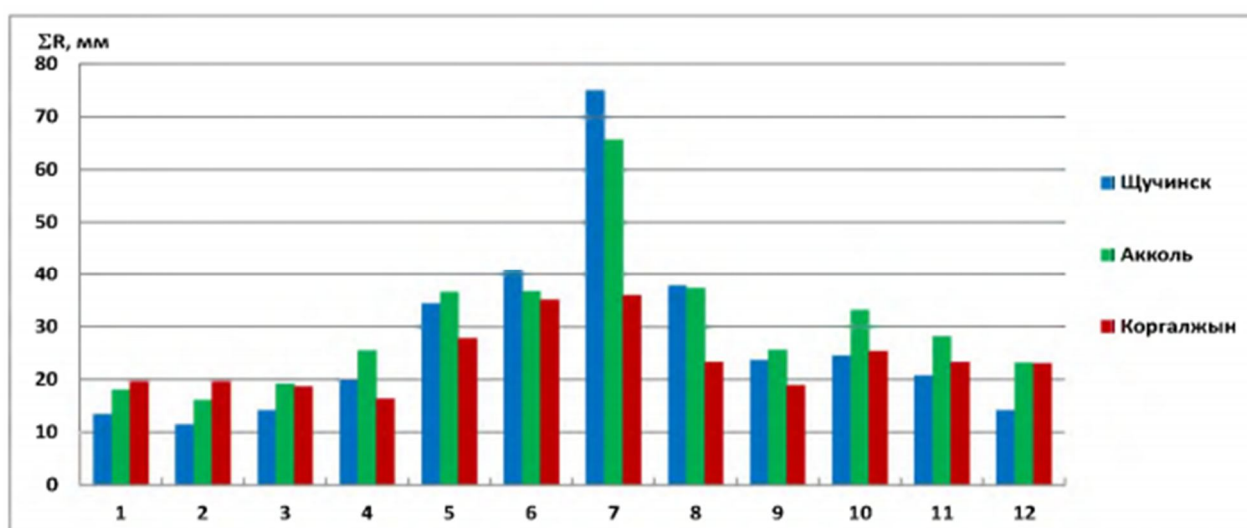


Рисунок 9. Годовой ход месячных сумм осадков

Таблица 17. Статистические характеристики многолетних рядов сумм осадков за теплый (апрель-октябрь) и холодный (декабрь-март) периода года по области

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

В области 2 года из 10 лет бывают относительно снежными, а малоснежная зима имеет вероятность также 2 раза в 10 лет. В 6 годах из 10 лет за холод-

ный период года выпадают осадки (снег) в пределах нормы, свойственной для данной области (таблица 18). За последние 34 года наименее малоснежными были зимы 1980-1981, 2005-2006 и 2011-2012 годов.

Таблица 18. Повторяемость аномального режима осадков холодного периода года, (Р,%)

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

В Акмолинской области снежный покров в среднем появляется во второй декаде октября, но устойчивый снежный покров образуется в первой половине ноября. Устойчивый снежный покров разрушается в начале апреля и полностью сходит во второй половине апреля. В области количество дней со снежным покровом составляет 148-167 суток (таблица 19). При этом в области не бывает зим с не устойчивым снежным покровом.

Таблица 19 - Средние многолетние характеристики снежного покрова

НП (МС)	Количество дней со снежным покровом	Дата появления снежного покрова	Дата образования устойчивого снежного покрова	Дата разрушения устойчивого снежного покрова	Дата схода снежного покрова
Кокшетау	152	21.10	10.11	30.03	13.04
Щучинск	167	13.10	05.11	05.04	23.04
Балкашино	164	16.10	06.11	14.04	21.04
Степногорск	161	15.10	11.11	03.04	23.04
Акколь	163	18.10	07.11	06.04	21.04
Есиль	148	26.10	14.11	01.04	13.04
Жаксы	161	15.10	08.11	07.04	20.04

Атбасар	156	17.10	10.11	07.04	17.04
Ерейментау	159	11.10	13.11	03.04	23.04
Жалтыр	150	23.10	12.11	05.04	13.04
Астана	153	22.10	12.11	02.04	16.04
Егиндыколь	148	23.10	14.11	06.04	13.04
Аршалы	155	15.10	10.11	02.04	16.04
Коргалжын	150	24.10	15.11	06.04	16.04

В таблице 20 приведены средние многолетние значения высоты снежного покрова по декадам. Высота снежного покрова достигает своей максимальной высоты в конце февраля - начале марта (рисунок 10). В это время высота снежного покрова по территории области колеблется от 19 см на МС Степногорск до 49 см на МС Балкашино. В апреле месяце с повышением температуры воздуха начинается интенсивное снеготаяние.

Таблица 20 - Средняя декадная высота снежного покрова по постоянной рейке,
см

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

Астана	1	2	4	5	8	12	14	16	18	20	21	22	24	24	24	22	14	5	2
Егиндыколь	1	3	4	7	8	13	15	16	18	21	22	24	25	26	26	25	19	10	4
Аршалы	1	4	5	6	9	11	13	15	15	16	17	18	21	22	21	18	14	6	2
Коргалжын	1	2	2	4	6	8	11	14	17	21	25	26	29	32	34	34	29	17	6

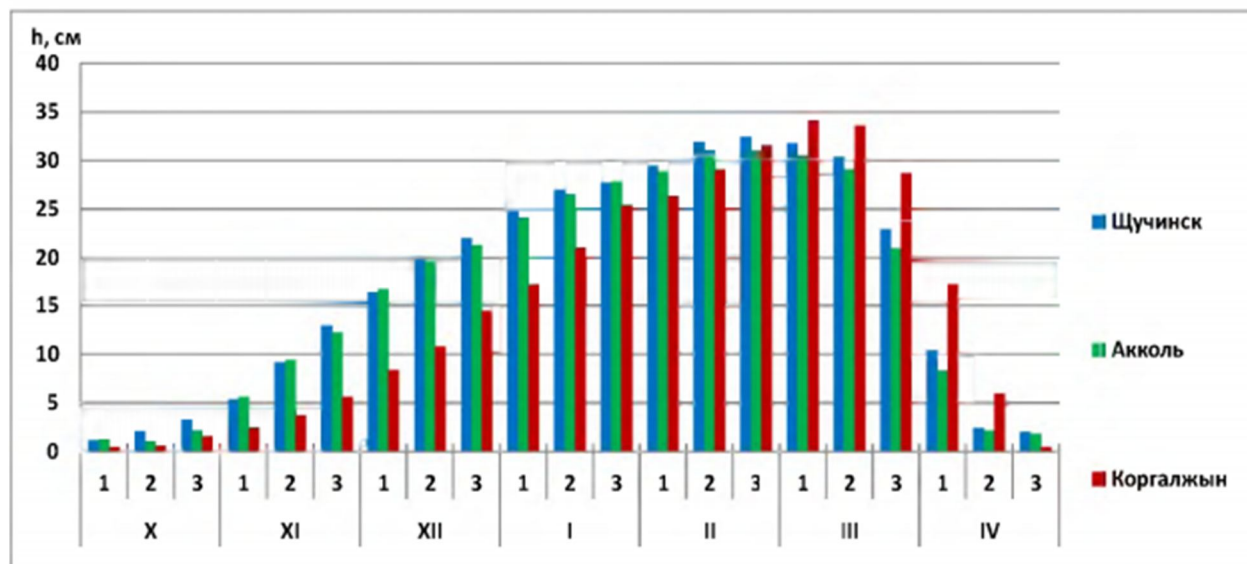


Рисунок 10 - Динамика высоты снежного покрова в холодный период года

В таблице 21 представлены среднемноголетние данные по запасам воды в снежном покрове по результатам снегосъемок на открытом поле. Запасы воды в снежном покрове достигают наибольших значений в конце февраля - начале марта. В это время она доходит на МС Балкашино до 138 мм (~ 138 л/м²), а наименьшим запасом воды обладает снежный покров в районе МС Кокшетау, менее 40 мм.

Важным и прямым показателем обеспеченности сельскохозяйственных культур влагой являются запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом (метровом) слое почвы. В Акмолинской области запасы продуктивной влаги почвы (ЗПВ) измеряются на 11 пунктах, т.е. на 8 МС и 3 АМП. При этом ЗПВ определяются на сельскохозяйственных полях, у которых известны агрогидрологические константы почвы. Влажность почвы определяется 1 раз в 10 дней, по восьмым дням декады (08, 18, 28 числа месяца). Нами для оценки условий поч-

венного увлажнения были использованы данные ЗПВ для 20 см и 100 см слоев почвы за период с 2003 по 2015 год

Таблица 21 - Запас воды в снежном покрове по снегосъёмкам на последний день декады (поле), мм

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

В таблице 22 приведены преобладающий тип почв, их механический состав и наименьшая полевая влагемкость (НПВ) в наблюдательных участках МС и АМП. В области распространены в основном черноземы обыкновенные и южные, темно-каштановые почвы. По механическому составу являются тяжело- и среднесуглинистыми. НПВ колеблется для 20 см слоя почвы от 37 до 60 мм, а для 100 см слоя почвы - от 158 до 224 мм.

Таблица 22 - Основные типы почв и их наименьшая полевая влагемкость (НПВ)

НП (МС, АМП)	Преобладающая почва, механический состав	НПВ, мм (0-20 см)	НПВ, мм (0-100см)
АМП Катарколь	Черноземы обыкновенные и южные, тяжелосуглинистые	44	221
Зеренды	Черноземы южные, среднесуглинистые	44	192
Балкашино	Черноземы обыкновенные, тяжелосуглинистые	41	184
АМП Вознесенка	Черноземы обыкновенные и	58	224

	южные, легкосуглинистые		
Жаксы	Черноземы южные карбонатные, тяжелосуглинистые	48	202
Атбасар	Черноземы южные карбонатные, тяжелосуглинистые	46	197
Шортанды	Черноземы южные карбонатные, тяжелосуглинистые	60	203
Жалтыр	Темно-каштановые, легкосуглинистые	37	158
АМП Новоишимка	Темно-каштановые, среднесуглинистые	46	207
Егиндыколь	Темно-каштановые, тяжелосуглинистые	45	203
Аршалы	Темно-каштановые, тяжелосуглинистые	44	203

Запасы влаги измеряются с момента оттаивания и просыхания почвы до начала уборки урожая, после уборки измерение возобновляется и продолжается до даты устойчивого перехода суточной температуры воздуха через 5 °С осенью. В таблицах 23 и 24 приведены средние многолетние данные ЗПВ по слоям 0-20 и 0 100 см почвы в вегетативно активный период года, т.е. с мая по август месяцы. ЗПВ были измерены на полях зерновых культур, в основном под яровой пшеницей. Надо отметить, что в 2011 году измерение ЗПВ на МС Щучинск был перенесен на АМП Катарколь. Поэтому в рядах ЗПВ на АМП Катарколь до 2010 года были использованы данные по МС Щучинск. В период весенне-полевых работ (начало мая) ЗПВ в пахотном слое почвы по области колеблется от 21 мм на МС Жалтыр до 39 мм на АМП Катарколь (таблица 22). Далее к середине лета ЗПВ уменьшается почти в два раза (18-30 мм), а в августе бывает еще меньше (8-21 мм). В области наибольшие ЗПВ наблюдаются в районе возвышенности Кокшетау, т.е. в районах АМП Катарколь (район г. Щучинск), МС Зеренды и МС Балкашино. Такая же закономерность временного распределения свойственна и для ЗПВ в метровом слое почвы. ЗПВ в метровом слое почвы в период весенне-полевых работ (май) по области колеблется от 73 мм на МС

Жаксы до 185 мм на МС Зеренды. В целом ЗПВ уменьшается с севера на северо-восток области (таблица 23).

Таблица 23. Средние многолетние запасы продуктивной влаги в 0-20 см слое
почвы, мм

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

Таблица 24. Средние многолетние запасы продуктивной влаги в 0-100 см слое
почвы, мм

НП (МС,АМП)	Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Катарколь	160	161	165	154	145	144	142	150	136	123	117	118
Зеренды	185	181	173	169	160	162	164	162	154	151	143	132
Балкашино	145	135	137	124	103	112	113	116	114	110	93	93
Вознесенка	144	139	127	121	116	117	97	97	94	83	68	65
Жаксы	73	59	62	51	48	48	68	54	56	51	37	41
Атбасар	121	120	111	109	98	90	88	91	86	78	66	61

Шортанды	107	88	91	83	66	64	60	60	66	50	45	49
Жалтыр	95	96	93	86	83	81	86	76	77	77	72	72
Новоишимка	130	119	136	117	117	97	88	79	79	69	65	55
Егиндыколь	104	92	90	89	84	73	56	54	58	47	46	44
Аршалы	158	137	137	131	123	105	88	71	69	56	55	62

Для оценки влагообеспеченности зерновых культур значения ЗПВ сравнивались со значениями наименьшей полевой влагоемкости почвы (НИВ), которая в свою очередь зависит от типа и механического состава почвы. Для оценки использовались следующие критерии: - более 100% от НПВ - избыточное увлажнение; - 80-100% от НПВ - оптимальное увлажнение; - 50-80% от НПВ - удовлетворительное увлажнение; - менее 50% от НПВ - недостаточное увлажнение. Как расчеты показали, в период вегетации зерновых культур (май-июль) хорошие условия увлажнения создаются в районе возвышенности Кокшетау. Например, в среднемноголетнем режиме оптимальное увлажнение почвы (80-96%) имеет место в районе МС Зеренды с мая по июль, а в августе - удовлетворительное. Также в районах АМП Катарколь (Щучинск) и МС Балкашино удовлетворительное увлажнение почвы (50-79%) сохраняется в течение всей вегетации, т.е. май-август месяцы (таблица 25). В среднемноголетнем режиме не удовлетворительное увлажнение почвы (менее 50%) в течение май-август имеет место в районе МС Жаксы. На МС Шортанды и Егиндыколь только в начале мая бывает удовлетворительное увлажнение почвы (51-53%), а далее до конца августа устанавливаются не удовлетворительные условия. На остальной территории центральной и южной частей области в первой половине вегетации устанавливается удовлетворительное увлажнение почвы (50-79%), а во второй половине - не удовлетворительное 67. Таким образом, в зерносеющих районах Акмолинской области увлажненность почвы под зерновыми культурами по данным ЗПВ характеризуется как удовлетворительная.

Таблица 25 - Средние многолетние ЗПВ в 0-100 см слое почвы, в % от НПВ

НП (МС,АМП)	Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Катарколь	72	73	75	69	65	65	64	68	62	55	53	53
Зеренды	97	94	90	88	83	85	85	84	80	79	74	69
Балкашино	79	73	74	67	56	61	61	63	62	60	50	50
Вознесенка	64	62	57	54	52	52	44	43	42	37	31	29
Жаксы	36	29	31	25	24	24	34	27	28	25	18	20
Атбасар	62	61	56	55	50	46	45	46	44	40	34	31
Шортанды	53	43	45	41	33	31	30	29	32	25	22	24
Жалтыр	60	61	59	54	53	51	54	48	49	49	46	45
Новоишимка	63	57	66	56	56	47	42	38	38	33	31	26
Егиндыколь	51	45	44	44	42	36	28	27	28	23	23	21
Аршалы	78	67	67	65	61	51	14	35	34	27	27	31

Влагообеспеченность вегетационного периода. Обеспеченность осадками. Наравне с запасами продуктивной влаги в почве основным прямым показателем влагообеспеченности является сумма осадков за различные, важные для сельского хозяйства периоды года. Для сельскохозяйственных культур особенно важны осадки, выпавшие в период их активной вегетации (от посева до созревания), т.е. за период май-август. В сентябре, когда зерновые культуры дозревают, и проводится уборка урожая, благоприятной является ясная и без осадков погода. Также важны и осадки холодного периода года, которые определяют величину весенних запасов влаги в почве, т.е. в период сева сельскохозяйственных культур. Соответственно нами были проанализированы суммы осадков за теплый (апрель октябрь) и холодный периоды года (ноябрь-март), а также за период активной вегетации сельскохозяйственных культур (май-август), осредненные за 1981-2016 гг. В течение холодного периода года по территории Акмолинской области в среднем выпадают осадки в пределах 65-

129 мм. За теплый период года выпадают гораздо больше осадков, в среднем 183-271 мм. Из них 122-190 мм осадков выпадают в период активной вегетации сельскохозяйственных культур (таблица 26).

Таблица 26- Суммы осадков за периоды ноябрь-март (R11-3), апрель-октябрь (R4-10) и май-август (R5-8), мм

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

В теплый период года наименьшее количество осадков выпадает в районах МС Коргалжын, Жаксы и Есиль. На рисунке 11 представлено пространственное распределение сумм осадков за теплый период года. В северо-западной и центральной части области имеется полоса с суммами осадков более 260 мм, включающая возвышенность Кокшетау и территорию до Ерейментауских гор. От данной полосы сумма осадков уменьшается в двух направлениях: на северо-восток области - до 220 мм и менее, на юго-запад области - до 180 мм

и менее. В таблице 25 приведена различная обеспеченность сумм осадков за период май август. На севере области за период активной вегетации сельскохозяйственных культур в среднем выпадают осадки около 190 мм, обеспеченность чего составляет примерно 45%. Здесь на 90% обеспечено около 110 мм осадков, т.е. в 9 годах из 10 за период май август выпадают осадки не менее 110 мм. На 10% обеспечено осадки около 290 мм, т.е. за период май-август выпадают осадки 290 мм 1 раз в 10 лет. На юге области за май-август на 90% обеспечено суммы осадков в пределах 70-90 мм, а на 10% обеспечено осадки 190-200 мм. Надо отметить, что по данным среднемноголетнее значение годовой испаряемости по территории Акмолинской области растет с севера на юг от 730 до 800 мм.

Таблица 27 - Обеспеченность (Р) сумм осадков за период май-август (R5-8), %

НП (МС)	Р, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Кокшетау	294	246	210	200	162	151	129	126	109	81
Боровое	267	234	204	194	176	161	146	140	120	83
Щучинск	279	252	232	200	182	155	153	128	103	59
Балкашино	294	261	223	187	174	154	140	127	108	72
Степногорск	213	202	183	167	158	143	123	110	101	77
Акколь	245	203	187	184	176	162	152	126	112	88
Есиль	198	182	155	134	119	112	109	99	92	54
Жаксы	199	181	149	129	112	103	95	91	83	32
Атбасар	225	187	165	157	139	126	122	117	86	39
Ерейментау	269	249	234	182	165	155	138	134	123	96
Жалтыр	225	215	195	164	156	138	118	104	97	70
Астана	204	189	178	166	151	140	126	109	100	68
Егиндыколь	193	167	154	128	122	107	100	88	67	42
Аршалы	244	190	172	151	139	129	122	103	89	64

Коргалжын	187	159	135	123	121	102	88	79	65	38
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----

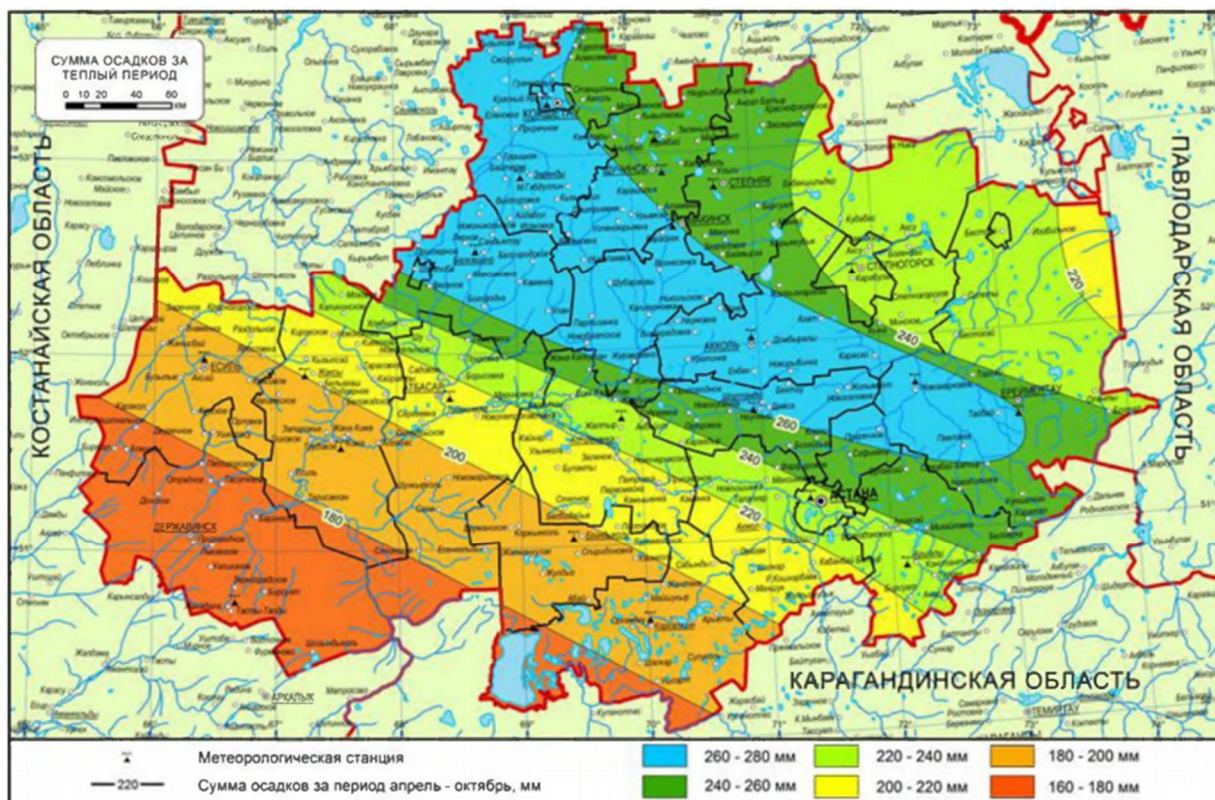


Рисунок 11 - Сумма осадков за теплый период года

Оценка увлаженности вегетационного периода. Для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур часто прибегают к косвенным показателям, в частности к расчету коэффициента увлажнения. Соответственно нами для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных культур в период их активной вегетации (май-август) был использован коэффициент увлажнения - К. В среднем по территории Акмолинской области коэффициент увлажнения К составляет 0,67-1,14, и ему свойственно уменьшение с севера на юг (таблица 28).

Таблица 28 - Влагообеспеченность по коэффициенту увлажнения К

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

На рисунке 12 представлено пространственное распределение коэффициента увлажнения К. В районе возвышенности Кокшетау (МС Щучинск, МС Балкашино) значение К превышает 1,0 и влагообеспеченность вегетационного периода оценивается как «оптимальная и устойчивая». В центральной части области, включающая территорию от Кокшетауской возвышенности до Ерейментауских гор, а также до Степногорска, К составляет 0,9—1,0, что характеризуется как «достаточная, но не устойчивая влагообеспеченность». От этой полосы в сторону северо-востока и юго-запада области значение К уменьшается. Изолиния $K = 0,80$ проходит через Атбасар и Астана, разделяя наклонной лини-

ей юго-западную часть области, где влагообеспеченность вегетационного периода оценивается как «недостаточная». Влагообеспеченность на крайнем юго-западе области характеризуется как «умеренный дефицит влаги» ($K < 0,6$). В таблице 29 приведена различная обеспеченность значений коэффициента увлажнения K . Например, на севере и востоке области на 90% обеспечено значение $K > 0,60$, т.е. в 9 годах из 10 влагообеспеченность вегетационного периода характеризуется как «недостаточная влагообеспеченность». На юге и западе области $K(90\%)=0,42-0,59$, что характеризуется как «умеренный дефицит влаги».

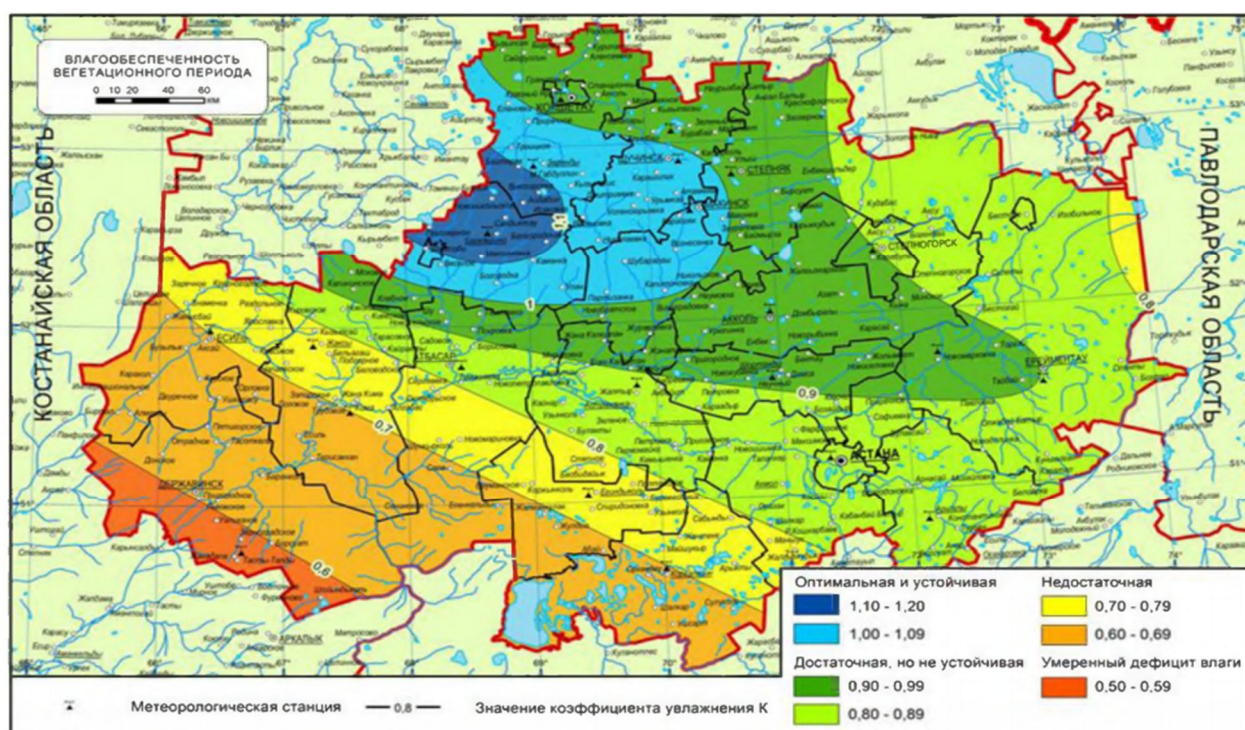


Рисунок 12 - Влагообеспеченность вегетационного периода

В условиях Казахстана при оценке влагообеспеченности вегетационного периода также необходимо оценить климатическую засушливость вегетационного периода. Поэтому нами была проведена оценка засушливости вегетационного периода по ГТК, рассчитанный за период май-август ($ГТК_{5-8}$).

Таблица 29 - Обеспеченность (Р) значений коэффициента увлажнения К, %

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

Северная половина области, включая Кокшетаускую возвышенность и территорию выше Шортанды, до Ерейментау и Степногорска, в период активной вегетации растений является «не засушливой» (ГТК > 0,8). Территории восточнее и южнее этой зоны, являются «слабо засушливыми» (ГТК = 0,6-0,8), а юго-западная часть области является «умеренно засушливой» (ГТК < 0,6) (таблица 30, рисунок 13).

Таблица 30 - Средние значения ГТК за период май-август и оценка засушливости

НП (МС)	ГТК ₅₋₈	Оценка засушливости
Кокшетау	0,87	Не засушливо
Боровое	0,92	Не засушливо
Щучинск	0,95	Не засушливо
Балкашино	0,96	Не засушливо
Степногорск	0,76	Слабо засушливо
Акколь	0,84	Не засушливо
Есиль	0,61	Слабо засушливо
Жаксы	0,60	Слабо засушливо
Атбасар	0,68	Слабо засушливо
Ерейментау	0,87	Не засушливо
Жалтыр	0,71	Слабо засушливо
Кима	0,54	Умеренно засушливо
Астана	0,68	Слабо засушливо
Егиндыколь	0,57	Умеренно засушливо
Аршалы	0,71	Слабо засушливо
Коргалжын	0,53	Умеренно засушливо

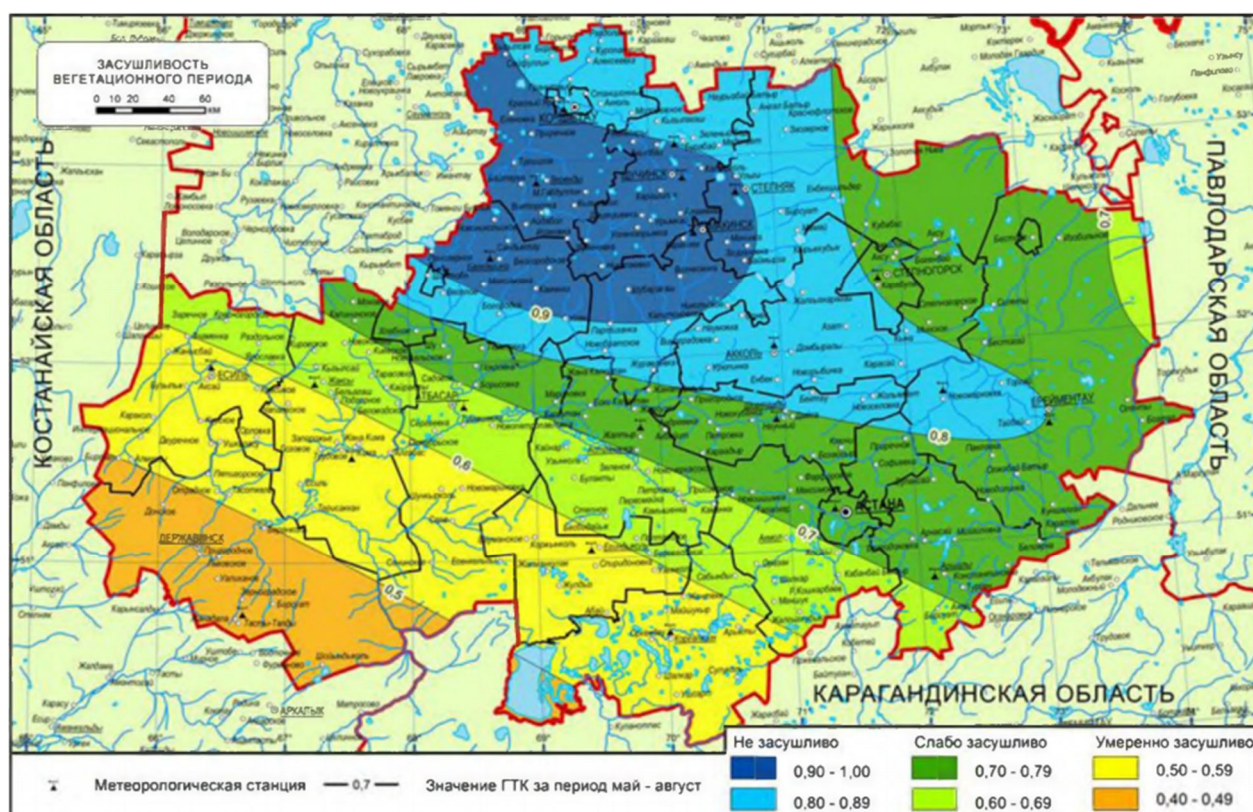


Рисунок 13 - Засушливость вегетационного периода

2.4 Режим влажности воздуха

Влажность воздуха также влияет на процесс роста, развития и созревания сельскохозяйственных культур. Низкая влажность воздуха в период вегетации, означающая сухость воздуха вызывает интенсивное испарение и отрицательно влияет на растение и может привести к щуплости зерна (захват зерна). Влажность воздуха ниже 30% является признаком засушливости. Высокая влажность воздуха в период уборки урожая может привести к прорастанию зерна в валках. От влажности воздуха также зависит работа комбайна и его производительность. На территории Акмолинской области приземный атмосферный воздух является достаточно влажным. Средняя годовая относительная влажность воздуха колеблется около 70% (таблица 31). Относительная влажность воздуха растет от лета к зиме (рисунок 14). Наименьшие значения относительной влажности воздуха (50-59%) наблюдается в мае-июне. В зимние месяцы относительная влажность воздуха повышается до 80% и выше.

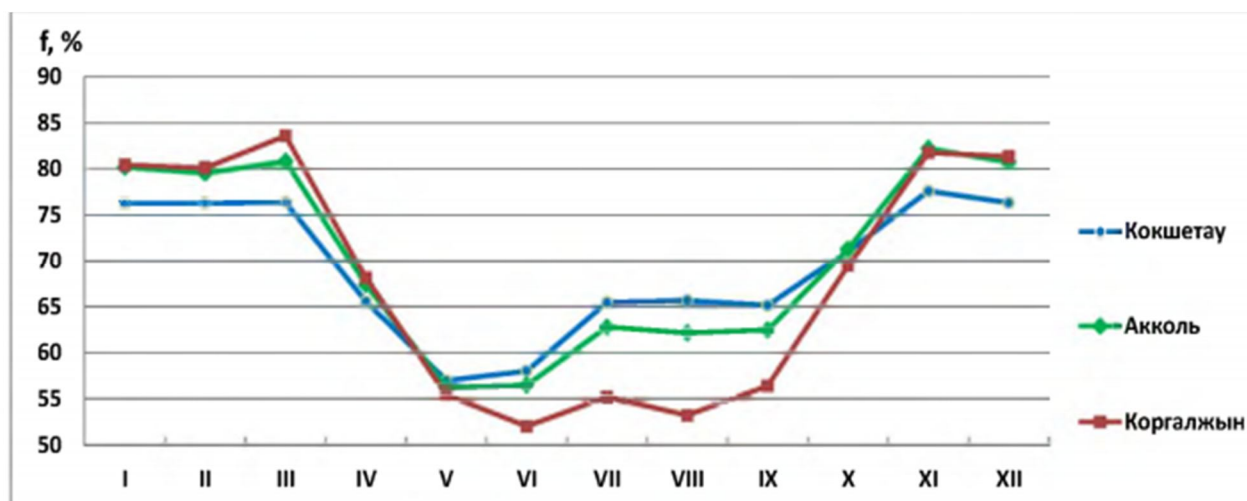


Рисунок 14 - Годовой ход относительной влажности воздуха

Таблица 31 - Месячная и годовая относительная влажность воздуха, %

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

3. 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 32 приведены данные по температуре поверхности почвы на период проведения весенне-полевых работ и сева сельскохозяйственных культур. Например, в мае средняя месячная температура поверхности почвы по области колеблется от 2-5 °С (утром) до 32-38 °С (после полудня), и в среднем составляет 15-18 °С. В таблице 33 приведены данные по средней декадной температуре поверхности почвы. В среднем поверхность почвы прогревается в первой декаде мая до 7-12 °С, в третьей декаде - до 17-20 °С, а в июне - превышает 20 °С.

Таблица 32 - Температура поверхности почвы, °С
Таблица 34 - Средняя декадная температура поверхности почвы, °С

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

Таблица 33 - Средняя декадная температура поверхности почвы, °С

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

В таблице 34 приведена средняя месячная температура пахотного слоя почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см, по коленчатым термометрам. В среднем за май месяц температура в верхнем 5 см слое почвы составляет около 13 °С на севере и около 16 °С на юге области, а на глубине 20 см - около 11 °С и 14 °С соответственно. В июне пахотный слой почвы 82 прогревается в среднем за месяц до 20-23 °С в 5 см глубине, до 17-20 °С в 20 см глубине. Разница в температуре почвы севера и юга области составляет около 3 °С.

Таблица 34 - Средняя месячная температура верхних слоев почвы (5, 10, 15 и 20 см), °С

НП (МС)	Май (глубина, см)				Июнь (глубина, см)			
	5	10	15	20	5	10	15	20
Кокшетау	-	-	-	-	20,3	19,0	18,1	17,1
Щучинск	13,2	12,2	14,0	11,0	19,7	18,6	17,7	17,5
Балкашино	13,4	12,4	11,6	10,8	19,9	18,8	18,0	17,3
Акколь	-	-	-	-	21,1	19,8	18,7	17,7
Есиль	15,0	13,7	13,0	12,2	21,1	20,0	19,4	18,6
Атбасар	13,5	12,3	11,4	10,4	20,4	19,3	18,5	17,5
Астана	16,1	15,2	-	13,8	22,3	21,3	20,8	-
Аршалы	-	-	-	-	20,2	19,2	18,1	17,0
Коргалжын	16,2	15,0	14,4	13,8	23,2	21,9	21,5	20,6

Осенью с понижением температуры воздуха почвенный покров начинает промерзать с поверхности вглубь почвы. Весной после таяния снежного покрова почва начинает оттаивать, также с поверхности вглубь. Промерзание почвы является одним из факторов, обуславливающих перезимовку озимых культур и производства весенних полевых работ. Промерзание почвы зависит от множества факторов: типа и механического состава почвы, степени увлажнения, высоты снежного покрова, температуры воздуха, рельефа и т.д. В области устойчивое промерзание почвы в среднем начинается на севере области в конце октября, на юге - в начале ноября, а в годы с холодной осенью - в период 1-16 октября. Весной верхний 10 см слой почвы оттаивает в среднем на юге области - 5 апреля, на севере - 15 апреля, и почва полностью оттаивает в конце апреля. Самая поздняя дата оттаивания почвы зафиксирована на юге области - 9 мая, на севере - 25 мая (таблица 35).

**Таблица 35 - Даты начала устойчивого промерзания и полного оттаивания поч-
вы**

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

4. АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

На основе пространственного распределения агроклиматических показателей теплообеспеченности, влагообеспеченности, биоклиматического потенциала (БКП), фотосинтетической активной радиации (ФАР), заморозков, условий перезимовки, а также с учетом типов почвы было проведено агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур по территории Акмолинской области. Нами были рассмотрены 29 видов сельскохозяйственных культур, возделываемых в Казахстане, у которых известны потребности в тепле и влаге. Потребности в тепле были выражены в биологической сумме температур воздуха за период вегетации, т.е. от начала роста до созревания (см. таблицу 36). Также были известны потребности в тепле их сортов по скороспелости (раннеспелые, среднеспелые, позднеспелые). Для определения возможности возделывания растений по влагообеспеченности (при естественном увлажнении атмосферными осадками) использовался коэффициент увлажнения К. При этом в качестве южной границы сухого земледелия использовался изолиния $K(80\%) = 0,40$. Для оценки соответствия ресурсов климата требованиям культур нами были использованы значения сумм активных температур воздуха выше 10°C соответствующей 90%-ной обеспеченности, значение коэффициента увлажнения К соответствующей 80%-ной обеспеченности.

Яровые культуры

На территории Акмолинской области месячные суммы ФАР при средней облачности в вегетативно активный период (с мая по август) составляет 274-329 МДж/(м²•мес) на севере области, 288-365 МДж/(м •мес) на юге области. С мая по август месяцы в среднем за месяц солнце сияет в течение 8,5-10,6 часов в сутки на севере, 9,8-11,3 часов в сутки - на юге области. Территория области подходит для роста и развития растений длинного дня, ресурсы солнечной радиации в естественных условиях достаточны для оптимальной жизнедеятельно-

сти сельскохозяйственных культур. Продолжительность вегетационного периода для ранних яровых культур составляет 170-183 суток. Продолжительность вегетационного периода для поздних яровых культур растет с севера на юг от 131 до 150 суток, а для теплолюбивых культур - от 82 до 108 суток. За весь вегетационный период (с температурой воздуха выше 5 °С) на территории области накапливается 2382-2895 °С тепла. За период с температурой воздуха выше 10 °С накапливается тепло 2102-2612 °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 1463- 2075 °С. За теплый период года в среднем выпадают 183-271 мм осадков, из них 122-190 мм выпадают в период активной вегетации сельскохозяйственных культур. На севере области за этот период на 90% обеспечено около 110 мм осадков, а на юге - в пределах 70-90 мм. На рисунке 15 представлена карта агроклиматического районирования сельскохозяйственных яровых культур (зерновые, зернобобовые, масличные, технические и овощные культуры) на территории Акмолинской области. Здесь учтена только тепло и влагообеспеченность. Территория области делится на 3 зоны. В первой зоне можно возделывать культур, которым для прохождения всей вегетации необходимо тепло до 2000 °С, во второй зоне - до 2200 °С, в третьей - до 2400 °С. В первую зону входит территория Кокшетауской возвышенности. Во вторую зону входит крайний север, северо-восток, центр и северо-восток области. Третья зона занимает юг и юго-восток области. В первой зоне агроклиматические условия удовлетворяют требования культур с 1 по 4 группы, во второй зоне - с 1 по 5 группы, в третьей - с 1 по 6 группы.



Рисунок 15 - Агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в Акмолинской области климатические условия зимы не позволяют на системной основе возделывать озимых зерновых культур. С целью утепления посевов обязательно нужно проводить снегозадержание, особенно в первую половину зимы, когда накопление снежного покрова значительно отстает от понижения температуры воздуха. Надо отметить, что частые сильные ветры обуславливают сдувание снега с равнинных и возвышенных участков, особенно в начале зимы. Также к неблагоприятным факторам для возделывания озимых зерновых культур относится условие осеннего периода вегетации. За относительно короткий осенний период растения не успевают хорошо развиваться и закалиться. Хорошо раскустившиеся и закаленные озимые зерновые лучше переносят суровые зимние условия. Осенью в условиях понижения температуры у озимых культур протекают сложные физиологические процессы, обеспечивающие подготовку их к зимовке так называемая закалка растений. 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. 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 закаливания и степень зимостойкости растений. Неблагоприятные зимние условия могут быть значительно ослаблены при соблюдении оптимальных сроков сева. Для определения климатически оптимальных сроков сева озимых зерновых культур были определены даты, при которых к

моменту перехода температуры воздуха через 5 °С, накопятся 550-600 °С. При этом считалось, что запасы влаги в почве достаточны для роста и развития озимых зерновых культур.

В случае возделывания озимой ржи в Акмолинской области, при средних климатических условиях посев необходимо произвести на крайнем севере области в период с 18 по 22 августа, в районе Кокшетауской возвышенности - с 13 по 17 августа, на северо-востоке области - с 17 по 21 августа, на западе, в центре и на юго-востоке - с 20 по 24 августа, а на юге - с 22 по 26 августа. Таким образом, учитывая всех условий осенне-зимнего периода, не рекомендуется в Акмолинской области возделывать озимых зерновых культур (ячмень, пшеница, рожь).

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Колосков П.И. Агроклиматическое районирование Казахстана. - М.: Издательство академии наук СССР, 1947. - 267 с.
- 2 Агроклиматические и водные ресурсы районов освоения целинных и залежных земель. Под ред. Ф.Ф.Давитая. - Л.: Гидрометеиздат, 1955. - 465 с.
- 3 Утешев А.С. Климат Казахстана. - Л.: Гидрометеиздат, 1959. 370 с.
- 4 Агроклиматический справочник по Акмолинской области. - Л.: Гидрометеиздат, 1958. - 136 с.
- 5 Байшоланов С.С. О проблемах агрометеорологического прогнозирования в Казахстане // Вестник КазГУ, Серия географическая Вып. 1(11). 2001. - Алматы, КазГУ. С. 32-37.
- 6 Лосев А.П. Практикум по агроклиматическому обеспечению растениеводства. - СПб.: Гидрометеиздат, 1994. - 243 с.
- 7 Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. - 200 с.
- 8 Грингоф И.Г., Клещенко А.Д., Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том 1. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия. - Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. - 808 с.
- 9 Севастьянова Л.М., Николайченко Ю.Н. Потенциальные ветро- и гелиоэнергетические ресурсы в Алтайском крае // Вестник Томского государственного университета. 2012. - № 365. - С .187-193.
- 10 Мищенко З. А. Агроклиматология: учебник. - К.: КНТ, 2009. - 512 с.

- 11 Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. - 424 с.
- 12 Руководство по агрометеорологической практике. Второе издание. ВМО - №134 Женева, 1981. - С.106 -107.
- 13 Педь Д.А. О показателе засухи и избыточного увлажнения. //Тр. ГМЦ СССР. Вып. 156, 1975. - С.19 - 39.
- 14 Руководство для пользователей стандартизированного индекса осадков // ПогодаКлимат-Вода. ВМО -№1090, 2012. - 25 с.
- 15 Григорук В.В., Аюлов А.М., Долгих С.В. Байшоланов С.С. Акмолинская область: климат и урожай. Алматы, 2012. - 88 с.
- 16 Байшоланов С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана // Гидрометеорология и экология. № 3. Алматы, 2010. РГП «Казгидромет», С. 27-38.
- 17 Серякова Л.П. Агрометеорология. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. -180 с.
- 18 Справочник по показателям и индексам засушливости. ВМО-№ 173. 2016. - 60 с.
- 19 Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2005. -525 с.
- 20 Страшная А.И., Пурина И.Э., Чуб О.В., Задорнова О.И., Чекулаева Т.С. Автоматизированная технология мониторинга и расчета количества декад с почвенной и атмосферно-почвенной засухой под зерновыми культурами // Труды Гидрометцентра России, 2013. Вып. 349. - С. 150-160.
- 21 Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В. Основы оперативной системы оценки развития засух и ее опыт экспериментальной эксплуатации // Труды ВНИИСХМ. 2002. Вып. 34. - С. 48-66.

- 22 Дмитриева Л.И. Оценка временной изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур /Методическое указание/ -Одесса: ОГМИ, 1985. -19 с.
- 23 Муканов Е.Н. Байшоланов С.С. Районирование и оценка засушливости вегетационного периода на территории Казахстана // Материалы международной научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы прикладной гидрометеорологии». - Одесса: ОДЕКУ, 2012. -С. 100-104.
- 24 Пасечнюк, Л.Е., Сенников В.А. Агроклиматическая оценка суховеев и продуктивность яровой пшеницы. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 126 с.
- 25 Методические указания по составлению «Научно-прикладного справочника по агроклиматическим ресурсам СССР (серия 2, ч. 1 и 2). - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 149 с.
- 26 Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. - Алматы, 2010. - 264 с.
- 27 Методические указания по определению влияния неблагоприятного природного явления на вегетацию сельскохозяйственных культур для определения факта наступления страхового случая. РГП «Казгидромет». Алматы, 2006. - 24 с.
- 28 Долгих С.А. Опасность сильных дождей // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. - Алматы, 2010. -С. 138.
- 29 Чередниченко А.В. Опасность градобития // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан. Под ред. Медеу А.Р. -Алматы, 2010. -С. 142.