

Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды
(РОСГИДРОМЕТ)

И.Г. Грингоф, О.Л. Бабушкин

**КЛИМАТ, ПОГОДА
И ПАСТБИЩНОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО**

Под редакцией
кандидата географических наук
А.Д. Пасечнюка

Обнинск
2010

И.Г. Грингоф, О.Л. Бабушкин. Климат, погода и пастбищное животноводство. Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2010. – 352 с.

Обобщены основные результаты многолетних исследований влияния климата и погоды на сельскохозяйственных животных, находящихся на пастбищах в течение всего года. Описаны особенности теплового баланса и обмен энергии у теплокровных животных, энергетические потребности животных, находящихся в условиях жаркого (овцы) и холодного климата (северные олени). Сообщаются особенности водного режима овец в летний и зимний периоды.

Подробно рассмотрены зоометеорологические условия всех сезонов года. Обобщены известные в научной литературе критерии неблагоприятных и опасных зооклиматических и зоометеорологических условий для оценки состояния сельскохозяйственных животных и проведения основных хозяйственных мероприятий в овцеводстве и северном оленеводстве в различные сезоны года.

Описаны основные положения математического моделирования состояния и продуктивности овец и северных оленей в зависимости от складывающихся зоометеорологических условий.

Книга рассчитана на специалистов-зоометеорологов, работников подразделений УГМС и сети метеорологических станций, ведущих оперативное обеспечение гидрометеорологической информацией потребителей животноводческой отрасли в стране. Книга может быть полезной для преподавателей и студентов вузов и техникумов по курсам прикладной сельскохозяйственной экологии, биометеорологии, а также специалистов-зоотехников и экологов, работающих в России и других странах СНГ.

Табл. 75. Ил. 85. Библ. 215.

Basic results are generalized of long-term studies of climate and weather impact on farm animals which are at grass for the full year. Described are the peculiarities of heat balance and energy exchange of warm-blood animals, energy demands of animals existing under hot (sheep) and cold (reindeers) climate conditions. Sheep moisture regime in summer and winter periods is presented.

Zoometeorological conditions of all the seasons are considered in detail. All known criteria of adverse and dangerous zooclimatic and zoometeorological conditions are generalized to assess the form of farm animals and to hold activities in sheep farming and reindeer breeding in different seasons.

The conceptual issues of mathematical simulation of sheep and reindeer conditions depending on available zoometeorological conditions are described.

The book is intended for specialists-zoometeorologists, HMSM and meteorological network workers, realizing the operational hydrometeorological support of animal farming in the country. The book may be useful for the Institute and Technical school professors and students in the course of applied agricultural ecology, biometeorology as well and processes in the upper atmosphere and the near-Earth space. The results of the development of unique technical means for studying atmospheric processes are given.

The collection of papers may be interested for a wide range of specialists in physics of the lower and upper atmosphere, atmospheric optics and post-graduate students and students of corresponding research areas.

Tab. 75. Ill. 85. Bibliogr. 215.

*Светлой памяти нашего друга и коллеги –
Александра Ивановича Чекереса –
одного из основоположников
зоометеорологии и зооклиматологии,
известного ученого в области
современной агроэкологии*



Александр Иванович Чекерес (1933–2005 гг.) окончил Одесский гидрометеорологический институт (ОГМИ) в 1957 г. по специальности «инженер-агрометеоролог» и был направлен в г. Алма-Ату на работу в Казахский научно-исследовательский институт (КазНИГМИ). Работая в должностях младшего и старшего научного сотрудника (по 1966 г.), развивал совместно с А.П. Федосеевым и Н.А. Конюховым научные основы нового в те годы научного направления в области сельскохозяйственной метеорологии – зоометеорологии и зооклиматологии. Он разработал и внедрил в опе-

ративную работу Гидрометслужбы Казахской ССР новые методы оценки зоометеорологических условий проведения основных хозяйственных мероприятий в овцеводстве (выпас в различные сезоны года, стрижка, перегон на новые пастбища, окот и т.п.). Впервые предложил научную концепцию зооклиматического районирования территории пастбищного овцеводства в стране. В 1967 г. защитил кандидатскую диссертацию по географическим наукам.

С 1966 по 1979 г. Александр Иванович работал старшим научным сотрудником отдела экономической оценки природных ресурсов в Институте экономики АН Казахской ССР. В эти годы он разрабатывал научные основы экономической оценки климатических ресурсов применительно к различным отраслям сельскохозяйственного производства, он один из авторов метода долгосрочного прогнозирования природоохранных мероприятий в отдельных регионах республики.

С 1979 г., после переезда в г. Москву, А.И. Чекерес работал в системе Министерства сельского хозяйства СССР заместителем директора по науке ВНИИ охраны природы и охрannого дела. С 1985 г. он

перешел на преподавательскую работу в Московскую сельскохозяйственную академию им. К.А. Тимирязева (МСХА) сначала доцентом на кафедру лесоводства и охраны природы, а затем – заведующим и доцентом на кафедру экологии. Он разработал цикл учебных программ и лекций по проблемам сельскохозяйственной экологии (агроэкологии), охраны окружающей среды, экономики природопользования и ряд других для студентов сельскохозяйственных институтов по специальности «Агроэкология».

В течение 15 лет Александр Иванович был членом Президиума Центрального Всероссийского общества охраны природы (1981–1996 гг.). В 1994 г. он был избран почетным членом этого общества.

А.И. Чекерес опубликовал более 100 научных работ, в том числе монографию «Погода, климат и отгонно-пастбищное животноводство» (1973). Ему принадлежит инициатива разработки современного, уникального учебника для студентов сельскохозяйственных институтов «Агроэкология» (в трех томах). Для этого А.И. Чекерес организовал большой авторский коллектив известных ученых, выступил основным научным редактором (совместно с проф. В.А. Черниковым) двух томов, автором и соавтором многих глав в обоих томах. Первый том был издан в 2000 г. и удостоен золотой медали Всероссийского выставочного центра «Лауреат ВВЦ», второй том – «Агроэкология. Методология, технология, экономика» – вышел в свет в 2004 году.

Скоропостижная смерть оборвала жизнь этого неутомимого и трудолюбивого ученого – запланированная им работа над третьим томом «Агроэкологии» оказалась неосуществленной...

А.И. Чекерес был награжден дипломом ВДНХ (1982), медалью «В честь 850-летия Москвы» и другими знаками отличия.

Александр Иванович был незаурядным человеком, энтузиастом-исследователем природы Казахстана, в полевых условиях провел несколько экспедиционных сезонов. Он профессионально отстаивал интересы охраны природы России для сохранения ее ресурсов и богатств будущим поколениям, содействовал распространению знаний среди молодежи по этой масштабной проблеме. Он был высокообразованным, интеллигентным и доброжелательным педагогом, бескорыстно отдававшим свои силы и знания студентам и коллегам. Его исключительная скромность в личной жизни была высоким примером для окружающих. Он любил жизнь, свою семью и родных, ценил дружбу и верность, честность и компетентность коллег.

Авторы

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	9
Глава 1. Пастбищное животноводство – особая форма содержания сельскохозяйственных животных	13
Глава 2. Становление и развитие зоометеорологических и зооклиматических исследований	20
Глава 3. Научные основы оценки влияния климата и погодных условий на выпасемое поголовье сельскохозяйственных животных	28
3.1. Агроклиматические условия формирования продуктивности пастбищной растительности – основы кормовой базы животных	28
3.2. Влияние зооклиматических условий на состояние и продуктивность выпасающегося поголовья сельскохозяйственных животных.....	32
Глава 4. Особенности теплового баланса теплокровных животных	54
4.1. Радиационный баланс поверхности кожи верхней и нижней половины тела животного	72
4.2. Оценка теплового состояния каракульских овец в условиях пустынной зоны Узбекистана в летний период	83
Глава 5. Энергетические потребности и обмен энергией сельскохозяйственных животных	92
5.1. Энергетические потребности сельскохозяйственных животных	92
5.2. Обмен энергии у сельскохозяйственных животных	98

Глава 6. Зооклиматические условия холодного периода и критерии оценки состояния сельскохозяйственных животных на пастбищах	101
6.1. Синоптические процессы, определяющие периоды продолжительного невыпаса каракульских овец в Узбекистане	138
6.2. Методика оценки и учета влияния погодных условий на проведение зимнего выпаса овец	146
6.3. Метод специализированного прогноза условий выпаса овец	160
Глава 7. Зооклиматические условия весеннего периода, критерии оценки состояния овец и проведения хозяйственных мероприятий в животноводстве	167
7.1. Зооклиматические условия выпаса в период окота	167
7.2. Зооклиматические условия проведения весенней стрижки овец	183
7.3. Зооклиматические условия весеннего перегона овец	208
Глава 8. Зооклиматические условия летнего и осеннего выпаса овец, критерии оценки их состояния и проведения хозяйственных мероприятий в животноводстве	214
8.1. Зооклиматические условия летнего периода	214
8.2. Особенности водного режима сельскохозяйственных животных, находящихся на пастбищах в летний период	231
8.3. Зооклиматические условия осеннего выпаса овец и проведения хозяйственных мероприятий в овцеводстве	237
8.4. Теоретические основы моделирования влияния погодных условий на продуктивность овец	246
Глава 9. Зооклиматические условия, критерии оценки состояния северных оленей на пастбищах и проведения хозяйственных мероприятий в оленеводстве	262

9.1. Северное оленеводство – специфическая отрасль животноводства	262
9.2. Кормовая база северного оленеводства	269
9.3. Пастбищные сезоны в оленеводстве	272
9.4. Особенности зооклиматических условий в районах северного оленеводства	279
9.5. Насекомые, паразитирующие на сельскохозяйственных животных, их болезни и меры борьбы с ними	292
9.6. Болезни северных оленей и меры профилактики	302
9.7. Зоометеорологические наблюдения, осуществляемые на сети метеорологических станций	304
Глава 10. Основы математического моделирования состояния и продуктивности северных оленей, находящихся на пастбищах.....	307
10.1. Энергетические затраты на терморегуляцию животного	308
10.2. Энергетические затраты на передвижение животного	310
10.3. Энергетические затраты оленя, связанные с раскапыванием снега	312
10.4. Потребляемые северным оленем корма, как составляющая энергетического баланса животного	315
10.5. Энергетический баланс (дисбаланс) северного оленя	317
Глава 11. Неблагоприятные и опасные гидрометеорологические явления для оленеводства по сезонам выпаса.....	322
11.1. Неблагоприятные и опасные явления в зимний период ...	322
11.2. Неблагоприятные и опасные явления в период отела оленей весной	324
11.3. Неблагоприятные и опасные явления для оленей в летний период	325
11.4. Неблагоприятные и опасные явления в осенний период ...	326

Глава 12. Оценка полезности гидрометеорологической информации в северном оленеводстве	332
Заключение	335
Литература	337

ВВЕДЕНИЕ

Как часть природы, каждый животный организм представляет собой сложную, обособленную систему, внутренние силы которой каждый момент, покуда она существует как таковая, уравниваются с внешними силами окружающей среды. Чем сложнее организм, тем тоньше, многообразнее и разнообразнее элементы уравнивания.

И.П. Павлов.

Животноводство представляет собой специализированную отрасль сельскохозяйственного производства, занимающуюся разведением сельскохозяйственных животных с целью получения животноводческой продукции. Животноводство включает группы самостоятельных направлений, такие, как скотоводство (молочное, мясомолочное, мясное), свиноводство, овцеводство, коневодство, верблюдоводство, оленеводство, птицеводство и многие другие. Эта отрасль поставляет в перерабатывающую и пищевую промышленность сырье для изготовления продуктов питания людей (мясомолочные продукты, яйца и др.), а в легкую промышленность – сырье (шерсть, кожа, овчина, каракуль и др.) для изготовления разнообразных товаров массового потребления. Из продуктов и отходов животноводства вырабатывают некоторые виды кормов (мясокостная и костная мука, обрат и т.п.), а также различные лекарственные гормональные препараты, лечебные сыворотки и др. Все виды отходов животноводства (навоз, помет и др.) создают основную массу органических удобрений. Некоторые виды животных используются в качестве тягловой силы (лошади, ослы, верблюды, олени, яки и др.).

Виды домашних животных составляют малую часть всего класса млекопитающих, включающего более трех тысяч видов. Исторически массовое приручение (одомашнивание) диких животных оказалось возможным только для 16 видов, которые обладали весьма редкими качествами (по Ярошевскому В.А., 1968) [201]:

- способностью жить в среде обитания человека, питаясь продуктами и отходами сельскохозяйственного производства (жмых, макуха и др.), поскольку большинство животных – травоядные;
- приспособленностью жить в условиях широкого разнообразия и изменений окружающей среды, в первую очередь климата;

– способностью к специализированному функциональному развитию таких качеств, как молочность, шерстность, скорость роста, а также способность к скорости передвижения и перевозке грузов.

Численность домашних животных в мире очень велика, но она варьирует от года к году в зависимости от социально-экономических, хозяйственных, природных и прочих условий каждой страны.

В зависимости от климатических и экономических условий существует несколько форм содержания домашних животных: *стойловое, стойлово-лагерное, стойлово-пастбищное* и *пастбищное* или содержание животных на вольном выпасе, т.е. под открытым небом в течение всего года. До недавнего времени в литературе использовался термин «отгонно-пастбищное животноводство», однако в настоящее время он вышел из употребления. При отсутствии пастбищ практикуется стойловое содержание животных, поэтому они находятся на фермах, обычно отапливаемых зимой или в течение всего года с выходом на специальные выгульные площадки. Стойлово-лагерное содержание предусматривает нахождение животных зимой в помещениях, а летом – в летних лагерях, специально оборудованных навесами, кормушками, поилками и доильными установками. При стойлово-пастбищном содержании в холодный период животные находятся в помещениях (фермах), а в теплый период – на искусственных или естественных выпасах. По справедливому замечанию известного эколога и зоолога профессора Д.Н. Кашкарова, «...домашнее животное, хотя оно и живет в значительно измененных условиях, все же не выходит нацело из-под власти окружающих условий естественной среды, и в первую очередь – условий климата и погоды. Температура, влажность, количество и распределение осадков, освещение, ветры – все эти факторы (условия) сильно влияют на организм домашнего животного и обуславливают тот или иной успех в животноводстве».

Именно климатические условия определяют экономическую эффективность специализации и ареалов размещения отраслей животноводства по различным природным зонам страны. Под *специализацией животноводства (скотоводства)* понимают производственное направление, отраслевую структуру, распространяемую от отдельного предприятия, района, области до масштабов почвенно-климатической зоны страны (рис. 1).

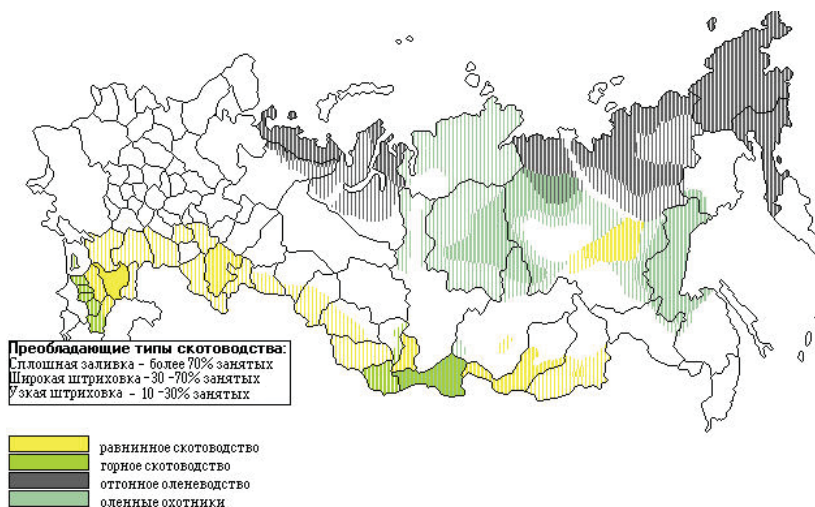


Рис. 1. Общая схема специализации животноводства на территории России (заимствовано в Интернете)

Специализация сельскохозяйственного производства определяется также объемом и качеством товарной продукции, в значительной мере зависящей от климатических особенностей конкретного района, а также сложившимися его социально-экономическими условиями. Например, овцеводство широко распространено в различных регионах России и на территории бывших Республик СССР.

Погода и климат являются важнейшими факторами в жизнедеятельности сельскохозяйственных животных. Велика их роль для животных, находящихся на пастбищном содержании.

В условиях пастбищного хозяйства погодные условия действуют на выпас сельскохозяйственных животных двояким образом. Во-первых, агрометеорологические условия определяют рост, развитие и формирование надземной массы пастбищной растительности. От этого зависит наличие подножного корма. Этими вопросами занимается *пастбищная агрометеорология*. В случае отсутствия подножных кормов выпасающихся животных переводят на более богатые пастбища, либо завозят им дополнительные корма, либо снижают поголовье до того количества, которое может быть прокормлено, что позволяет избежать массового падежа от недокорма.

Во-вторых, на пастбищах при достаточном количестве кормов для выпасаемого поголовья, необходимы благоприятные погодные условия, не препятствующие нормальному выпасу животных. Эти вопросы относятся к области науки *зоометеорологии* – одного из важных разделов сельскохозяйственной метеорологии, исследующего влияние метеорологических условий на сельскохозяйственных животных.

Объектами исследования в зоометеорологии являются погода и климат в их взаимодействии с сельскохозяйственными животными и связанными с ними производственными процессами в животноводстве.

Особенность зоометеорологии как науки состоит в том, что она находится на стыке различных областей знаний: метеорологии, климатологии, биологии, физиологии животных, пастбищеведения, географии и др.

Важнейшие задачи зоометеорологии:

- выявление метеорологических факторов, воздействующих на выпас сельскохозяйственных животных, на их состояние, на проведение различных производственных процессов в животноводстве;

- разработка методов количественной оценки влияния метеорологических факторов на состояние и выпас сельскохозяйственных животных;

- разработка методов зоометеорологических оценок и прогнозов, неблагоприятных для сельскохозяйственных животных гидрометеорологических условий, для проведения хозяйственных мероприятий в животноводстве;

- зооклиматическое районирование территории в целях правильного и рационального размещения сельскохозяйственных животных, наиболее полного использования климатических ресурсов территории для повышения продуктивности животноводства.

Особенно важно это в настоящее время, когда на общем фоне потепления климата отмечается увеличение повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных (неблагоприятных и опасных) погодно-климатических явлений. Это обстоятельство должно учитываться при гидрометеорологическом обеспечении пастбищного животноводства и в процессе принятия оперативно-хозяйственных решений в этом секторе экономики.

ГЛАВА 1

ПАСТБИЩНОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО – ОСОБАЯ ФОРМА СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

В основе пастбищного животноводства лежит исторический опыт кочевых племен и народов с их вековыми традициями кочевого хозяйствования. По существу, это система жизнеобеспечения кочевников в конкретных природных и социально-экономических условиях, сложившаяся под влиянием взаимодействия основных составляющих кочевничества: природная экосистема – кочевой народ – аборигенный скот (Антончиков А.Н., Бакинова Т.И., Душков В.Ю. и др., 2002) [10]. Кочевое, пастбищное животноводство, как традиционная модель землепользования тесно связано с сезонным развитием и использованием пастбищной растительности. При относительно низкой естественной продуктивности пастбищ аридных и полупустынных регионов, поиск новых, не стравленных территорий для скота определял сезонные перекочевки животноводов вместе с отарами и стадами (гуртами) домашних животных. Соблюдение цикличности кочевки по определенным маршрутам, которые складывались веками, обуславливало стабильность сельскохозяйственного природопользования кочевых животноводов.

Регулярные перекочевки обеспечивали сохранность естественной растительности от полного стравливания и механического вытаптывания растений в процессе выпаса животных. При этом оставалась возможность естественного ежегодного восстановления пастбищных экосистем. Распределение пастбищных угодий по сезонам года с целью разумного использования кормовых ресурсов – это бесценный опыт и пример оптимальной адаптации и рационального природопользования. Факторами, определяющими выбор сезонных пастбищ, были местоположение пастбищных угодий, наличие источников воды, характер растительности и время выпаса. Например, в структуре кочевого стада у калмыков преобладали лошади, коровы, затем – овцы, козы и верблюды, поскольку различные виды скота предпочитают при выпасе разные

группы кормовых растений, а, следовательно, воздействие животных на растительный покров также различное. Все это обуславливало очередность и сезонность выпаса скота, сохранение пастбищных угодий, их продуктивность и видовое разнообразие пастбищных растений (Антончиков А.Н., Бакинова Т.И., Душков В.Ю. и др. 2002) [10]. Однако кочевое ведение животноводческого хозяйства отличалось неустойчивостью и полной зависимостью от стихийных сил природы. Одним из таких стихийных бедствий зимнего периода является джут – это – *пастбищная бескормица для выпасаемых животных, возникающая в результате образования ледяной корки (гололеда) на поверхности почвы и пастбищных растениях, которые становятся недоступными для скота*. Гололед на поверхности почвы не только затрудняет передвижение, но и травмирует ноги и самих животных при падении. В отдельные суровые зимы, когда в пустынной и полупустынной зонах оттепели с дождем сменяются морозами, джут приводит к массовой гибели животных, особенно при отсутствии или недостатке запасов страховых кормов.

Низкий уровень развития производительных сил, господство феодально-патриархальных отношений и кочевой быт населения препятствовали техническому прогрессу кочевого хозяйства животноводов.

Кочевое животноводство и традиционный кочевой быт животноводов сохранялся до середины 30-х – начала 40-х гг. прошлого века. В советский период с постепенным переводом кочевников на оседлость в ряде регионов, в определенной степени связанным с расширением площадей пашни, в колхозном животноводстве стала развиваться новая форма общественного отгонно-пастбищного и пастбищно-стойлового содержания скота.

Отгонно-пастбищное животноводство по своей сути также предусматривало круглогодичное содержание поголовья животных на пастбищах. В условиях пустынь и полупустынь был осуществлен переход к культурно-пастбищной системе животноводства, предусматривающей создание дополнительной водопойной системы (водоводы, более густая сеть колодцев и т.п.), применение дополнительной летней и зимней подкормки животных, организацию колхозов и ферм с закреплением за ними пастбищных территорий. При отгонно-пастбищном животноводстве предусматривался оседлый быт животноводов. В то же время развитие животноводства требовало расширения кормовых пространств,

т.е. выхода за пределы закрепленных за колхозами и совхозами территорий для обеспечения животных подножным кормом.

В этой связи специализированными пастбищно-мелиоративно-строительными трестами министерств сельского хозяйства среднеазиатских республик были развернуты широкие изыскательские и землеустроительные работы по обводнению пустынных и полупустынных пастбищ: строительство дополнительной сети колодцев, водоводов, бурение артезианских водонапорных скважин. Эти организации проводили также работы по геоботаническому картированию естественных пастбищ и развитию в производственных масштабах *фитомелиоративных работ* с целью улучшения обедненных пастбищных экосистем. *Фитомелиорация* (от гр. – *phyton* – растение и лат. *melioratio* – улучшение) – это система агротехнических, хозяйственных и инженерных мероприятий по улучшению природной среды путем регламентированного использования естественных растительных сообществ, создания лесополос, кулисных лесопосадок, посева кустарниковых и травянистых форм с целью сохранения и обогащения биоценозов, повышения количества и качества полезной растительной продукции, закрепления оголенных песчаных массивов, оврагов и горных склонов.

Кроме этих работ, разрабатывались схемы распределения земель Государственного фонда и закрепления этих отдаленных пастбищных территорий за колхозами и совхозами. В такие схемы включались специально оборудованные, закрепленные на местности «коридоры – перегонные трассы», по которым предусматривался сезонный перегон скота на отдаленные пастбища. Отгон скота позволил связать в единый «природно-хозяйственный комплекс» разнообразные сезонные типы пастбищ. Это открывало путь для определенной маневренности в зависимости от ежегодно складывающихся погодных условий, определяющих формирование уровня урожайности пастбищной растительности в различных районах, а также для создания страховых запасов кормов. По мнению академика В.С. Немчинова, «при правильной организации территории, при достаточно густой сети механизированных колодцев и при создании зимних страховых запасов кормов в районах зимовки на пустынных и горных пастбищах может быть создано высокопродуктивное овцеводство».

Однако и в этой системе были определенные изъяны: по узким скотопрогонам, простирающимся зачастую на сотни километров вглубь пустыни, первые отары животных в процессе перегона съедали весь подножный корм. В сжатые сроки перегона последующие отары на такой ограниченной территории оказывались практически без еды, быстро слабели и гибли, что приносило значительный экономический урон.

Постепенно, по мере хозяйственного освоения пустынных территорий – проведения мероприятий по их обводнению, созданию новых стационарных поселков животноводов (обычно около колодцев и зарегулированных артезианских скважин) – на смену отгонной системе ведения животноводства сформировалась новая – *пастбищная система*. Дальние перегоны скота стали экономически не целесообразными.

В 70–90-е и последующие годы XX столетия в системе животноводства перегоны скота (овцы, лошади) сохранились лишь в предгорно-горных районах, из которых в конце весны отары скота перегоняют на летние горные и высокогорные пастбища (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Весенний перегон отар овец из равнинных пастбищ через Кыргызский хребет в высокогорные районы Сусамырской долины (Кыргызстан). Подвоз цистерны с водой для овец, поднимающихся в жаркую погоду по ущелью Карабалты, вода в котором протекает в глубоком каньоне и не доступна для утомленных животных (фото И.Г. Грингофа)

С наступлением осени отары овец, откормленные на высокопродуктивных и питательных горных пастбищах, перегоняют в более теплые равнины, где в зимнее полугодие скот обеспечен «отдохнувшей» пастбищной растительностью и страховыми запасами кормов на период экстремальных условий погоды. С переходом на оседлую систему *пастбищного животноводства* термин «отгонное животноводство» устарел и практически вышел из научного и хозяйственного обихода.

В эти же годы в некоторых равнинных и горных районах стала внедряться более прогрессивная загонная система выпаса скота. *Загонное, или огороженное пастбище* – это земельное угодье для выпаса животных, огороженное и разбитое на загоны. Выпас скота проводится в определенной последовательности: на равнине – начиная с первого загона и до последнего, а на горных склонах – от нижнего до верхнего загона. Расположение огороженных загонов на естественных горных пастбищах производится, как правило, поперек склона (рис.1.2 и 1.3). Деление пастбищ на загоны обеспечивает (Исаков К.И., 1975) [87]:

- содержание скота без пастухов;
- практически постоянный выпас скота на молодом, свежем подножном корме (с мая по октябрь) за счет периодической смены загонов;

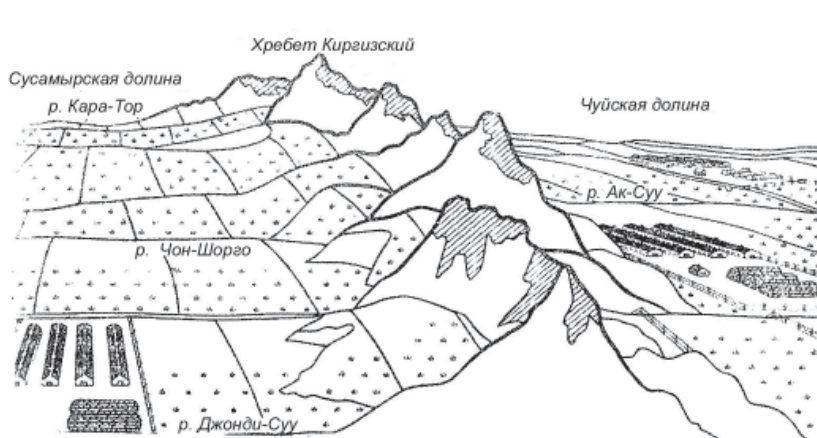


Рис. 1.2. Северные и южные склоны широтно-вытянутых хребтов горных систем Тянь-Шаня и Алая пересекаются небольшими реками, расстояния между которыми обычно не превышает 5 км. Наиболее целесообразная система использования пастбищ, расположенных между такими реками, – загонный выпас животных (по Исакову К.И., 1975)



Рис. 1.3. Выпас овец в загонах. Огороженные пастбища Кыргызским научно-исследовательским институтом животноводства в урочище Чон-Шорго Сусамырской долины. Кыргызстан, лето 1973 года (фото И.Г. Грингофа)

- проведение агротехнических мероприятий по уходу за пастбищем в загонах (внесение удобрений, орошение и т.п. в период отсутствия скота);
- увеличение кратности использования огороженного пастбища без экологического ущерба для почвы и растительности;
- обеспечение безопасности выпаса животных в связи с недоступностью скота для хищников (волки и др.).

Экономическая целесообразность развития загонной системы была доказана рядом специальных исследований. Так, ежесуточный привес «средней» овцы при бессистемном использовании пастбищ составлял 96 г, при горной, интенсивной системе выпаса – 116 г и при горной, интенсивной системе с порционным (загонным) выпасом – 162 г. В последнем варианте хозяйство ежегодно получает дополнительно в среднем по 550 кормовых единиц или по 60 кг/га мяса в живом весе. При этом была остановлена прогрессирующая деградация растительного и почвенного покрова на огороженных пастбищах. По окончании стравливания подножного корма в последнем загоне (завершение первого цикла стравливания) скот перегоняют в один из следующих (или нижних) загон(ов), в которых по истечении определенного времени в результате отавы (повторного отрастания) лучше отросла трава; затем по мере стравливания – в следующий загон и т.д. Число загон(ов)

и их размеры устанавливают из расчета на величину отары (обычно 600–800 голов) или табуна лошадей с учетом потребности животных в зеленом корме. Срок каждого цикла стравливания, как правило, не превышает 5–7 суток, что связано с необходимостью сохранения возможности естественного повторного отрастания пастбищных трав (Исаков К.И., 1975) [87].

При пастбищном содержании для выпасаемого поголовья животных, как правило, не устраивают специальных укрытий от непогоды. Например, на пустынных и полупустынных пастбищах овцы, верблюды, лошади, ослы выпасаются круглогодично, испытывая весь комплекс неблагоприятных погод в суровые зимы и в знойные летние месяцы. Правда, в холодные и ветреные дни, нередко наблюдаемые зимой в пустынных регионах, отары овец загоняют в специальные загоны (в республиках Средней Азии называемые кошарами или кутанами), расположенные обычно в понижениях рельефа.

Со времен глубокой древности кочевое, а затем отгонное животноводство в южных регионах России (Калмыкия, Дагестан и др.), в Казахстане и в республиках Средней Азии (ныне суверенных государствах СНГ), и в других регионах несет существенные, а в отдельные годы катастрофические потери поголовья скота от неблагоприятных и опасных явлений погоды. Например, глубокий снег, закрывающий животным доступ к подножному корму, низкие температуры воздуха в сочетании с сильным ветром (метели), длительное обледенение почвы и растительного покрова (джут) оставляют поголовье без корма. В поисках пастбищного корма животные травмируют ноги о ледяные прослойки в снежном покрове и ротовую полость при питании обледенелыми побегами трав и кустарниковых форм. Скусывая обледенелые побеги трав и кустарников, животные часто простужаются, заболевают и погибают.

ГЛАВА 2

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЗООМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ЗООКЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В отечественной и зарубежной литературе по экологии сельскохозяйственных и диких животных (Кашкаров Д.Н. и Коровин Е.П. (1936) [89], Кашкаров Д.Н. (1945) [91], Ewans W. (1951) [207], Eyal E. (1954) [206]) показаны зависимость животных от климатических условий, морфологические и поведенческие их особенности, выработанные в процессе эволюции для выживания в суровых условиях обитания. В исследованиях по экологической физиологии животных (Слоним А.Д., 1952, 1961, 1962 [160–162] и др.) утверждается, в частности, влияние климата на формирование внешних форм животных, на их географическое распространение, на разнообразие в приспособлениях к выживанию в различных климатических условиях.

В 50–60-е гг. XX столетия интенсивное развитие пастбищного животноводства в южных регионах бывшего СССР поставило перед Гидрометеорологической службой страны новые задачи по обеспечению этой отрасли сельскохозяйственного производства новыми формами гидрометеорологической информации. Эти задачи включали разработку новых методов оценки и прогноза состояния пастбищной растительности и выпасаемого поголовья в экстремальных условиях теплого и холодного полугодий с целью предотвращения или возможно большего снижения их заболеваний и гибели.

Особенности круглогодичного содержания сельскохозяйственных животных в южных регионах страны (в зоне пустынь, полупустынь, в степных и горных районах) под открытым небом выявили потребность в разработке практических рекомендаций животноводам по оперативному учету влияния погодных условий на выпасающееся поголовье в различные сезоны года и при проведении хозяйственных работ в животноводстве. Успешное проведение таких мероприятий, как перегоны скота на новые пастбища, выпас, окотная кампания, стрижка овец, профилактическое купание животных (мера борьбы с паразитами) и

другие, оказывались успешными только при осуществлении регулярного оперативного обеспечения животноводов гидрометеорологической информацией о сложившихся и ожидаемых условиях погоды. Необходимой является оперативная информация о наличии подножного корма по трассам перегона скота и на участках его массового выпаса, о погодных условиях выпаса и т.п. Для ведения такого специализированного обслуживания пастбищного животноводства требовались методы оценки уровня и характера влияния тех или иных погодных условий и экстремальных гидрометеорологических явлений на состояние сельскохозяйственных животных, и степени риска проведения хозяйственных работ в отрасли. Все это послужило объективным критерием для организации новых исследований влияния погодных условий на выпасаемое поголовье скота.

Так, в начале 50-х гг. XX века в Казахстане было положено начало новому научно-практическому направлению в сельскохозяйственной метеорологии – зоометеорологии (А.С. Утешев, А.П. Федосеев, Н.А. Конюхов, А.И. Чекерес и др.). Справедливости ради следует заметить, что к числу первых метеорологических работ, применительно к сельскохозяйственным животным, следует отнести исследования проф. А.И. Воейкова [51], выполнившего анализ климатических особенностей отдельных районов России с целью выявления благоприятных регионов для разведения молочного скота. В своем капитальном исследовании «Климаты земного шара, в особенности России» (1884) он писал: «Климат нашего севера благоприятен не только для роста и нежности трав, но и для молочных коров». В 90-х гг. XIX века по инициативе одного из основоположников сельскохозяйственной метеорологии – профессора Санкт-Петербургского университета П.И. Броунова, наряду с организацией первых сельскохозяйственно-метеорологических станций в России, в Украине, Молдавии (Бессарабии) и в Белоруссии были созданы и зоометеорологические станции. Целью их работы было проведение наблюдений за влиянием погодных условий на сельскохозяйственных и промысловых животных, а также на пчел (Броунов П.И., 1901) [46]. Уже в своей ранней статье П.И. Броунов (1900) [45] сформулировал одну из задач сельскохозяйственной метеорологии: проводить исследование полезного и вредного влияния метеорологических условий на сельскохозяйственных

животных. Однако в последующие годы зоометеорологическое направление своего заметного развития в России не получило.

Современные метеорологические исследования применительно к сельскохозяйственным животным отличаются от работ зооигиенического и эколого-физиологического направления. Зоометеорологические исследования направлены на решение задач по определению пространственно-временного режима благоприятных и неблагоприятных условий погоды для выпасаемого поголовья в различных почвенно-климатических зонах страны, а также для разработки методов количественной оценки и прогноза продуктивности отраслей животноводства в конкретных условиях каждого года.

Исследования, выполненные в различные годы в Казахстане – Утешевым А.С. (1952) [175], Федосеевым А.П. (1953, 1959, 1964 и др.) [177–179], Конюховым Н.А. (1955 – 1965) [101–106], Чекересом А.И. (1959 – 1973), в Туркменистане – Нечаевой Н.Т. и Мосоловым И.А. (1953) [132], Минервиным В.Н. (1955) [123], Балакиревым Е.К. (1972) [32], Орловским Н.С. и Волосяк З.И. (1974) [139] и др., стали заметным шагом в развитии зоометеорологии и зооклиматологии. Эти авторы провели тщательный анализ влияния опасных метеорологических условий различных сезонов года на овец, находящихся на пастбищах, на проведение хозяйственных работ в овцеводстве. Были изучены условия пространственно-временного режима благоприятных и неблагоприятных погод, составлены методики оценки таких условий.

Отдельные приемы оценки условий зимнего периода для выпаса овец на Черных землях (Калмыкия) были предложены Могилевой А.М. (1959) [124], работавшей в Гидрометеорологическом центре СССР.

С целью стандартизации широкого комплекса агрометеорологических и зоометеорологических наблюдений, осуществляемых работниками сети метеорологических станций, расположенных в южных районах пастбищного животноводства, агрометеорологами Казахстана, Узбекистана и Туркменистана была разработана и внедрена специальная инструкция (1978) [85], действующая на сети станций и поныне.

Главным институтом, на который в системе Главгидрометслужбы СССР при Совете Министров СССР были возложены функции по координации всех работ в области агрометеорологии пастбищ и зоометеорологии, стал Казахский научно-исследовательский

гидрометеорологический институт (КазНИГМИ), а бесспорным научным лидером был признан проф. А.П. Федосеев. Этот институт в течение нескольких десятилетий объединял усилия специалистов, работающих в этой области знания во всех республиках Средней Азии и России.

В конце 50-х гг. прошлого столетия усилиями специалистов по пастбищной агрометеорологии и зоометеорологии был опубликован первый «Сборник работ по оперативному агрометеорологическому обслуживанию отгонного животноводства» (1959) [154], содержащий разработанные к тому времени новые методы оценок и прогнозов состояния пастбищной растительности и выпасающихся животных.

Одно из самых молодых направлений сельскохозяйственной метеорологии – зоометеорология – получило в 1968 г. серьезное теоретическое обоснование благодаря применению физических и математических методов исследования в совокупности с достижениями в области фундаментальных исследований по физиологии сельскохозяйственных животных. Первой такой работой стала монография В.А. Ярошевского «Погода и тонкорунное овцеводство», работавшего в Украинском научно-исследовательском институте животноводства степных районов в заповеднике «Аскания-Нова». Главное внимание автор уделил анализу условий погоды, оказывающих вредное влияние на состояние, снижение продуктивности и возникновение заболеваний животных, находящихся круглогодично на естественных пастбищах.

В Узбекистане исследования профессора Айзенштата Б.А. (1974) [2] и его сотрудников дали дальнейшее развитие физическим аспектам зоометеорологии сельскохозяйственных животных, содержащихся в экстремально жарких условиях пустынь Средней Азии. Им был разработан метод теплового баланса для расчета тепловых нагрузок на выпасающихся животных.

Бабушкиным О.Л. и Мухтаровым Т.М. проводились зоометеорологические и зооклиматические исследования (1981, 1983–2003) особенностей влияния зимних холодных и летних, знойных сезонов и конкретных погодных условий на поголовье овец, круглогодично содержащихся под открытым небом в пустыне Кызылкум. Предложенные ими методики оценки были внедрены в оперативную практику зоометеорологического обеспечения пастбищного животноводства в этой республике.

В 80-е гг. Рогоджаном Ю.В. (1984) [152] были исследованы особенности агроклиматических условий выпаса животных в Украинских Карпатах и Крыму.

В 80–90-х гг. продолжались зоометеорологические исследования в Казахстане (Иванов И.Г., 1975–1986; Кожахметов П.Ж. и др. 1994–1996) [96–97]. В середине 80-х гг. специалисты КазНИГМИ разработали методы агрометеорологических наблюдений на пастбищах северного оленеводства, в которых учитывались особенности природы полярных широт, влияния вечной мерзлоты и специфики ведения этой отрасли животноводства [86].

Исследования в области агроклиматологии северного растениеводства, агрометеорологии тундровых пастбищ, оценки условий содержания северных оленей на естественных пастбищах и заболевания этих животных под воздействием погодных условий впервые были обобщены в монографии Хлыновской Н.И. (1982) [184].

Во ВНИИСХМ была выполнена серия исследований по созданию теоретических основ моделирования влияния погодных условий на продуктивность овец различных пород (Грингоф И.Г., Даниелов С.А., 1988 [63]; Даниелов С.А., Грингоф И.Г., 1990) [66]. В те же годы специалисты ВНИИСХМ работали над совершенствованием методов оперативного зоометеорологического обеспечения северного оленеводства (Гермогенов М.Т., Полевой А.Н., Грингоф И.Г., 1987) [54].

В 90-х гг. на условиях хозяйственных договоров с Якутским агропромом была разработана динамико-статистическая модель «погода – продуктивность северного оленя». Модель позволяла рассчитывать динамику массы животного, изменяющейся под влиянием условий зимнего периода и особенностей добывания оленем кормов из-под снега. Сущность этой модели заключалась в расчете баланса энергии, поступающей в организм животного с пищей (ее количеством и калорийностью), расхода энергии на весь комплекс физиологических процессов его жизнедеятельности, таких, как поддержание температуры тела, передвижение в поисках подножного корма, затраты на его добывание и др. Это исследование было завершено внедрением модели для оперативного обслуживания оленеводческих совхозов в Республике Якутия (Danielov S.A., Gringof I.G., Germogenov M.T., 1996) [205].

В конце 90-х гг. прошлого столетия специалистами ВНИИСХМ на базе динамико-статистического моделирования в зоометеорологии и пастбищной агрометеорологии был выработан принципиально новый подход к решению проблемы оценки обеспеченности кормами сельскохозяйственных животных в условиях, когда их содержание включает пастбищный и стойловый периоды в различных регионах Российской Федерации. В основу критерия обеспеченности кормами сельскохозяйственных животных была положена минимальная суточная потребность в энергии крупного рогатого скота, средняя продолжительность стойлового периода и средняя калорийность 1 кг сухого вещества корма, исходя из численности поголовья по экономическим регионам страны и сложившейся структуры посевных площадей под кормовыми культурами. По методу Жукова В.А. и Даниелова С.А. (1998) [75] определяется процент удовлетворения потребности в кормах, а также потребность в дополнительных комбикормах и рассчитывается климатически целесообразная структура посевных площадей кормовых трав для обеспечения животноводческой отрасли в каждом экономическом регионе или административной области России.

После распада СССР и его административно-командной системы руководства экономикой, в частности в аграрном секторе, в стране начался болезненный переходный период к условиям рыночной экономики. Именно в этот период прекратилось развитие многих важных прикладных научных исследований, поддерживаемых бюджетным финансированием. Сокращение последнего в условиях труднейшего, хозяйственного выживания сельскохозяйственного производителя на всем постсоветском пространстве привело к отказу от использования оперативной, специализированной (но уже платной) гидрометеорологической информации, необходимой для рационального ведения сельского хозяйства страны, в том числе и животноводства.

Не вызывает сомнений, что основные отрасли животноводства и поныне испытывают постоянный недостаток в получении специализированной (зоометеорологической) информации о влиянии климатических и погодных условий на состояние и формирование продуктивности сельскохозяйственных животных, находящихся на выпасах в естественных условиях. Получаемой из подразделений Гидрометеорологической службы стандартной (общего пользования)

оперативной информации о текущих и ожидаемых условиях погоды по районам выпаса сельскохозяйственных животных явно недостаточно для рационального управления сложным хозяйственным комплексом ведения пастбищного животноводства.

Однако, по мере того, как в новых экономических отношениях развивается процесс укрепления фермерских и других сельскохозяйственных организаций, наиболее сильные и самостоятельные хозяйства проявляют все больший интерес к получению платной агрометеорологической и зоометеорологической информации. Такая информация помогает фермеру в принятии правильных плановых и оперативно-хозяйственных решений, обеспечивающих как минимум ослабления материального ущерба от неблагоприятных погодных условий для животноводства.

В настоящее время наибольшую экономическую эффективность в животноводстве приносят прогнозы времени наступления опасных гидрометеорологических явлений для животных, находящихся под открытым небом. О косвенном влиянии метеорологических факторов на выпасаемое поголовье можно судить лишь по данным о формировании урожайности естественной растительности – основы кормовой базы в пастбищном животноводстве.

Таким образом, **зоометеорология** – это раздел сельскохозяйственной метеорологии, изучающий влияние метеорологических условий на сельскохозяйственных животных. **Зооклиматология** – это раздел зоометеорологии, изучающий климатические условия применительно к сельскохозяйственным животным, выявляющий и оценивающий степень благоприятности климатических условий конкретных территорий для их содержания, выпаса, получения продукции с учетом особенностей климата, биологических характеристик и породных качеств сельскохозяйственных животных (Толковый словарь) [174]. Приведем еще несколько определений терминов и понятий, которые будут использованы в настоящей работе. Для изучения состояния и условий формирования продуктивности сельскохозяйственных животных, находящихся в естественных условиях различных почвенно-климатических зон, необходимы полевые **зоометеорологические наблюдения** – это специализированные параллельные наблюдения за погодными условиями и влиянием этих условий на выпасающихся

сельскохозяйственных животных и на проведение основных хозяйственных мероприятий в животноводстве: зимний и летний выпас поголовья, перегоны скота весной и осенью (в предгорно-горных условиях), профилактическое купание животных, стрижка животных, подвоз кормов и подкормка животных, окотная кампания (окот, отел) и т.п.

Зоометеорологические условия – это совокупность метеорологических факторов в определенные интервалы времени, воздействующих на сельскохозяйственных животных.

Зоометеорологические показатели – это количественное выражение зоометеорологических условий, отражающих физические процессы, протекающие в приземном слое воздуха, и функции энерго- и массообмена в жизнедеятельности сельскохозяйственных животных. Зоометеорологические показатели не являются константами: они изменяются в зависимости от вида и породы сельскохозяйственного животного, его возраста, пола, степени упитанности, наличия кормов (их количества и качества), водопоев и качества воды. Эти показатели зависят также от сезона года, условий погоды, особенностей рельефа (высоты над уровнем моря), почвенного покрова и т.п. Например, частота дыхания животного характеризует его состояние и зависит от интенсивности солнечной радиации, температуры воздуха и почвы, скорости ветра, высоты над уровнем моря, наличия водопоя и качества воды, длительности перегона и т.п.

ГЛАВА 3

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ВЫПАСАЕМОЕ ПОГОЛОВЬЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

3.1. Агроклиматические условия формирования продуктивности пастбищной растительности – основы кормовой базы животных

Сельскохозяйственные животные выращиваются практически во всех почвенно-климатических зонах: от холодных полярных просторов тундры и лесотундры до жарких и сухих пустынь и полупустынь. В различных почвенно-климатических (природных) зонах и высотных поясах этой огромной территории основой питания выпасающихся животных являются естественные кормовые угодья, распределенные неравномерно. Уровень продуктивности пастбищной и сенокосной растительности определяется условиями увлажнения (количество и характер распределения осадков по сезонам года) и теплообеспеченностью растительных сообществ (табл. 3.1). Согласно теории акад. Григорьева А.А. (1954, 1958) [59–60], зональная продуктивность фитомассы естественных экосистем определяется степенью соразмерности количества тепла и влаги. При этом большое значение имеет общий уровень радиационного тепла.

Чем выше количество тепловой энергии (при одинаковом показателе соразмерности тепла и влаги), тем интенсивнее прирост фитомассы. В зонах наивысшей продуктивности биомассы соотношения годового количества радиационного тепла и осадков равновелики. Благодаря пропорциональности тепла и влаги создаются благоприятные условия для продукционного процесса растений: фотосинтеза, дыхания, транспирации, роста, а также увлажнения и аэрации почвы. В других природных зонах отмечается диспропорция между величиной радиационного баланса и увлажнением, вызываемая как нарастающим избытком к северу, так и увеличивающимся недостатком увлажнения (осадки) к югу от зоны широколиственных и мелколиственных лесов (Федосеев А.П., 1964) [179], табл. 3.2.

Таблица 3.1

Агроклиматическая характеристика основных почвенно-климатических зон территории бывшего СССР (по Чиркову Ю.И., Огородникову Б.И., 1974 [193]; Шашко Д.И., 1985 [197])

Природная зона	Число дней со средней суточной температурой $T > 0^{\circ}\text{C}$	Сумма ФАР за период $\Sigma T \geq 5^{\circ}\text{C}$	Сумма активных температур воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Средняя суточная температура воздуха за июль, $^{\circ}\text{C}$	Сумма осадков за год, мм	Испаряемость, мм/год
Тундра и лесотундра	120...165	754...905	0...800	0...15	200...500	240...360
Лесная	138...248	1030...1550	900...2550	14,0...21,0	250...650	300...550
Лесостепная	164...248	1257...1676	1300...2850	16,8...21,0	300...600	350...705
Степная	192...275	1592...2011	2200...3500	19,7...24,0	250...550	550...765
Полупустынная	203...229	1760...1886	2600...3400	21,5...25,0	175...250	650...850
Пустынная	238...326	1900...2300	3200...5400	22,5...31,0	75...200	800...1350

Таблица 3.2
Некоторые климатические характеристики природных зон (в пределах Западно-Сибирской низменности, равнинного Казахстана и Средней Азии) (по Федосееву А.П., 1964) [179]

Природные зоны и подзоны	R* ккал/см ²	L _к ** ккал/см ²	R/L _к	Сумма осад- ков, мм	ΣT> 5°C	Показатель увлажнения M***	Годовой при- рост фито- массы, /га
Арктическая полупустыня	< 4	13	< 0,3	220	< 150	4,0	0,4
Арктическая тундра	4	14	0,3	240	180	3,5	0,7
Северная тундра	8	16	0,5	270	540	3,0	1,2
Южная тундра	12	19	0,6	325	900	2,2	1,2
Редколесная тундра	13	22	0,6	375	1070	1,7	1,4
Северная тайга	15	29	0,5	490	1320	1,7	1,5
Средняя тайга	18	27	0,7	450	1830	0,9	3,0
Южная тайга	20	25	0,8	420	2050	0,8	5,0
Широколиственные леса	32	32	1,0	540	2800	—	5,6
Луговая степь	23	20	1,2	325	2350	0,5	1,5
Пустынная степь	27	12	2,2	200	3300	0,22	0,5
Северная пустыня	31	8	3,9	130	3740	0,13	0,4
Южная (эфемерная) пус- тыня	35	6	5,8	100	5500	0,18	0,7

Примечание. R* – радиационный баланс подстилающей поверхности; L_к** – сумма тепла, необходимая для испарения годового количества осадков; M*** – показатель увлажнения по Бова Н.В. (1941).

Когда осадков выпадает значительно больше, чем может испариться в конкретных условиях, создается постоянно увеличивающаяся к северу диспропорция между тепловой энергетической базой и возрастающим увлажнением. Это происходит на фоне ухудшения теплообеспеченности растений, в результате которого снижается интенсивность фотосинтеза, обмена веществ, определяющих уровень формирования максимальной величины фитомассы.

В условиях убывающего к югу уровня увлажнения и повышения температуры (диспропорция тепла и влаги) происходят существенные изменения водного режима в почвенных горизонтах, в интенсивности фотосинтеза, дыхания и метаболизма, в конечном итоге ведущие к сокращению продукционного процесса растений. Из табл. 3.2 видно, что наименьший годичный прирост фитомассы свойствен условиям избыточного увлажнения зон холодных тундр и сухих, жарких пустынь. Наивысшая продуктивность фитомассы (включая древостой) формируется в подзоне широколиственных лесов.

К северу от нее в связи с уменьшением тепла и к югу в связи с уменьшением увлажненности территории осадками продуктивность фитомассы естественной пастбищной растительности снижается. В подзоне широколиственных лесов количество тепла и влаги соразмерно (R/L_R равно 1,0.). К северу и к югу эта соразмерность (R/L_R) нарушается: для северных регионов она составляет $< 0,3$, для южных регионов равна 5,8. Показатель соразмерности тепла и влаги назван Будыко М.И. (1948) [47] **радиационным индексом сухости** (R/L_R), представляющий собой отношение годового радиационного баланса подстилающей (земной) поверхности (R) к сумме тепла (L_R), необходимой для испарения годового количества осадков на той же площади.

В табл. 3.2 показатель увлажнения (M), по Бова Н.В. (1941) [42], представляет собой отношение величин весенних запасов почвенной влаги в слое почвы 0–50 см плюс сумма осадков (ΣO), которые выпадают до наступления почвенной засухи, к сумме положительных температур воздуха (ΣT) за этот же период, уменьшенной в 10 раз:

$$M = W_{(0...50)} + \Sigma O / 0,1 \Sigma T. \quad (3.1)$$

В этой же таблице в последнем столбце приведены осредненные из различных литературных источников данные о продуктивности

фитоценозов, относящихся к зонам и подзонам. Так, к северу и к югу от зоны широколиственный лесов, формирующих наибольший годичный прирост фитомассы, продуктивность растительного покрова снижается: к северу – в связи со снижением условий теплообеспеченности растений, а к югу – в результате нарастающего дефицита влаги и ухудшения условий влагообеспеченности растительного покрова.

3.2. Влияние зооклиматических условий на состояние и продуктивность выпасающегося поголовья сельскохозяйственных животных

Степень благоприятности (или суровости) климата обуславливают виды и породы разводимых животных, систему их содержания, продуктивность животных и в конечном итоге – себестоимость единицы животноводческой продукции. В конкретных почвенно-климатических зонах складывающиеся погодные условия каждого сезона определяют формирование того или иного уровня продуктивности и качества пастбищного (подножного) корма для животных, эффективность использования кормов, продолжительность невыпасного периода (в сутках), объемы заготовки страховых запасов кормов на зимний период, а также тип и площадь оборудования животноводческих помещений (или укрытий). В условиях умеренного климата России годовой цикл содержания многих сельскохозяйственных животных условно делится на стойловый и пастбищный периоды. Продолжительность этих периодов зависит от конкретных погодных условий каждого года. От условий погоды зависят сроки и способы проведения отдельных видов хозяйственных мероприятий, проводимых на фермах, таких, как выпас, массовые перегоны скота на новые пастбища, стойловое содержание, ветеринарные осмотры и профилактическое купание животных, стрижка, окотная компания и др.

Успешность проведения этих и других хозяйственных мероприятий в животноводстве во многом определяются правильностью учета зоометеорологических условий, складывающихся для животных в конкретные сезоны года.

Особенности строения и формы тела сельскохозяйственных животных в значительной мере зависят от условий их существования. Важнейшим свойством является способность теплокровного организма сохранять относительно постоянную температуру тела, свойственную конкретному типу (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Температура тела у некоторых сельскохозяйственных животных (по Журавель А.А., 1960) [76]

Вид животного	Температура тела, °С		Вид животного	Температура тела, °С	
	средняя	пределы		средняя	пределы
Лошадь	38	37,5...38,5	Корова	39	38,5...39,5
Олень	38	37,5...38,5	Овца	40	38,0...41,0
Коза	40	37,6...41,0	Свинья	39,5	38,0...40,0

Температурный диапазон, на фоне которого проходит жизнедеятельность теплокровных животных в естественных условиях существования, весьма широк; примерно он определяется в 100 °С (Слоним А.Д., 1971) [165]: от – 50 °С (в условиях Арктики) до + 50 °С (в условиях жарких тропических пустынь). Более того, для многих континентальных регионов (Сибирь, Средняя Азия, центрально-азиатские пустыни и др.) характерны значительные колебания температуры среды в течение суток (от высоких дневных температур до отрицательных ночных температур).

При наступлении экстремальных условий погоды у сельскохозяйственных животных наблюдаются изменения в их физиологическом состоянии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Критические температуры воздуха (°С), вызывающие изменения физиологического состояния некоторых европейских пород крупного рогатого скота (по Уорстелл Д. и Броуд С., 1953; заимствовано у Ярошевского В.А., 1968) [201]

Изменения состояния животных	Черно-пестрая порода скота, °С	Шведская порода скота, °С	Зебу, °С
Повышение температуры тела	21	27	35
Учащение пульса	32	35	37
Увеличение частоты дыхания	16	16	24
Снижение молочной продуктивности	29	29	35

Исторически теплокровные организмы выработали определенные (морфологические, химические и др.) механизмы термической адаптации к резким изменениям температуры среды их обитания. У животных со сравнимой формой тела относительная площадь поверхности тела (т.е. площадь поверхности, относящаяся к массе тела) тем меньше, чем больше масса тела. Крупные животные с меньшей относительной площадью поверхности тела оказываются более приспособленными к низким температурам, т.к. им присуща менее интенсивная теплоотдача.

С другой стороны, животные, имеющие небольшие размеры тела, имеют большую относительную площадь рассеивания тепла путем излучения, что обеспечивает нормальные процессы их жизнедеятельности в условиях жаркого климата. Эта закономерность получила название *правила Бергмана*.

Размеры выступающих частей тела у животных (конечности, хвост, уши) также варьируют в зависимости от размеров среды обитания. У видов, живущих в более холодных климатических условиях, эти части тела меньше, по сравнению с аналогичными животными, обитающими в жарком климате. Эта закономерность называется *правилом Аллена*.

Правило Вильсона утверждает, что количество шерстных волокон теплокровного животного обратно пропорционально температуре окружающей среды, а количество более грубого волоса прямо пропорционально этой температуре. При сравнении сельскохозяйственных животных, таких, как лошади, крупный рогатый скот, овцы, обитающих в северных и южных регионах, хорошо видно, что северные типы отличаются массивным и компактным туловищем, короткими ногами, ушами и хвостами, густым и плотным шерстным покровом. Южные типы этих животных имеют более стройное телосложение, меньшую массу тела, длинные ноги, шею, уши т.п. В жарком и сухом климате кожа животных выполняет повышенную функцию потовых желез, волос отличается более темной окраской. Для животных, обитающих в условиях высокогорного климата, характерно лучшее развитие органов дыхания, мускулатуры и костяка, у них повышено количество эритроцитов и содержание гемоглобина в крови.

В процессе эволюции под воздействием климатических условий у животных различных местообитаний сформировались определенные

анатомо-морфологические признаки. Например, породы овец, обитающие в условиях жаркого климата, имеют легкую, короткую шерсть, они длинноноги и способны покрывать значительные расстояния в процессе добывания подножного корма. В районах континентального климата животные к зиме покрываются более длинным и густым волосом, с развитым подшерстком, а под кожей откладываются слои жира, надежно защищающие их от низких температур и ветра (Онегов А.П., 1963 [138]). Известно, что яки – обитатели высокогорий – легко переносят любые морозы, но очень чувствительны к высоким температурам. Буйволы прекрасно чувствуют себя в условиях жаркого и влажного климата, но в условиях умеренного климата для них холодно; верблюды хорошо переносят сухой воздух и резкие сезонные перепады температуры среды, но в условиях повышенной влажности они испытывают угнетение и легче подвержены заболеваниям.

На Европейской территории России весенний выпас скота начинается при достижении пастбищными травами высоты 5...10 см, в Казахстане и в республиках Средней Азии – при высоте 3...5 см. Такая высота трав обычно формируется после накопления сумм положительных средних суточных температур воздуха 75...115 °С для злаковых трав и 125 °С – для полыни.

Временем окончания выпаса считается дата устойчивого перехода средних суточных температур воздуха через 5 °С в сторону понижения. Сроки начала и окончания пастбищного периода (выпаса) в средних широтах России используют для определения средних и крайних величин продолжительности стойлового содержания скота, а, следовательно, и расчетов по созданию запасов кормов для обеспечения скота в холодный период года.

На Европейской территории России и в Сибири длительность пастбищного периода и стойлового содержания животных значительно различаются (за исключением районов северного оленеводства). В северных районах европейской части страны пастбищный период длится 130...160, в центральных – 160...190, а в южных – 200...230 дней. Продолжительность стойлового содержания в этих районах, соответственно, составляет 235...205, 205...175 и 165...135 дней. В неблагоприятные по зоометеорологическим условиям для выпаса годы продолжительность пастбищного периода несколько сокращается, а

в благоприятные – увеличивается (Синицына Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А., 1973) [158].

В степных районах европейской части страны естественные пастбища не могут обеспечить кормами выпасаемое поголовье, поэтому во многих хозяйствах практикуется перевод крупного рогатого скота на стойлово-лагерное содержание с применением «зеленого конвейера». Для этого используют свежескошенные многолетние травы («зеленка»), различные корнеплоды и бахчевые культуры, озимую рожь, пшеницу и кукурузу, специально выращиваемые для корма скоту.

В условиях Среднеазиатского (Центрально-азиатского) региона выделяется несколько различных экологических типов каракульской овцы. Так, например, в южных районах пустынь Каракумы и Кызылкум с годовым количеством осадков 150...200 мм и знойным летом (до 46 °С) обитают каракульские *овцы экологического типа южной песчаной пустыни*. Этот тип животных характеризуется небольшими размерами, по сравнению с размерами более северных типов, компактностью телосложения, высокой выносливостью и способностью проходить до 15...25 км в сутки в поисках пастбищного корма, поскольку урожайность распространенных там видов растительности в среднем составляет 0,15...0,22 т/га. Животные имеют не очень густую, упругую, относительно маложирную шерсть, с редким «рунным» волосом на голове и ногах. Сухость воздуха в этих регионах, характерная для летнего периода, не способствует образованию жиропота как защитного средства от проникновения влаги на поверхность кожи. Во влажных, холодных условиях это качество может привести к переохлаждению организма. Темная пигментация шерстного покрова способствует сильному нагреву верхней части руна, что создает условия для движения воздуха из нижней части руна, расположенной ближе к коже, к верхней части, обеспечивая при этом охлаждение поверхности тела.

Детальными измерениями установлено, что у овец в слое шерсти от поверхности кожи к верхней части руна температура различна: так, например, в январе при температуре -40 °С в условиях заволжских степей температура кожи животного под шерстью сохраняется на уровне 35,6 °С, в то время как на поверхности руна -5 °С. В июне при температуре воздуха 36,0 °С поверхность руна у не стриженных животных нагревается до 58 °С, а поверхность кожи под руном имеет

температуру 39,6 °С. Изменения температуры в шерстном покрове (по измерениям через каждый сантиметр) и температуры поверхности кожи у овец в разные сезоны показаны на рис. 3.1.

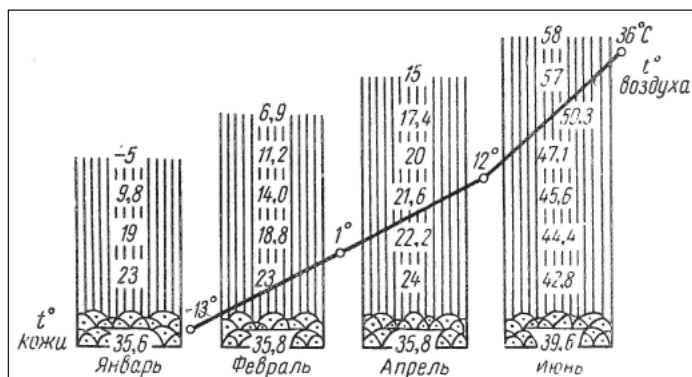


Рис. 3.1. Изменения температуры в шерстном покрове (измерения через каждый сантиметр) и температуры кожи у овец в разные сезоны (по Макевнину С.Г., 1960) [121]

Большое значение для процессов терморегуляции имеет распределение жирового слоя у животных. У обитателей жаркого климата жировые отложения не покрывают все поверхности тела, как это присуще животным холодного климата, а располагаются локально, например, курдюк овец курдючной породы, разводимой в Средней Азии, горб у верблюдов и индийского рогатого скота — зебу и т.п.

Каракульские овцы экологического типа подгорной полупустыни сосредоточены в районах, где годовое количество осадков составляет 250...400 мм и обеспечивает формирование запасов пастбищного корма — 0,45...0,70 т/га. Это освобождает пасущихся животных от длительных переходов в поисках пастбищного корма. Тип характеризуется более рыхлым сложением тела, более густой и грубой жиропотной шерстью, которая предохраняет от попадания влаги на поверхность кожи в холодное время года.

Овцы экологического типа северной пустыни (северная часть Кызылкума, Приаральские Каракумы, Большие и Малые Барсуки, Муюнкум, Бетпак-Дала) обитают в условиях холодной и малоснежной зимы, жаркого лета с годовым количеством осадков 100...180 мм.

Урожайность доминирующих там типов пастбищ составляет в среднем 0,3...0,5 т/га. Для этого типа характерны густой шерстный покров, более крупные размеры компактного тела (по сравнению с южными типами), обеспечивающие меньшую отдачу (потерю) тепла в холодный период. Таким образом, на примере одной породы показаны различия в конституции (сложении костяка) животного, особенностях строения и жиропотности шерстного покрова различных экологических типов каракульских овец, обитающих в различных почвенно-климатических условиях и получающих не одинаковый по качеству подножный корм и др.

Относительно постоянная температура тела у теплокровных животных поддерживается за счет способности к *терморегуляции*, т.е. *физиологической функции организма (конкретного вида) обеспечивать поддержание оптимальной температуры тела в условиях динамично меняющейся среды их обитания*. В результате питания и поступления в организм пищи, ее переваривания (окислительно-восстановительные процессы) образуется тепло, называемое *теплопродукцией организма*. Ее величина зависит от ряда факторов, включая внутренние свойства организма, мышечную деятельность, температуру окружающей среды и т.п. Продуцируемое в организме тепло выделяется в окружающую среду в процессе теплоотдачи с поверхности тела и испарения через органы дыхания и кожу. Относительное постоянство температуры тела достигается уравниванием процессов теплообразования и теплоотдачи.

Однако процесс теплообмена в системе «организм – окружающая среда» зависит не только от теплообразования и теплоотдачи, но и от степени «напряжения» окружающей среды, т.е. от состояния метеорологических (зоометеорологических) условий. Понятно, что нормальная жизнедеятельность теплокровного животного возможна только в оптимальных тепловых условиях. При нарушении оптимальных условий в организме происходят физиологические процессы, направленные на смягчение или снижение уровня неблагоприятных условий. Например, в условиях высоких летних температур у животных проявляется потоотделение (интенсивность которого зависит от уровня температуры среды), происходит учащение числа дыханий в единицу времени, что способствует испарению влаги через легкие и ротовую полость и снижению температуры тела.

В особо жарких условиях теплопродукция организма превосходит теплоотдачу, что может привести к опасному перегреву животного. *Патологическое состояние животного, обусловленное перегревом организма в результате внешнего воздействия тепловых факторов, называется **тепловым ударом**.* Основной причиной этого критического состояния животного является нарушение процессов терморегуляции под влиянием избыточного поступления тепла из окружающей среды. Особенно часто тепловой удар поражает сельскохозяйственных животных при перегонах или транспортировке при скученном их стоянии в жаркую, солнечную погоду.

В условиях холода в организме за счет теплоотдачи расходуется значительное количество тепла, в результате происходит охлаждение организма. Сокращение относительной площади поверхности тела, т.е. сокращение теплоизлучения при «сжеживании» на холоде, также приводит к уменьшению теплоотдачи. Внешним признаком начальной стадии охлаждения является мышечная дрожь, вызывающая за счет сокращения мышц дополнительную выработку и отдачу тепла. Активная физическая нагрузка (например, во время перегона скота) в холодных условиях способствует временной выработке дополнительного тепла; однако при продолжительных нагрузках у животных наступает физическая усталость. Более того, потоотделение, обычно сопровождающее высокие физические нагрузки, в дальнейшем может оказать отрицательное влияние благодаря испарению (затраты тепла) и последующему охлаждению организма.

В термонеutralной зоне, характерной для каждого вида животных, наблюдается минимальная теплопродукция (минимальный обмен веществ). Пределы этой зоны различны не только для различных видов, но и для животных одного вида в зависимости от породы, физиологического состояния, состояния шерстного покрова (до стрижки, после стрижки и т.п.). Внешними пределами термонеutralной зоны являются значения температуры, выше или ниже которых поддержание теплового равновесия организма с окружающей средой оказывается невозможным. Длительное пребывание животного за его пределами приводит к его гибели.

Таким образом, для поддержания более или менее постоянной температуры организм «включает» различные механизмы терморегуляции (рис. 3.2).

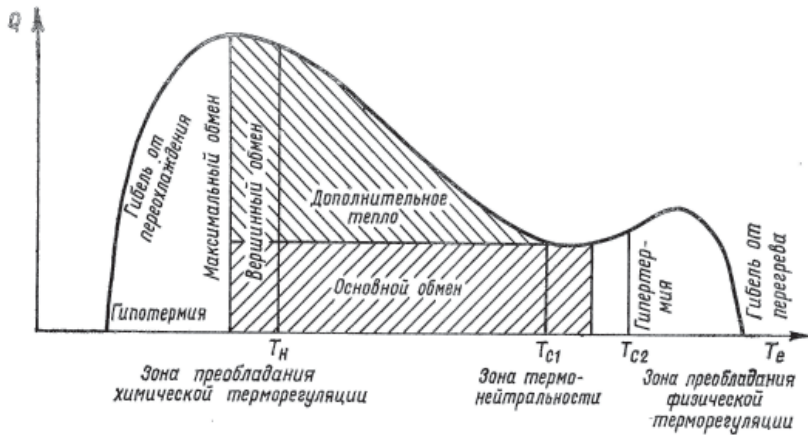


Рис. 3.2. Качественная зависимость интенсивности метаболизма теплокровных животных от температуры окружающей среды (по Ханину М.А., Дорфману Н.Л., 1973) [180]. Q – величина, характеризующая интенсивность метаболизма (теплопродукция, скорость потребления кислорода); T_e – температура среды

Согласно учению академика И.П. Павлова (1951) [141] о высшей нервной деятельности, терморегуляция в организме теплокровного животного осуществляется центральной нервной системой под контролем коры головного мозга, воспринимающей непосредственные тепловые раздражения и координирующей ответные реакции организма. Такие реакции направлены на поддержание температуры тела на определенном уровне в процессах теплопродукции и теплоотдачи, тесно связанных с комплексом метеорологических факторов. Еще в 1859 г. немецким химиком Ю. Либихом было установлено, что усиленное поглощение кислорода является важнейшим средством противостояния теплокровного организма охлаждению. Это связано с тем, что теплопродукция организма изменяется путем усиления окислительных процессов на холоде и ослабления их при высоких температурах среды. Такой механизм при охлаждении направлен на увеличение теплопродукции и ограничение теплоотдачи, а при избыточном нагревании – на ограничение теплопродукции и увеличение теплоотдачи. Сохранение теплового баланса в организме осуществляется при помощи химической и физической терморегуляции.

Химическая терморегуляция обеспечивается совокупностью физиологических процессов, обеспечивающих обмен веществ и образование тепла в организме животного при воздействии температуры и других факторов внешней среды. Такая терморегуляция, исторически сложившаяся в процессе развития множества поколений конкретного вида животного в определенных условиях окружающей среды, является довольно постоянным видовым признаком, характеризующим отношение разных животных к условиям внешней среды (Кожебеков З.К., 1991) [98]. Тепло образуется в процессе изменения интенсивности окислительных процессов, происходящих в скелетных мышцах и печени животного для обеспечения изменений в теплообразовании (мышечное дрожание для повышения теплопродукции). Примерно 50...60 % химической энергии, освобождаемой при переваривании корма, переходит в химические связи органических соединений. Остальная энергия в процессе этих превращений выделяется в форме тепла и рассеивается в тканях животного по кровеносным сосудам и тканям.

Под физической терморегуляцией понимают совокупность физиологических процессов, регулирующих отдачу тепла из организма и тем самым обеспечивающих постоянство температуры теплокровного животного. Тепловая энергия выводится из организма несколькими путями: радиацией и конвекцией, испарением воды через кожу и дыхательные каналы, а также при выделении остатков процесса пищеварения. Физическая терморегуляция осуществляется путем сужения или расширения кровеносных сосудов, что регулирует потери тепла кожным покровом.

Потоотделение способствует охлаждению поверхности тела благодаря затратам тепла при испарении. По данным Алексеевой Г.И. (1953) [6], потоотделение, как один из регуляторных механизмов защиты организма от перегрева, достаточно хорошо развит у южных пород овец (каракульских, сараджинских и др.). Прием холодной воды и пищи также способствует дополнительным затратам тепла на нагревание и, следовательно, некоторому охлаждению организма.

Теплоотдача осуществляется путем проведения, излучения, турбулентного обмена и испарения влаги с поверхности кожи (шерсти) и дыхательных путей. Перегрев организма ускоряет и усиливает такие внутренние факторы, как физическая нагрузка, лактация¹ и другие,

¹Образование и накопление молока у сельскохозяйственных животных в вымени и выведение его во время кормления молодняка или доения.

а из внешних факторов – интенсивная солнечная радиация, высокая температура воздуха и почвы, безветренная погода. При перегреве температура животного повышается благодаря накоплению в организме тепла. В таких условиях у многих животных наблюдается учащение пульса, интенсивная *тепловая одышка (полипноэ)* – *учащенное дыхание, способствующее увеличению теплоотдачи за счет испарения влаги со слизистой оболочки ротовой полости и дыхательных путей и усилению кровообращения.*

Тепловая одышка сопровождается потерей слюны и слизи, приводящей к выделению из организма большого количества минеральных солей, что усиливает нарушение водного баланса животного. У крупного рогатого скота, овец и коз полипноэ может продолжаться в течение всей жаркой части дня, особенно при высоких значениях солнечной радиации. Но у различных видов и пород сельскохозяйственных животных частота дыхания при наступлении жаркой погоды неодинакова. Частота дыхания зависит не только от вида животного (табл. 3.5), но и от его возраста (табл. 3.6), уровня обмена веществ в организме, от температуры окружающей среды и других факторов.

По данным Юнусова С. (1962) [200], при температуре воздуха выше 29...30°C увеличение частоты дыхания у ягнят романовской породы достигало 250...286, а у ягнят асканийской тонкорунной породы – до 350...400 дыхательных движений в минуту. У взрослых особей этих пород такого напряженного полипноэ не обнаружено. Известно, что частота дыхания у разных видов животных неодинакова: она зависит от возраста и вида животного, уровня обмена веществ в организме, от температуры окружающей среды и других факторов.

Таблица 3.5

Частота дыхательных движений в 1 мин у различных животных в спокойном состоянии (по Голикову А.Н., 1991 а) [57]

Вид животного	Частота дыхания	Вид животного	Частота дыхания
Лошадь	8...10	Свинья	8...18
Крупный рогатый скот	10...30	Верблюд	5...12
Овца	8...20	Олень	8...16
Коза	10...18	Собака	10...30

Таблица 3.6

**Влияние температуры воздуха на частоту дыхания у телят
различного возраста (по Кравцовой Л.Д.; заимствовано
у Голикова А.Н., 1991 а) [57]**

Возраст	Температура воздуха, °С		
	15	35	40
Новорожденные	67	143	126
10...12 дней	36	78	108
1 месяц	32	78	82
2 месяца	31	60	73
11 месяцев	22	57	75

У различных среднеазиатских пород овец частота дыхания неодинакова: так, у каракульских овец в жаркое время года она достигает 115...120 в мин, у курдючных – 95, у мериносов – 280. Следовательно, увеличение частоты дыхания ярче выражено у тонкорунных пород европейского происхождения, чем у местных, пустынных пород. Некоторые породы овец (курдючная, приаральская и др.) обнаруживают снижение потребления кислорода при высокой температуре среды.

В зоометеорологии этот фактор полипноэ используется при исследовании и моделировании энерго- и массообмена сельскохозяйственных животных, находящихся в условиях жаркого, засушливого климата. У животных с хорошо развитой и нормально функционирующей системой потоотделения явление полипноэ отсутствует (Слоним А.Д., 1962) [162].

В работах физиологов животных (Данилов Н.В., 1956) [67] показано, что с перегревом организма понижается выделение желудочного сока, резко падает его кислотность, как следствие – нарушение водно-солевого баланса из-за повышенных потерь влаги испарением при дыхании и потоотделении. Различные виды (роды) сельскохозяйственных животных обладают неодинаковой теплоустойчивостью, уровень которой изменяется также в зависимости от их возраста. На животных в раннем возрасте повышение температуры окружающей среды оказывает более сильное «давление», проявляемое в

повышении температуры тела, чем на взрослые особи. Так, по данным Юнусова С. (1962) [200], пребывание 3 – 4-месячных ягнят под солнечными лучами в течение 6...8 часов в условиях высоких температур воздуха (32...38 °С) вызывает огромное напряжение функций дыхания, кровообращения, теплообмена и снижение массы животных на 1,0...1,5 кг. По данным многих авторов верхний предел температуры тела сельскохозяйственных животных, вызывающий летальный исход составляет 42...44 °С, что характерно для большинства видов млекопитающих. Причиной смерти при таких температурах является возникновение необратимых изменений в белках (распад) и нервной системе. «Пределы колебания температуры тела, совместимые с жизнью, имеют значение не только для понимания экологических особенностей теплокровных (гомойотермных) организмов, они весьма важны для оценки возможных в естественных условиях степеней перегрева животных» (Ярошевский В.А., 1968) [201]. При перегреве сельскохозяйственных животных на 0,5...1,5 °С происходит снижение продуктивности и устойчивости животных к инфекционным заболеваниям. Повышение температуры тела до 42 °С – один из клинических признаков теплового удара или острого перегрева – тяжелого заболевания, часто завершающегося смертью животного. Это происходит, например, у овец в первые дни после поздней весенней стрижки при высоких температурах среды их обитания. Наиболее эффективным и энергетически экономным является теплоотдача с поверхности нестриженного тела животного.

Все теплокровные животные приспособлены к нормальной жизнедеятельности при условии расхода во внешнюю среду определенного количества тепла, т.е. существования в оптимальных (благоприятных) условиях. Климатические условия в регионах пастбищного животноводства различны, а изменчивость метеорологических условий каждого конкретного года варьирует в широких пределах даже в рамках отдельных сезонов. В экстремальных погодных условиях, которые наблюдаются ежегодно, организм животного принимает защитные меры путем физиологических механизмов терморегуляции, обеспечивающих поддержание относительно постоянной температуры тела. В случаях, когда таких механизмов недостаточно и организм уже не может обеспечить поддержание постоянной температуры, наступает перегрев или переохлаждение животного, нередко заканчивающееся летальным исходом.

Согласно Хенкоку И. (1955) [183], у теплокровных животных для поддержания постоянной температуры проявляются определенные реакции (табл. 3.7).

У новорожденных животных дыхание учащенное, но с возрастом оно становится более редким. При повышении температуры воздуха с 20 до 40 °С дыхание у 6-месячных телят учащается с 29 до 86 дыхательных движений в минуту, у коров при тех же условиях – с 16 до 32.

Таблица 3.7

Общие реакции теплокровных животных на изменения температуры окружающей среды

Против снижения температуры тела	Против повышения температуры тела
Поиски убежища от ветра и дождя	Поиски тени
Собранное положение тела	Расслабленное положение тела
Сужение просветов кровеносных сосудов	Расширение просветов кровеносных сосудов
Мускульные сокращения, вздрагивания тела, движение животного	Пониженная активность движений, состояние физического покоя
Повышенное потребление пищи	Пониженное потребление пищи
Увеличение толщины и длины шерсти	Уменьшение толщины и длины шерсти
Увеличение толщины слоя подкожного жира	Увеличение интенсивности дыхания, испарения через дыхательные пути и кожу (потоотделение)

Физическая нагрузка, эмоциональное возбуждение, повышение температуры среды, процесс пищеварения обычно сопровождаются учащенным дыханием. С увеличением частоты дыхания его глубина уменьшается (рис. 3.3).

Избыток CO₂ в крови приводит к заметному углублению дыхания, недостаток кислорода в крови вызывает учащенное дыхание. Известно, что в воздухе при высоких температурах количество кислорода меньше, чем при низких температурах. С понижением температуры частота дыхания уменьшается, а его глубина увеличивается (табл. 3.8). Это связано с более рациональным расходом тепла через

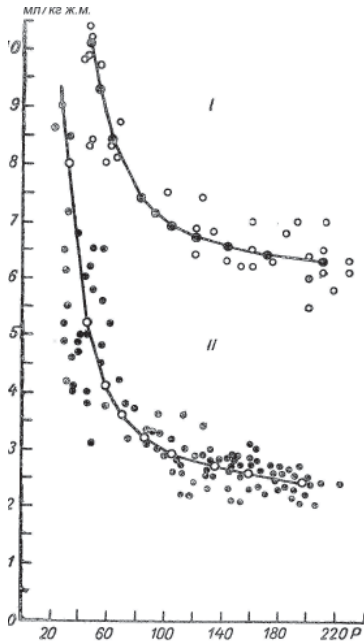


Рис. 3.3. Связь объема одного выдоха (мл/кг живой массы) с частотой дыхания у ягнят (I) и овец (II)

дыхательные пути и обогреванием вдыхаемого воздуха. Акт вдоха рефлекторно замедляется, по сравнению с актом выдоха, для снижения теплоотдачи (Голиков А.Н., 1991 а).

Для каждого возрастного периода животного характерен свой температурный оптимум. Например, для новорожденных телят в первые дни жизни он равен $16...18^{\circ}\text{C}$, в период от одного до двух лет — $3...5^{\circ}\text{C}$, а для продуктивных коров — ниже 0°C (Голиков А.Н., 1991 б) [58]. В Сибири в условиях летнего пастбищного содержания крупный рогатый скот также подвергается влиянию часто и резко меняющейся погоды. По данным Е.Е. Хадановича, особенно заметно влияние дождливого и холодного периода лета на состояние внутриутробного развития плода: в такие годы в последующем рождаются телята с пониженной живой массой.

Таблица 3.8

Влияние низкой температуры воздуха на частоту дыхания у телят различного возраста (по Нурыбековой Р.А., заимствовано у Голикова А.Н., 1991 а) [57]

Возраст	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$				
	- 5	- 10	-15	-20	-25
Новорожденные	45	40	40	35	30
10...15 дней	30	28	25	25	23
1 месяц	25	24	22	22	19
2 месяца	24	20	16	15	13
3 месяца	18	17	15	13	13

Физиологами выявлена различная индивидуальная изменчивость реакции коров одной и той же породы и возраста на высокие температуры воздуха в летний период. Параллельные наблюдения за температурой среды и тела животного показали, что при дневной температуре воздуха 30 °С животные с повышенной теплоустойчивостью сохраняют постоянство температуры тела как в начале периода лактации, так и в конце его. Животные с пониженной теплоустойчивостью реагируют на высокие температуры более активно в начале периода лактации по сравнению с периодом окончания лактации. Реакция таких коров проявляется не только в изменениях температуры тела, но и в количестве надоев молока. Например, во время 5 – 6-часового дождя при температуре воздуха 8...11 °С температура тела таких животных понижалась на 2,3 °С в начале периода лактации и на 1,8 °С – в конце лактации. В холодное, дождливое лето молочная продуктивность коров также снижается в большей степени в начале периода лактации, нежели в конце этого периода (Гизбрехт Я.Я., 1972) [56].

Поросята до 10-дневного возраста в условиях как высоких, так и низких температур не способны поддерживать постоянство температуры тела вследствие слаборазвитых механизмов терморегуляции; эти механизмы развиваются и достигают уровня взрослых животных только к их месячному возрасту. Именно поэтому поросята до месячного возраста стараются держаться плотной кучкой, а оказавшиеся наверху своих собратьев постоянно стремятся «зарыться» в середину, в глубину между их тельцами, где всегда теплее, чем снаружи.

У взрослых свиней при низких температурах воздуха поверхность кожи бледнеет, и ее температура снижается в результате сужения кровеносных сосудов, обеспечивающих сокращение потери тепла на 70 %. Характер изменения температуры поверхности тела, и в частности его выступающих участков (уши, хвост, нижние части конечностей), при различных температурах окружающей среды наглядно представлен на рис. 3.4.

При нормальной температуре внутренних органов свиньи (39 °С) наиболее изменчивой оказывается температура поверхности ушной раковины, хвоста, сосков вымени и нижних частей конечностей животного, сосудистая система которых выполняет функции регулирования теплоотдачи организма.

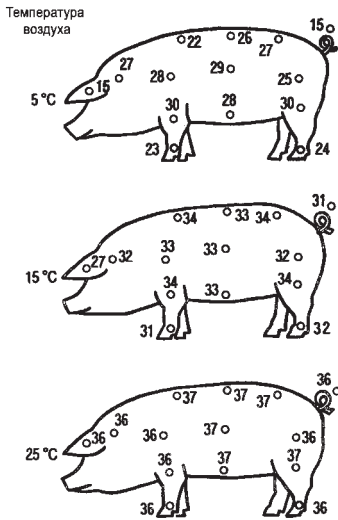


Рис. 3.4. Изменение температуры кожи при различных температурах воздуха

Во время интенсивной физической нагрузки при перемещении овец по пастбищу, особенно в условиях сложного рельефа или песчаного субстрата, или при перевозке грузов лошадьми, верблюдами, ослами, яками и др., вентиляция легких у животных значительно усиливается, частота дыхания в единицу времени возрастает. При напряженной работе мышц животного возрастает потребность в кислороде, поскольку образующаяся в мышцах молочная кислота не может полностью окислиться до уровня H_2O и CO_2 , она накапливается в тканях и поступает в кровь, при этом возбуждение передается в дыхательный центр. Например, при быстром беге у мало тренированных лошадей наступает сильная одышка с хрипами, резко учащается сердцебиение (до 230 ударов в минуту), повышается кровяное давление (Голиков А.Н., 1991 а) [57].

На больших высотах теплокровные животные страдают не только от недостатка кислорода, но и от недостатка углекислого газа. При этом снижается возбудимость дыхательного центра в коре головного мозга, и организм не дополучает требуемого количества кислорода, – возникает так называемая «высотная болезнь». Известно, что в горных условиях, особенно на высоте 3 – 4 тыс. м над уровнем моря, атмосферное давление и количество кислорода снижены, по сравнению с равнинными территориями. Следствием этого становится снижение насыщения крови животных кислородом на 14...35 %. В первые дни пребывания в горных условиях животные затрачивают большое количество энергии на адаптацию к разреженному воздуху, в связи с чем их нагул (прирост массы) незначителен. Период приспособления к новым условиям быстрее проходит у молодняка, чем у взрослых животных.

В период перегона на летние высокогорные пастбища и выпаса в высокогорье в крови сельскохозяйственных животных образуется более высокое содержание гемоглобина – *красного железосодержащего пигмента, выполняющего функцию переносчика кислорода от органов дыхания к тканям организма*. Адаптация к пониженному парциальному давлению кислорода у овец мясошерстных, полутонкорунных пород Казахстана проявляется в увеличении кислородной емкости крови и вентиляции легких, в повышенном потреблении кислорода и выделении CO_2 и в росте энергетических затрат. Незначительное увеличение частоты дыхания играет вспомогательную роль и имеет значение лишь при подъеме на большую высоту в горах (Кожебеков З.К., 1991) [98]. Кроме этого в организме животных происходят дополнительные физиологические процессы, обеспечивающие их нормальную жизнедеятельность на больших высотах.

Согласно Конюхову Н.А. (1965) [106], все многообразие погодных условий (далее – погод) по их тепловому воздействию на животных, находящихся на пастбищах без укрытия, условно делят на: а) *благоприятные*, при которых количество тепла, теряемое организмом, соответствует его нормальной жизнедеятельности, и б) *неблагоприятные*, вызывающие нарушения в теплообмене и приводящие к перегреву или переохлаждению организма.

Известно, что на любой организм животного, находящегося в природных условиях без укрытия, влияние оказывает не один фактор, например температура среды, а комплекс метеорологических факторов, составляющих в каждый момент времени понятие «погода» (Конюхов Н.А., Чекерес А.И., 1962, 1963) [111, 112]. Поэтому, когда говорят «холодная погода», то имеется в виду не только низкая температура, а сочетание низких, отрицательных температур воздуха² при определенных скоростях ветра, осадков и, как правило, малых значениях интенсивности суммарной солнечной радиации. Овцы, выпасающиеся в зимний период и оказавшиеся на пастбище без укрытия, обычно пытаются найти складки местности, более защищенные от ветра и осадков. В таких условиях животные плотно прижимаются друг к другу,

²Холодная погода может наблюдаться и при низких положительных температурах, сопровождаемых определенными скоростями ветра и осадками, обычно при малых значениях интенсивности солнечной радиации.

принимают сгорбленное положение тела (уменьшение размеров тела), у них наблюдается вздрагивание мускулатуры и даже дрожание тела, способствующие снижению теплоотдачи и поддержанию необходимой температуры тела.

При сильном охлаждении организма причиной смерти является не только уровень низкой температуры, но и продолжительность охлаждения, и способы отогревания животного. Различия в уровне низких температур, вызывающих летальные исходы, сильно варьирует в зависимости от биологического вида животного и достигают 25 °С. Это свидетельствует о значительно большей устойчивости тканей и нервной системы теплокровных животных к охлаждению.

«Жаркая погода» характеризуется различными сочетаниями положительных температур воздуха, высокой интенсивностью прямой и суммарной солнечной радиации и ветром. Такие условия вызывают у животных пониженные или малые расходы тепла. Под влиянием жаркой погоды и большой интенсивности солнечной радиации овцы прекращают выпас, пытаются найти затененные или продуваемые ветром места, а при отсутствии естественной тени (в пустыне) животные прячут голову в тень ближайших животных; они принимают расслабленное положение, дышат тяжело и учащенно, передвигаются вяло, а лежащие вытягивают шеи. Принимая различные положения по отношению к направлению солнечных лучей и ветра, к охлажденной за ночь или нагретой солнцем почве, животные достигают более эффективной отдачи тепла и снижения опасности перегрева организма. Благодаря таким инстинктивным действиям животного происходит снижение уровня теплопродукции. В пустынях Среднеазиатского региона и в южных районах Казахстана из-за жаркой погоды снижается продолжительность дневного выпаса, а в самые знойные периоды лета (июль–август) хозяйствами практикуется только ночной выпас животных (Конюхов Н.А., Чекерес А.И., 1967) [114].

Нарушение терморегуляции у сельскохозяйственных животных в значительной мере отражается на их продуктивности и приносит большой экономический ущерб. По данным Барышникова И.А. (1959) [34], высокопродуктивная корова вырабатывает за сутки более 35 тыс. ккал, т.е. количество тепла, достаточное для того, чтобы при температуре 0 °С довести до кипения 350 л воды. В летнее время пасущиеся

животные получают высокую дополнительную тепловую нагрузку за счет поглощения солнечной радиации, поэтому им необходима интенсивная терморегуляция, которая биологически присуща не каждой породе крупного рогатого скота.

В климатических условиях южных регионов бывшего СССР, характеризующихся длительным летним периодом с высокими температурами воздуха и почвы, высокой интенсивностью солнечной радиации, породы крупного рогатого скота характеризуются более низкой молочной и мясной продуктивностью, по сравнению с породами, районированными в средних регионах России. Многочисленными исследованиями физиологов животных установлено, что длительное пребывание дойных коров при температуре 0 °С ведет к повышению процента жирности в молоке, а перегрев животных, наоборот, вызывает снижение жирности.

Различные приемы, направленные на смягчение или устранение влияния высокой температуры, благоприятно действуют на увеличение привесов крупного рогатого скота: например применение охлажденной воды при водопое животных, искусственная вентиляция в загонах, способствующая улучшению теплообмена «среда – животное» и др.

Влияние различных условий погоды на различные породы пасущихся животных оценивается и по продолжительности времени, затрачиваемого ими на выпас и отдых (табл. 3.9).

Таблица 3.9

**Сравнение поведения крупного рогатого скота (разные породы)
во время выпаса при различных условиях погоды
(по Findlay J.D., 1950; заимствовано у Ярошевского В.А., 1968)
[201]**

Условия погоды	Породы	Время (%), затраченное на:		
		выпас	отдых на солнце	отдых в тени
Пасмурная погода без дождя, t 27...33 °С	Ангус, Брамандская и др.	72...79	—	21
Солнечная, штиль, t 23...34 °С	Ангус, Брамандская и др.	54...71	28...29	10...46
Солнечная, ветрено, t 29...33 °С	Ангус, Шортгорн, Герефорд и др.	75...89	—	11...25

Как видно из этой таблицы, при высокой температуре и безветрии время выпаса значительно сокращалось за счет влияния солнечной радиации, ветер заметно облегчал воздействие высокой температуры и солнечной радиации.

Экспериментально было показано, что применение простейших способов защиты от интенсивной солнечной радиации (например затенение) при прочих равных условиях улучшает терморегуляцию животных, поедаемость кормов, что в конечном итоге повышает нагул (продуктивность) крупного рогатого скота в условиях жаркого сезона. У коров, содержащихся в пастбищный период без затенения, происходит потеря их массы (Ярошевский В.А., 1968) [201]. В процессе терморегуляции у крупного рогатого скота большую роль выполняет испарение с поверхности «носового зеркала», компенсирующего недостаточную теплоотдачу испарением через выделения потовых желез. Поэтому в теплое время года кожистое окончание носа у этих животных оказывается постоянно хорошо увлажненным.

Н.А. Конюхов и А.И. Чекерес (1957) [107] выявили зависимость состояния и поведения овец, выпасающихся на пастбищах, расположенных на различных высотах над уровнем моря, равнинных и горных при жаркой и солнечной погоде. На равнинных пастбищах (200...600 м над уровнем моря) в ясные солнечные дни при слабом ветре неблагоприятной для животных оказалась температура воздуха 25 °С и выше. В горах (на высоте 2200...2500 м над уровнем моря) неблагоприятной оказалась температура воздуха 17...18 °С. Такое различие в температуре авторы объяснили влиянием более высокой интенсивности солнечной радиации, характерной для высокогорий. Было подсчитано, что наблюдаемое увеличение интенсивности солнечной радиации с высотой местности на 20% по своему воздействию на организм овцы аналогично повышению температуры воздуха на 7 °С. В работах этих авторов показано также, что заметное косвенное влияние на состояние животных оказывает облачность в сочетании с различными температурами воздуха, поскольку более плотная облачность (7...10 баллов) в жаркую погоду ослабляет поток солнечной радиации, попадающий на животных. Помимо экстремальных температур, зимой и летом на животных оказывают такие явления, как глубокий снежный покров, ледяная корка, обледенение поверхности почвы и растений, ливневые осадки, град, сильные, продолжительные ветры, пыльные бури и т.п.

Многолетние параллельные полевые наблюдения за состоянием выпасающихся овец и условиями погоды выявили определенные различия в поведенческих и физиологических реакциях животных на неблагоприятные метеорологические условия в зависимости от породы, возраста, упитанности и их сезонного состояния (Конюхов Н.А., 1965) [106].

Отсутствие интегрального, комплексного параметра для характеристики конкретной погоды, т.е. отсутствие возможности одним числом выражать сочетания значений нескольких, хотя бы основных элементов погоды, является главным недостатком, затрудняющим зоометеорологические разработки. Таким образом, применение понятий «благоприятная» и «неблагоприятная» погода, оказывающая воздействие на живой организм, находящийся в нерегулируемых природных условиях, может применяться только к определенному виду, породе, возрасту, полу и упитанности сельскохозяйственного животного (Падучева А.Л., Шраер Б.С., Шик М.Л., 1959) [143].

ГЛАВА 4

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ

На сельскохозяйственное животное, находящееся на пастбище без искусственного укрытия оказывают влияние различные факторы среды: потоки солнечной радиации, температура воздуха и почвы, ветер, влажность воздуха, облачность и т.п. Общая схема воздействия на животное различных потоков солнечной радиации показана на рис. 4.1.

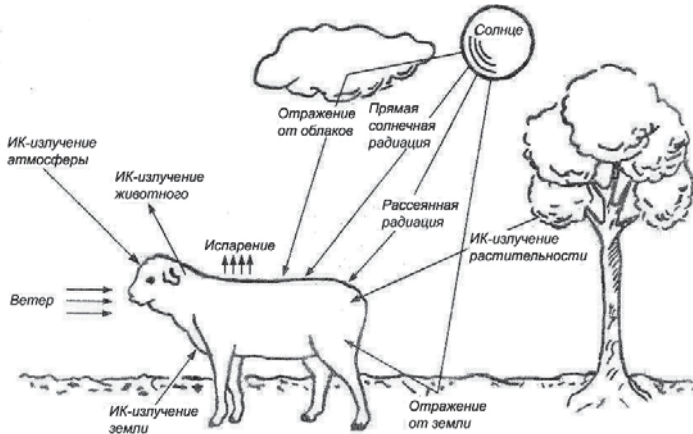


Рис. 4.1. Энергообмен животного в природной среде (по Meteorological observations in animal experiments. Edited by C.V. Smith. WMO, Technical Note. 1970. N 107. P. 3–14)

Необходимым условием для жизнедеятельности теплокровных (гомойотермных) животных является сохранение постоянства температуры тела. Существует термин – *гомеостаз* (от гр. *homoios* – подобный и *statis* – стояние), т.е. состояние внутреннего динамического равновесия организма животного с помощью совокупности сложных физиологических реакций, направленных на устранение или ограничение воздействия факторов внешней среды, нарушающих это равновесие. Поддержание термического гомеостаза в организме высших животных осуществляется деятельностью физиологического механизма,

регулирующего теплопродукцию и теплоотдачу. Отметим, что теплопродукция – процесс биохимический, а теплоотдача – биофизический.

Температурный диапазон, на фоне которого проходит жизнь теплокровного животного в естественных условиях существования, определен физиологами и экологами примерно в 100 °С: от -50 до +50 °С (Слоним А.Д., 1962) [162]. Температурный интервал, совместимый с жизнью млекопитающих, в том числе и сельскохозяйственных животных, зависит от условий теплоотдачи (влажности и движения воздуха, радиационных теплопотерь), а также от физиологического состояния животного – возраста, уровня его теплопродукции, что в свою очередь определяется условиями питания организма, его подвижностью и т.п.

Лежащий в основе всех жизненных процессов обмен веществ организма сопровождается постоянным теплообменом с окружающей средой. Теплообмен направлен на поддержание температуры тела в биологических пределах, обеспечивающих стабильность биохимических реакций и физиологических процессов в организме.

Относительное постоянство температуры тела достигается физиологическими процессами теплообразования и теплоотдачи. Тепло, непрерывно продуцируемое во всех органах и тканях, выделяется в окружающую среду, и лишь часть его, оставаясь в организме, обеспечивает его жизнедеятельность. Процесс теплообмена в системе «животное – окружающая среда» зависит не только от интенсивности теплообразования и теплоотдачи организма, но и в значительной степени от теплового состояния среды обитания, т.е. от метеорологических условий каждого конкретного дня и времени суток. При нарушениях теплового равновесия организма – перегрев (гипертермия) и переохлаждение (гипотермия) – вступают в действие механизмы терморегуляции, приводящие к усилению или ослаблению обмена веществ, а, следовательно, – к изменению связанного с ним уровня тепловой продукции теплокровного животного. Последняя регулируется на уровне условных и безусловных рефлексов организма: сосудистый тонус, интенсивность дыхания, потоотделение, встряхивание телом для придания большей пушистости шерстному покрову, дрожание мышц и др. Эти процессы, согласно учению академика И.П. Павлова о центральной нервной деятельности, регулируются центром терморегуляции, находящимся в гипоталамической области головного мозга.

Гипоталамус (от гр. *hupo* – внизу, снизу, под, *thalamus* – зрительные бугры) – это область головного мозга, расположенная под зрительными буграми, представляющая собой совокупность высших центров, которые обеспечивают приспособление различных функций (обмен веществ, гормональной и других систем) к деятельности организма как целого. Гипоталамус является не только центром рефлекторных тепловых реакций, но и центром, реагирующим на изменения температуры крови под влиянием температуры окружающей среды.

Слоним А.Д. (1966) [164], изучая физиологические процессы терморегуляции теплокровных животных, пришел к выводу: «Терморегуляционный эффект построен по кибернетическому принципу регулирования с обратной связью, включает деятельность многих систем организма и направлен как на увеличение продукции тепла и ограничение теплоотдачи при охлаждении тела, так и на ограничение теплопродукции и увеличение теплоотдачи при нагревании». Таким образом, поддержание температуры тела млекопитающего на постоянном уровне обеспечивается процессом изменения теплопродукции.

При охлаждении тела происходит снижение потребности организма в кислороде и повышение общего обмена веществ, т.е. «включается» химическая терморегуляция у животного, находящегося в состоянии полного мышечного покоя. Среди различных видов сельскохозяйственных животных крупный рогатый скот и овцы обладают наибольшей приспособленностью к низким температурам среды. При этом упитанные животные лучше переносят низкие температуры, чем неупитанные (истощенные). При повышении температуры среды или при нагревании животного потребность в кислороде повышается, а общий обмен веществ снижается, чтобы не допустить перегрева организма.

Метеорологическая обстановка является важнейшим элементом внешней среды, определяющим степень напряженности терморегуляторных систем организма. Для оценки степени этой напряженности необходимо знать количество тепла, вырабатываемое организмом, количество тепла, получаемое от окружающей среды, и количество тепла, излучаемое организмом в окружающее пространство. Для этой цели составляется уравнение теплового баланса организма животного.

Для составления уравнения теплового баланса организма животного необходимо определить количество тепла, вырабатываемое в нем

и просуммировать все потоки тепловой энергии между организмом и окружающей средой.

Основным источником тепла на Земле является Солнце. Энергия Солнца попадает на поверхность Земли, в том числе и на тело животного, в виде прямой (S) и рассеянной (D) радиации. Отражаясь от поверхности Земли, от различных окружающих предметов, солнечная энергия попадает на его тело в виде отраженной радиации (R). Попадая на животное, не вся солнечная радиация преобразуется в тепло. Часть ее отражается за счет отражательной способности поверхности тела (A). Таким образом, поверхность тела животного получает от Солнца энергию, равную $(S + D + R)(1 - A)$.

Нагреваясь за счет энергии Солнца, поверхность Земли, как и другие предметы, излучает тепло. Согласно закону Стефана – Больцмана излучение этой поверхности пропорционально четвертой степени абсолютной температуры тела:

$$U_z = \sigma \delta T^4, \quad (4.1)$$

где U_z – тепловое излучение поверхности Земли, σ – постоянная Стефана – Больцмана, равная $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$, δ – относительная излучательная способность, показывающая, какую долю излучения абсолютно черного тела составляет излучение рассматриваемого тела, T – абсолютная температура тела.

Атмосфера, также, имея определенную температуру, излучает тепловую энергию. В общем случае излучение атмосферы рассчитывается по формуле:

$$U_A = a \sigma T^4, \quad (4.2)$$

где a характеризует излучательную способность атмосферы ($a < 1$) и зависит в основном от содержания водяного пара, количества и высоты облаков. Тепловая энергия от Земли и атмосферы поступает на поверхность тела животного. Однако само тело животного является теплым и постоянно излучает тепло в окружающую среду ($U_{ж}$).

Кроме радиационных потоков, поступающих к поверхности тела животного, необходимо учитывать конвективный теплообмен и затраты тепла на испарение влаги, а также тепловую энергию, вырабатываемую самим организмом (теплопродукция).

Для составления уравнения теплового баланса животного необходимо определить количество тепла, вырабатываемое в нем, и просуммировать все потоки тепловой энергии между организмом и окружающей средой.

Ярошевским В.А (1968) [201] предложено уравнение теплового баланса тела животного, температура которого поддерживается на нормальном уровне:

$$W = T_{ш} + E_{\gamma} + Q + LE_p + LE_d + C, \quad (4.3)$$

где W – физиологическая теплопродукция животного; $T_{ш}$ – поток тепла проведением в шерстном покрове; E_{γ} – радиационные потери тепла (эффективное излучение); Q – турбулентный поток тепла между поверхностью организма и приземным слоем воздуха; LE_p – затраты тепла на испарение с поверхности органов дыхания (где L – скрытая теплота испарения, Дж/г, E_p – количество влаги, испарившейся с поверхности органов дыхания); LE_d – затраты тепла на испарение с поверхности тела (E_d – количество влаги, испарившейся с поверхности тела); C – затраты тепла на нагревание выдыхаемого воздуха. В рассматриваемом уравнении величина W всегда положительна, а все другие величины положительны, если они характеризуют расход тепла.

Применительно к сельскохозяйственным животным, и в первую очередь к тонкорунным овцам, термин «деятельная поверхность» Ярошевский В.А. (1968) [201] понимает, как «ту динамическую поверхность, которая оказывается активной в радиационном, транспирационном и теплообменном отношении» (с. 73). Первый вид деятельной поверхности – *поверхность руна*, т.е. внешняя поверхность слоя шерстного покрова, содержащего значительное количество «буферного воздуха». Тепловое состояние поверхности руна зависит от количества поступающей солнечной энергии, величины эффективного излучения, интенсивности турбулентного обмена и затрат тепла на испарение, когда поверхность руна влажная. Поверхность руна нагревается при инсоляции (от лат. *insolatio* – выставлять на солнце), это *поток прямой (или суммарной) солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность в единицу времени*. Руно охлаждается в период преобладания излучения объекта. При изменении положения тела по

отношению к потоку солнечной радиации, к почве и окружающим предметам, к направлению ветра происходит изменение теплового состояния этой поверхности. По существу, температура поверхности руна определяется сочетанием различных факторов: интенсивностью солнечной радиации, уровнем температуры и влажности воздуха, скоростью ветра и атмосферными осадками (в случае их выпадения).

Второй вид деятельной поверхности – это *поверхность кожи, покрытая шерстью*. Тепловое состояние поверхности кожи менее изменчиво, по сравнению с поверхностью руна, поскольку кожа, с одной стороны, защищена от внешнего воздействия слоем шерстного покрова (руна), а с другой, испытывает постоянное регулирующее тепловое влияние сосудистых реакций живого теплокровного тела. Тепловой обмен между поверхностью кожи и поверхностью руна неостриженного животного происходит через густой слой шерсти, в основном путем проведения, поскольку шерстный покров является препятствием для лучистых потоков извне и турбулентного переноса тепла с поверхности кожи. Интенсивность и направление тепловых потоков в шерстном покрове (к телу животного и от него) определяются разностью температур поверхностей руна и кожи, толщиной слоя шерсти (руна) и ее теплопроводностью. Например, по данным Макевнина С.Г. (1960) [121], температура внутри шерстного покрова у овец в различные сезоны года значительно изменяется (рис. 3.1, гл. 3). Проведенные измерения цитируемого автора демонстрируют также «буферную» роль шерстного покрова в распределении температуры по слоям руна (через каждый сантиметр), имеющего различную толщину.

Третий вид деятельной поверхности – это *поверхность кожи, почти лишенная шерсти* (после стрижки), имеющая очень тонкий и относительно редкий волосной покров. Температура такой поверхности очень изменчива, активна в отношении теплообмена, поскольку тонкий шерстяной покров почти не препятствует поступлению лучистой энергии Солнца, подвержена температурным реакциям сосудов и турбулентному переносу тепла с поверхности кожи животного. Этот вид деятельной поверхности постоянно присутствует на отдельных частях тела не стриженных тонкорунных овец: уши, передняя часть головы, и отчасти ног. Эти участки поверхности тела овцы, по данным Ярошевского В.А. (1968) [201], составляют у не стриженных

животных обычно не более 5...10 % их общей поверхности. Тем не менее значение их немаловажно в тепловом балансе теплокровного организма. Теплообмен этой поверхности тела с окружающей средой происходит путем излучения и турбулентного переноса тепла.

Слоним А.Д. (1966) [164] приводит экспериментальные материалы измерений температуры различных участков тела овцы, остриженной только наполовину, выполненные австралийским ученым К.Х. Пристли. Этот опыт демонстрирует существенные различия в температурах поверхности тела покрытого и не покрытого шерстным покровом (рис. 4.2). При этом сообщается, что при температуре воздуха 38 °С частота дыхания не стриженного животного достигала 230 ± 26 в одну минуту, а остриженного – только 108 ± 23 в одну минуту.

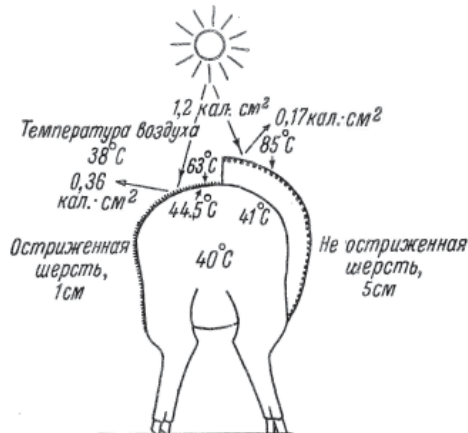


Рис. 4.2. Защитная роль шерстного покрова у овцы от солнечной радиации (по Слоним А.Д., 1966)

Тепловые потоки в шерстном покрове (руне) овец определяются градиентом температуры – поверхность руна и поверхность кожи животного – и теплопроводностью шерсти в ее естественном состоянии. Чем больше разность температуры поверхности руна и поверхности кожи, чем тоньше слой шерстного покрова, тем большее количество тепла отдает или получает поверхность кожи. Так, в летние ночи температура поверхности руна не стриженных овец почти не отличается от температуры воздуха, окружающего животное, при этом она всегда

ниже температуры поверхности кожи. Поэтому в таких условиях поток тепла в шерстном покрове направлен от поверхности кожи к поверхности руна, т.е. происходит отдача тепла во внешнюю среду.

Летом в жаркую дневную погоду лучистая энергия, поглощенная деятельной поверхностью руна, превращается в тепловую энергию и повышает температуру этой поверхности до $60 \dots 85^\circ \text{C}$ (рис. 4.2). В таких условиях поток тепла в шерстном покрове направлен от нагретой поверхности руна к поверхности кожи и в сумме образует экзогенную (т.е. внешнюю) тепловую нагрузку проведением. Расчет интенсивности тепловых потоков в шерстном покрове ($T_{ш}$) производится с помощью зависимости (Ярошевский В.А., 1968) [201]:

$$T_{ш} = \lambda (t_p - t_k) / h, \quad (4.4)$$

где λ – коэффициент теплопроводности шерсти; t_p и t_k – температура поверхности руна и кожи, покрытой шерстью соответственно; h – толщина руна.

Упрощенная схема температурных градиентов на поверхности тела животного при температуре окружающей среды, превышающей температуру тела, приведена на рис. 4.3.

Температурные градиенты, показанные сплошной линией ASB и пунктирной $AS'B$, соответственно, указывают, в каком направлении пойдет тепловой поток в различных условиях. Если пот испаряется с поверхности кожи (S), не смачивая шерсти, то температурные

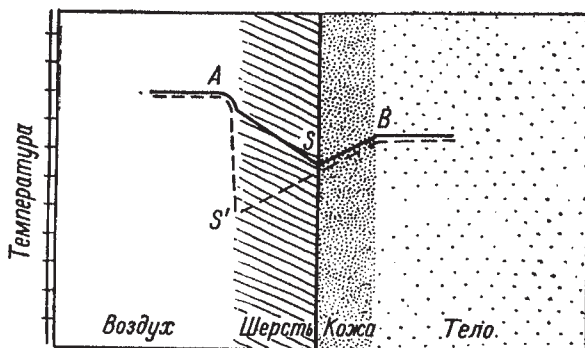


Рис. 4.3. Схема теплообмена на поверхности тела овцы (по Schmidt-Nielsen, 1954) [215]

градиенты будут соответствовать сплошной линии BSA. Если пот испаряется с поверхности шерсти (S'), то градиент температуры будет соответствовать пунктирной линии $BS'A$ (Слоним А.Д., 1966) [164].

В связи с тем, что обычно существует разница между температурой окружающей среды и поверхностью тела животного, между ними происходит конвективный теплообмен (P). Величина этого теплообмена рассчитывается по формуле:

$$P = \gamma (T - T_p), \quad (4.5)$$

где γ – коэффициент теплообмена между поверхностью тела животного и окружающей средой; T – температура окружающего животное воздуха, T_p – температура поверхности тела животного.

Следовательно, когда температура поверхности тела животного ниже температуры окружающего воздуха ($T > T_p$) происходит приток тепла к телу, при температуре поверхности тела выше температуры окружающей среды ($T < T_p$) наблюдается потеря тепла организмом.

Важнейшими факторами формирования теплового состояния деятельной поверхности животного являются эффективное излучение и турбулентный теплообмен. Эффективное излучение с поверхности кожи, лишенной шерсти, включающей уши, часть головы и нижние части ног овцы (E_s), описывается формулой (В.А. Ярошевский, 1968) [201]:

$$E_s = E_s^0 + (\kappa \sigma T_{\text{пк}}^4 - \kappa \sigma T^4), \quad (4.6)$$

где E_s^0 – эффективное излучение при безоблачном небе без учета разности температур деятельной поверхности животного и воздуха; κ – коэффициент, характеризующий отклонение излучения деятельной поверхности открытых участков кожи от излучения абсолютно черного тела; σ – постоянная Стефана–Больцмана; $T_{\text{пк}}$ и T – соответственно, температура поверхности кожи, не покрытой шерстью, и температура воздуха.

Роль факторов эффективного излучения и турбулентного теплообмена (Q) особенно велика в ночные часы суток, когда температура деятельной поверхности животного значительно отличается от температуры нижнего (приземного) слоя воздуха. Тогда происходит достаточно эффективный поток тепла, зависящий от разности температуры

деятельной поверхности и окружающего воздуха и скорости ветра. Для расчета интенсивности этого потока применяется уравнение Будыко М.И. (1956) [48], выражающее связь теплообмена с разностью температур поверхности нагретого (или охлажденного) тела и воздуха:

$$Q = \rho c_p D_{0-200} (T_{нк} - T), \quad (4.7)$$

где ρ – плотность воздуха у земной поверхности, равная 0,0013 г/см³; c_p – удельная теплоемкость воздуха, равная 0,24 кал/г·град.; D_{0-200} – интегральная характеристика условий вертикального турбулентного переноса между деятельной поверхностью тела и атмосферой, называемая коэффициентом внешней диффузии; $T_{нк}$ и T – соответственно, температура кожи животного и воздуха. Согласно Бройдо А.Г. (1957) [44] параметр D рассчитывается по уравнению:

$$D_{0-200} = 0,39 v [1 + 0,06 (T_{нк} - T) / v^2], \quad (4.8)$$

где v – скорость ветра в м/с, а вектор $(T_{нк} - T) / v^2$ – есть параметр устойчивости приземного слоя атмосферы, равный отношению разности температуры деятельной поверхности кожи животного к квадрату скорости ветра. Расчеты В.А. Ярошевского (1968) показали, что при слабом ветре турбулентный теплообмен частей тела, лишенных плотного шерстяного покрова (площадь этих частей принята за 522 см²), выполняет незначительную роль в тепловом балансе животного (1...9 %), особенно в дневное время, когда разность температур поверхности тела и воздуха невелика. В ночное время роль термического фактора возрастает, что приводит к заметному увеличению теплоотдачи.

С понижением температуры воздуха и увеличением скорости ветра интенсивность турбулентного теплообмена резко возрастает и, следовательно, повышается его роль в тепловом балансе животного – до 40 % общей теплопродукции при температуре воздуха 15 °С и скорости ветра 9 м/с (рис. 4.4).

Ярошевский В.А. (1968) [201] экспериментально показал, что площадь поверхности тела овцы, почти лишенная плотного и густого шерстного покрова, выполняет значительную роль в тепловом балансе животного. Особенно это заметно в условиях, когда температура

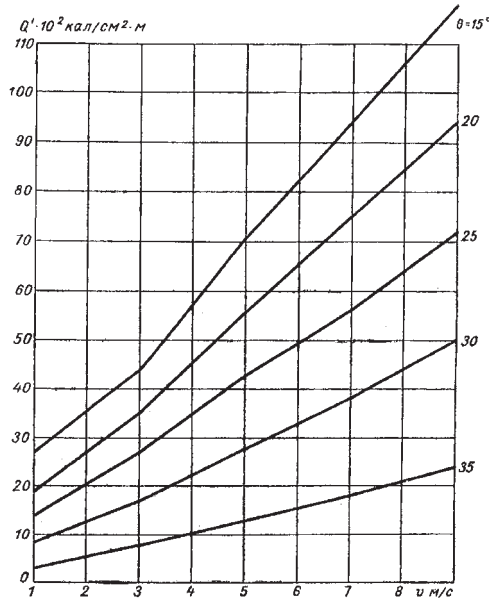


Рис. 4.4. Зависимость интенсивности турбулентного теплообмена (Q') у овец от температуры воздуха (θ) и скорости ветра (v)

воздуха повышается от 15 до 30 °C и при скорости ветра, превышающей 15 м/с. Этим объясняется заметное облегчение в состоянии выпасающихся овец при умеренном ветре, а также способность стриженных животных удовлетворительно переносить значительные внешние тепловые нагрузки даже при слабом ветре. Такие нагрузки погашаются возрастающей эффективностью турбулентной теплоотдачи с поверхности кожи, почти лишенной шерстного покрова.

Важными составляющими расходной части уравнения теплового баланса животного являются затраты тепла на испарение с поверхности органов дыхания и кожи. Так, количество влаги, выделяемое при дыхании, вычисляется при умножении разности массовой доли водяного пара выдыхаемого и вдыхаемого воздуха (Δq) на массу воздуха (V_m), проходящую через органы дыхания в единицу времени:

$$E_p = \Delta q V_m. \quad (4.9)$$

При дыхании животного выдыхаемый воздух также выносит часть тепла, затраченного организмом на его нагревание. Количество такого тепла (C) пропорционально массе выдыхаемого воздуха (V_m) и разности температур наружного воздуха и воздуха, прошедшего через дыхательные пути животного (ΔT) в единицу времени:

$$C = C_p \Delta T \cdot V_m. \quad (4.10)$$

Скорость испарения с поверхности кожи у овец рассчитывают по уравнению:

$$E_d = \rho D' (q_d - q_0), \quad (4.11)$$

где D' – коэффициент диффузии в шерстном покрове; ρ – плотность воздуха у земной поверхности; q_d и q_0 – массовая доля водяного пара у поверхности кожи и в приземном слое воздуха соответственно.

В теплообмене между поверхностью руна и кожи основная роль принадлежит проведению тепла через шерстный покров. В период роста шерсти (от стрижки до стрижки) ее толщина постепенно пропитывается выделениями сальных и потовых желез кожи, образуя, так называемый *жиропот*. Благодаря жиропоту шерсть мериносовых овец содержит 30...40 % жира, полутонкорунных – 12...20 %, грубошерстных – около 4 %. Жиропот смазывает и защищает шерсть от воздействия влаги, механических загрязнений и других внешних факторов, способствует лучшему сохранению физико-механических свойств шерстных волокон. При недостатке жиропота шерсть становится сухой, ломкой, теряет свойственный ей блеск; при избытке жиропота уменьшается выход чистой шерсти в процессе ее технологической обработки.

В ночное время теплоотдача проведением через шерстный покров составляет до 22 % выделяемого животным тепла. Как было отмечено выше, температура поверхности кожи изменяется в небольших пределах, летом она поддерживается на уровне 39 °С, а температура поверхности руна подвержена значительным температурным колебаниям, особенно в ясные летние дни и ночи. При высоком дневном тепловом напряжении окружающей среды потоки тепла направлены от поверхности руна к коже животного. Это так называемые экзогенные (внешние) тепловые нагрузки. Их величина находится в обратной пропорциональной зависимости от степени облачности (в баллах) и скорости ветра.

Таким образом, по данным Ярошевского В.А. (1968) [201], для тонкорунных овец общий тепловой баланс складывается из следующих

результатов расхода тепла животным, находящимся в естественных пастбищных условиях. На турбулентный теплообмен в зависимости от температуры воздуха при слабом ветре (1,4 м/с) приходится порядка 3...6 % общего расхода тепла. При снижении температуры воздуха и увеличении скорости ветра интенсивность и значимость турбулентного теплообмена возрастает. В жаркие дни незначительное количество тепла (3...6 %) расходуется на нагревание выдыхаемого воздуха. Наибольшая роль в тепловом балансе животного принадлежит испарению с поверхности тела, особенно проявляющемуся в условиях жаркой погоды – 42...66 % общего расхода тепла. На испарение с поверхности органов дыхания расходуется 17...23 % выделяемого тепла.

В процессе теоретических исследований вопросов теплового состояния животного проф. Айзенштат Б.А. (1974) [2] получил аналитическое выражение, применимое для расчета радиационного и теплового баланса различных видов животных, находящихся в условиях пребывания на открытой ровной местности.

При анализе теплового баланса животного принимается, что толщина шерстного покрова на теле животного неодинакова. Отдельные участки тела покрыты достаточно мощным слоем шерсти, на других участках шерстный покров выражен слабо или же отсутствует. Участки тела, совершенно лишенные шерстного покрова, по площади настолько невелики, что в первом приближении их влиянием на тепловой режим животного можно пренебречь, вводя при необходимости соответствующие коррективы в расчеты, относящиеся к участкам со слабовыраженным шерстным покровом.

Уравнение теплового баланса животного для условий его стационарного термического состояния (когда не происходит накопления тепла в организме или же охлаждения организма в целом) в общем виде записано:

$$aFR_a + bFR_b + aFP_a + bFP_b + P_a + Q = LE_a + P_r, \quad (4.12)$$

где R_a и R_b – радиационный баланс единицы поверхности кожи под значительным и тонким или слабовыраженным шерстным покровом соответственно; P_a и P_b – теплообмен между поверхностью кожи и шерстным покровом, а также внешним воздухом за счет воздухопроницаемости шерсти (для обоих видов шерстного

покрова), отнесенный к единице поверхности тела; P_d – теплообмен между поверхностью дыхательных путей и воздухом в процессе дыхания; LE_d – затраты тепла на испарение с поверхности дыхательных путей при дыхании (L – скрытая теплота испарения, равная при 35°C 2400 Дж/г; E_d – количество испарившейся влаги); P_r – затраты тепла на испарение пота с поверхности тела животного и другие неучтенные затраты тепла; Q – теплопродукция организма; F – общая площадь поверхности тела животного; a и b – доли поверхности тела, покрытой густой шерстью и имеющей слабовыраженный шерстный покров. Очевидно, что $a + b = 1$.

Большое внимание уделяется радиационным потокам, поступающим к телу животного и излучаемые им.

Геометрическая модель тела животного. При решении задачи о радиационном балансе животного Б.А. Айзенштат предложил схематизировать форму поверхности тела с тем, чтобы принятая геометрическая модель животного по возможности более близко отвечала условиям облучения реального животного. При этом модель должна отражать лишь наиболее общие и характерные свойства объекта, так как второстепенные детали приведут к существенному усложнению задачи. Кроме того, модель должна отвечать условию универсальности, то есть могла бы быть использована для различных животных.

В качестве модели принимается геометрическая фигура, общий вид которой напоминает горизонтальный цилиндр с закругленными торцами. Фигура состоит из десяти сопряженных между собой элементов: верхнего и нижнего горизонтальных круговых полуцилиндров (1) и (2), двух вертикально расположенных прямоугольников (3) и (4), двух вертикальных круговых полуцилиндров (5) и (6), четырех сферических элементов (7, 8, 9 и 10), закрывающих торцы полуцилиндров, внешняя поверхность каждого из четырех сферических элементов представляет собой четвертую часть сферы.

Если соединить одноименные элементы модели, то легко видеть, что она состоит из горизонтального цилиндра, вертикального цилиндра, шара и двух вертикальных прямоугольников (рис. 4.5).

Варьируя параметрами: ρ – радиус сферических элементов, H – высота вертикальных полуцилиндров и ширина прямоугольников, l – высота горизонтальных полуцилиндров и длина прямоугольников,

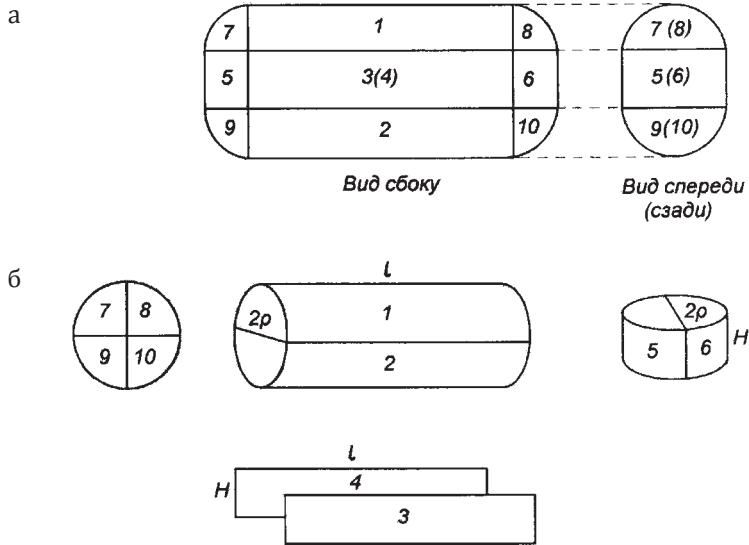


Рис. 4.5. Геометрическая модель животного: а – общий вид модели сбоку и спереди (сзади), б – отдельные элементы модели

можно получить в достаточной мере близкие по геометрическим характеристикам аналоги тела различных животных, учитывая при необходимости возрастные особенности их строения. Горизонтальный цилиндр по условиям теплообмена является наиболее существенным элементом общей модели животного.

Радиационный баланс поверхности тела животного. При анализе теплового баланса животного принимается, что толщина шерстного покрова на теле животного не одинакова: отдельные участки тела покрыты достаточно мощным слоем шерсти, на других участках шерстный покров выражен слабо или отсутствует. В связи с этим радиационный баланс R поверхности кожи животного представляет сумму радиационных балансов участков тела со значительным R_a и слабовыраженным R_b шерстным покровом:

$$R = aR_a + bR_b, \quad (4.13)$$

где a и b – доли поверхности тела, покрытой густой шерстью и имеющей слабовыраженный шерстный покров, при этом $a + b = 1$.

Учитывая, что шерстный покров некоторых видов животных (например овец после стрижки, свиней) частично пропускает потоки коротковолновой и длинноволновой радиации, выражение для R_a можно записать в следующем виде:

$$R_a = \eta_{кор}^{(a)} [S_{жс} + D_{жс} + r_{жс} (1-\varphi) + r_{жст} \varphi] (1-A_k) + \eta_{дл}^{(a)} [U_{жсА} + U_{жсст} (1-\varphi) + U_{жст} \varphi - U_{жс} J], \quad (4.14)$$

где $S_{жс}$ и $D_{жс}$ – потоки прямой солнечной и рассеянной радиации, поступающей к единице поверхности тела (кожи) животного; $r_{жс}$ и $r_{жст}$ – полусферические потоки отраженной радиации, поступающей к телу животного от почвы, освещенной лучами Солнца (индекс c) и от почвы, находящейся в тени (индекс m); $U_{жсст}$ и $U_{жст}$ – полусферические потоки теплового излучения, поступающие к единице поверхности тела животного от почвы, освещенной Солнцем и находящейся в тени; $U_{жсА}$ – излучение атмосферы, поступающее к телу; $U_{жс}$ – излучение с единицы поверхности кожи животного; A_k – альбеда кожи; φ – коэффициент облученности, показывающий, какая часть полусферического лучистого потока от затененной поверхности почвы падает на тело животного; $\eta_{кор}^{(a)}$ и $\eta_{дл}^{(a)}$ – коэффициенты пропускания коротковолновой и длинноволновой радиации шерстным покровом, характеризующейся отношением прошедшей к коже радиации к падающей на поверхность шерстного покрова.

Для нахождения $S_{жс}$ необходимо знать поступление солнечной радиации к каждой из геометрических фигур, составляющих рассматриваемую модель.

Для солнечной радиации $S_{цс}$, поступающей к единице боковой поверхности горизонтального цилиндра фигуры (1), (2) на рис. 4.5 б, она представлена в виде:

$$S_{цс} = S \sqrt{1 - \cos^2 h} * \cos^2 \Psi / \pi, \quad (4.15)$$

где S – поток прямой солнечной радиации на перпендикулярную к лучам поверхность, h – высота Солнца над горизонтом; Ψ – угол между направлением оси цилиндра и горизонтальной проекцией солнечного луча.

Из формулы следует, что инсоляция горизонтального цилиндра существенно зависит от его положения относительно Солнца Ψ и от

высоты Солнца h . Изменения угла ψ в основном связаны с изменениями относительно сторон горизонта положения животного, которые происходят значительно быстрее, чем изменения азимута Солнца.

При изменении ψ от 0 до $\pi/2$ величина S_{ψ} возрастает от минимального до наибольшего значения. При этом наиболее значительные изменения S_{ψ} , связанные с изменением ψ , будут происходить при низких высотах Солнца, то есть в утренние и вечерние часы, а также в зимние месяцы. При высоком положении Солнца (летом в околополуденные часы) изменения положения животного не приводят к существенным изменениям S_{ψ} .

Для условий, когда животное движется в различных направлениях, то есть изменяет азимутальное положение тела, целесообразно пользоваться средним значением $S_{\psi \text{ ср}}$. Последнее находится из выражения:

$$S_{\psi \text{ ср}} = (2S / \pi^2) \int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - \cos^2 h} * \psi \, d\psi = 2E(h)S / \pi^2, \quad (4.16)$$

где $E(h)$ – полный эллиптический интеграл.

Поступление солнечной радиации к единице поверхности обоих прямоугольников S_{np} (3) и (4) на рис. 4.5 б, из которых один всегда находится в тени, равно:

$$S_{np} = (S/2) \cos h \cdot \sin \psi. \quad (4.17)$$

Поступление солнечной радиации к единице поверхности элементов модели S_{ψ} , представляющей вертикальный цилиндр (5) и (6) на рис. 4.5 б, равно:

$$S_{\psi} = (S/\pi) \cos h. \quad (4.18)$$

Напряжение солнечной радиации, отнесенной к единице шаровой поверхности $S_{ш}$ (фигуры 7, 8, 9, 10 на рис. 4.5 б) равно:

$$S_{ш} = S/4. \quad (4.19)$$

Солнечная радиация, приходящаяся на единицу поверхности тела животного $S_{ж}$, представляется в виде средней взвешенной величины

радиации, приходящейся на отдельные элементы модели. Это выражение Айзенштамом Б.А. (1974) [2] представлено в виде:

$$S_{жс} = S[(m-1)(\sqrt{1-\cos^2 h^* \cos^2 \psi}) + (m-1)(n-1)(\cos h^* \sin \psi + (n-1) \cos h + \pi/4)] / [\pi(m+n-1) + 2(m-1)(n-1)], \quad (4.20)$$

где m и n – безразмерные параметры, характеризующие соотношения размеров элементов рассматриваемой модели и дающих представление об основных особенностях формы тела животного:

$$m = (l + d)/d \quad n = (H + d)/d, \quad (4.21)$$

где $d = 2\rho$ – диаметр цилиндра и сферы модели.

Величина m показывает, во сколько раз длина тела (корпуса) животного больше ширины; n характеризует отношение высоты тела (корпуса) к ширине.

Имея в виду, что для каждой из рассматриваемых фигур (горизонтальный цилиндр, вертикальный цилиндр, прямоугольник и шар) поступление к поверхности диффузных потоков радиации равно половине поступления радиации на горизонтальную поверхность, получаем:

$$D_{жс}/D = r_{жс}/r_c = r_{жт}/r_t = U_{жс}/U_{зс} = U_{жт}/U_{зт} = U_{жсА}/U_A = 1/2. \quad (4.22)$$

Используя это соотношение и закон излучения Стефана–Больцмана, после ряда преобразований Б.А. Айзенштамом получено уравнение радиационного баланса поверхности кожи животного с учетом участков тела со значительным и слабовыраженным шерстным покровом:

$$R = 1/2 (a \eta_{кор}^{(a)} + b \eta_{кор}^{(b)}) (1 - A_{\kappa}) [2 S_{жс} + D + r_c (1 - \varphi) + r_t \varphi] + 1/2 (a \eta_{дл}^{(a)} + b \eta_{дл}^{(b)}) \beta [t_A + t_{зс} (1 - \varphi) + t_{зт} \varphi - 2t_{\kappa}], \quad (4.23)$$

где $t_{зс}$ – температура поверхности почвы, освещенной Солнцем; $t_{зт}$ – температура поверхности почвы на участке, затененном телом животного; t_A – радиационная температура атмосферы; t_{κ} – средняя температура кожи животного; β – коэффициент, характеризующий теплообмен излучением при разности температур излучающих поверхностей в 1°C .

Значения t_A и β рассчитываются по формулам

$$t_A = (t + 273) \sqrt[4]{(0,65 + 0,05 \sqrt{e})(1 + 0,22N^2)} - 273^\circ\text{C} \quad (4.24)$$

$$\beta = 0,014 (t_s + t_A) + 5,37, \quad (4.25)$$

где e – упругость водяного пара воздуха, гПа; t – температура воздуха в слое, характерном для обитания животного, N – количество облаков в долях единицы.

Величина t_A в зависимости от t , e и N может варьировать в широких пределах от значений ниже -15°C зимой до величин, превышающих 20°C , в жаркие летние дни.

Изменения β невелики. Ее значения составляют для зимы 4,2–4,9, для лета – 5,6–7,0 Вт/(м² · град.).

Коэффициент облученности ϕ летом в полуденные часы при высоте Солнца 60 – 70° , когда тень, отбрасываемая телом животного на землю, лежит в непосредственной близости от него, ϕ составляет 0,23–0,25. В утреннее и вечернее время при высоте Солнца около 30° , когда ближайший к животному край тени (если Солнце светит сбоку) удален на расстояние, примерно равное ширине животного, а ширина тени достигает двойной высоты туловища, $\phi = 0,11$, то есть примерно в 2,5 раза меньше, чем в полдень.

Приведенные значения ϕ по самому существу задачи являются приближенными, так как положение тени на почве, а также размер и форма тени зависят от положения тела относительно Солнца. Однако они дают представление о порядке значений ϕ и могут быть использованы в расчетах для ориентировочных оценок влияния радиации затененных поверхностей почвы на тепловое состояние животного.

4.1. Радиационный баланс поверхности кожи верхней и нижней половины тела животного

Для практических расчетов Б.А. Айзенштатом предложены формулы радиационного баланса поверхности кожи верхней и нижней половины тела животного, как области, которые в полуденный период получают существенно различное количество лучистой энергии. Для обозначения радиационного баланса кожи и его составляющих для верхней половины тела применяется индекс (1), а для нижней – индекс (2).

В результате формулы для расчета радиационного баланса принимают вид:

$$R^{(1)} = (a\mu_{\text{кор}}^{(a)} + b\mu_{\text{кор}}^{(b)})(1 - A_{\kappa})[S_{\text{ж}}^{(1)} + Dp + r_c q(1 - \varphi) + r_T q \varphi] + (a\mu_{\text{дл}}^{(a)} + b\mu_{\text{дл}}^{(b)})\beta[t_A p + t_{\text{зс}} q(1 - \varphi) + t_{3T} q \varphi - t_{\kappa}], \quad (4.26)$$

$$R^{(2)} = (a\mu_{\text{кор}}^{(a)} + b\mu_{\text{кор}}^{(b)})(1 - A_{\kappa})[S_{\text{ж}}^{(2)} + Dq + r_c p(1 - \varphi) + r_T p \varphi] + (a\mu_{\text{дл}}^{(a)} + b\mu_{\text{дл}}^{(b)})\beta[t_A p + t_{\text{зс}} p(1 - \varphi) + t_{3T} p \varphi - t_{\kappa}], \quad (4.27)$$

где поток прямой солнечной радиации на верхнюю и нижнюю половины тела животного представляется, соответственно, в виде:

$$S_{\text{ж}}^{(1)} = S[(m-1)(f_1 + f_2) + (m-1)(n-1)\cosh \sin \Psi + (n-1)\cosh + (1 + \sinh)\pi / 8] / [\pi(m+n-1) + 2(m-1)(n-1)], \quad (4.28)$$

$$S_{\text{ж}}^{(2)} = S[(m-1)(f_1 + f_2) + (m-1)(n-1)\cosh \sin \Psi + (n-1)\cosh + (1 + \sinh)\pi / 8] / [\pi(m+n-1) + 2(m-1)(n-1)]. \quad (4.29)$$

Значения f_1, f_2, p и q рассчитываются по формулам:

$$f_1 = \sqrt{1 - \cos^2 h \cos^2 \psi}, \quad f_2 = \sqrt{(1 - \cos^2 h \cos^2 \psi)(1 - \cos^2 h \cos^2 \psi)} \quad (4.30)$$

$$p = [1/2(\pi + 2)(m-1) + (m-1)(n-1) + 1/2\pi(n-1) + 3/4\pi] / [\pi(m+n-1) + 2(m-1)(n-1)], \quad (4.31)$$

$$q = [1/2(\pi + 2)(m-1) + (m-1)(n-1) + 1/2\pi(n-1) + 1/4\pi] / [\pi(m+n-1) + 2(m-1)(n-1)]. \quad (4.32)$$

Теплообмен между поверхностью кожи и шерстным покровом.
При решении задачи о теплообмене между поверхностью кожи и шерстным покровом последний можно представить в виде некоторого слоя, состоящего из собственно шерсти и заключенного в ней воздуха.

В зависимости от структуры шерстного покрова (густоты, длины шерсти, наличия подшерстка, пуха и т.д.) его теплопроводность может варьировать в больших пределах. При этом следует учитывать, что шерстный покров является воздухопроницаемой средой, поэтому его теплопроводящие свойства зависят от скорости ветра, возрастая с усилением ветра. Учитывается, что температура тонкого слоя шерсти, непосредственно прилегающего к телу, равна температуре поверхности кожи.

Величина теплообмена между единицей поверхности кожи и слоем шерстного покрова (значительного по величине) представляется в виде:

$$P_a = \gamma_a (t_{0a} - t_k), \quad (4.33)$$

где t_{0a} – средняя температура поверхности шерстного покрова, γ_a – коэффициент теплообмена между кожей и шерстным покровом, t_k – температура поверхности кожи животного.

Зависимость γ_a от скорости ветра V представляется в виде:

$$\gamma_a = \gamma'_a (1 + c V^k) \text{ Вт}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин} \cdot \text{град}). \quad (4.34)$$

Здесь γ'_a – коэффициент теплообмена при отсутствии ветра. Согласно (Айзенштат Б.А., 1974) $k = 1$, а коэффициент c можно ориентировочно принять равным 0,3. Коэффициент γ'_a связан с коэффициентом теплопроводности λ соотношением $\gamma'_a = \lambda/z$, где z – толщина шерстного покрова. Согласно измерениям Ярошевского В.А. (1968) [201], среднее значение λ шерсти овец асканийской тонкорунной породы в естественном состоянии составляет 0,00020 кал/(см · с · град.) или 8,4 Вт/(м · град.).

Для участков тела со слабовыраженным шерстным покровом уравнение представляется в виде:

$$P_b = \gamma_b (t_{0b} - t_k). \quad (4.35)$$

Средняя величина теплообмена между кожей и шерстным покровом $P_{\text{ж}}$ с учетом различий густоты шерстного покрова равна:

$$P_{\text{ж}} = aP_a + bP_b. \quad (4.36)$$

Содержащаяся в этих выражениях величина t_{0a} и t_{0b} определяют- ся из уравнения теплового баланса поверхности шерстного покрова:

$$R_{0a} = \alpha (t_{0a} - t) + \gamma_a (t_{0a} - t_k), \quad (4.37)$$

где R_{0a} – радиационный баланс поверхности шерстного покрова; α – коэффициент теплообмена между поверхностью шерстного по- крова и окружающим воздухом путем конвекции.

Не располагая данными относительно значений α для поверхнос- тей, подобных шерстному покрову, Айзенштат Б.А. (1974) [2] предла- гает в первом приближении использовать значения коэффициента α , применяемые для расчета теплообмена между человеком и воздухом, а именно:

$$\alpha = 3,489 (1 + 2,7 V^{0,67}) \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град.}). \quad (4.38)$$

При скоростях ветра 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5 м/с коэффициент α прини- мает следующие значения: 3,49; 9,42; 12,91; 18,48; 23,24; 27,34; 31,12 Вт/(м² · град.).

Для R_{0a} можно написать:

$$R_{0a} = 1 / 2 (1 - \mu_{\text{коп}}^{(a)} - A_0) [2S_{\text{ж}} + D + r_c (1 - \varphi) + r_T \varphi] + \\ + 1 / 2 \beta (1 - \mu_{\text{ол}}^{(a)}) [t_A + t_{3C} (1 - \varphi) + t_{3T} \varphi - 2t_{0a}] , \quad (4.39)$$

где A_0 – альбедо шерстного покрова.

Находя из уравнений расчета R_{0a} неизвестное значение t_{0a} и под- ставляя его в $P_a = \gamma_a (t_{0a} - t_k)$, получаем выражение для теплообмена между кожей и значительным шерстным покровом P_a :

$$P_a = \gamma_a \{ \alpha (t - t_k) + 1 / 2 (1 - \mu_{\text{коп}}^{(a)} - A_0) [2S_{\text{ж}} + D + r_c (1 - \varphi) + r_T \varphi] + \\ + 1 / 2 \beta (1 - \mu_{\text{ол}}^{(a)}) [t_A + t_{3C} (1 - \varphi) + t_{3T} \varphi - 2t_{0a}] \} / [\alpha + \beta (1 - \mu_{\text{ол}}^{(a)}) + \gamma_a]. \quad (4.40)$$

Подобно этому находится выражение теплообмена между кожей и слабовыраженным шерстным покровом P_b , оно отличается от пред- ставленного выражения индексом b .

Теплоотдача за счет испарения с поверхности дыхательных путей. Затраты тепла на испарение влаги с поверхности дыхательных путей $LE_{\text{л}}$ могут быть выражены соотношением:

$$LE_{\text{л}} = a W L (e_{\text{л}} - e) / (1 - b t_{\text{л}}), \quad (4.41)$$

где W – объем вентиляции легких, л/мин; L – скрытая теплота испарения, Дж/г; $e_{\text{л}}$ – упругость водяного пара выдыхаемого воздуха, гПа; e – упругость водяного пара внешнего (вдыхаемого) воздуха, гПа; $t_{\text{л}}$ – температура выдыхаемого воздуха, принимаемая при расчетах равной 35°C; a и b – численные коэффициенты.

Учитывая характерные значения L и $t_{\text{л}}$ формула может быть представлена в виде:

$$LE_{\text{л}} = 0,029 W (e_{\text{л}} - e), \text{ Вт}. \quad (4.42)$$

Теплообмен между поверхностью дыхательных путей и воздухом.

Величина теплообмена, происходящего в процессе дыхания $P_{\text{л}}$, связана с нагреванием или охлаждением воздуха, поступающего в дыхательные пути животного. $P_{\text{л}}$ в общем виде рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{л}} = \rho c_p W (t - t_{\text{л}}) b / b_0, \quad (4.43)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³; c_p – теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг · град.); t – температура внешнего воздуха, °C; $t_{\text{л}}$ – температура выдыхаемого воздуха, °C; b – давление атмосферы, гПа; b_0 – давление атмосферы на уровне моря, гПа.

Учитывая значения ρ , c_p и b_0 , это выражение представляется в виде:

$$P_{\text{л}} = 0,00002 W (t - t_{\text{л}}) b, \text{ Вт}. \quad (4.44)$$

Из формулы следует, что при $t < t_{\text{л}}$ происходит потеря тепла, при $t > t_{\text{л}}$ имеет место приток тепла к организму, при $t = t_{\text{л}}$ теплообмен $P_{\text{л}}$ равен нулю.

У тех животных, у которых при избытке тепла терморегуляция осуществляется в основном потоотделением, теплообмен в дыхательных путях ($LE_{\text{л}}$ и $P_{\text{л}}$) не является управляемым параметром в общей

системе терморегуляции и объема вентиляции легких, а также $e_{\text{л}}$ и $t_{\text{л}}$ остаются в достаточной мере стабильными при различных тепловых нагрузках. Изменения объема вентиляции легких W в основном связаны с физической активностью животного.

У животных, система терморегуляции которых не располагает средствами потоотделения или функция потоотделения в силу биологических особенностей оказывается недостаточной для поддержания нормальной температуры тела, управляемое терморегулирование организма осуществляется преимущественно через органы дыхания за счет соответствующего изменения объема вентиляции легких.

При избыточном поступлении к организму экзогенного тепла у этих животных, как известно, возникает тепловая одышка (полипноэ), проявляющаяся в учащенном неглубоком дыхании, при котором происходит повышенная теплоотдача за счет испарения влаги с поверхности дыхательных путей, а также путем теплообмена при $t < t_{\text{л}}$. При этом частота дыхания является интегральным показателем степени перегрева животных.

Для определения объема вентиляции легких W используется следующее выражение:

$$W = \nu \mu M, \quad (4.45)$$

где ν – частота дыхания в минуту; μ – объем одного выдоха, л/кг, M – масса животного, кг.

Величина разности ($e_{\text{л}} - e$), согласно (В.А. Ярошевский, 1968) [201], находится из выражения:

$$e_{\text{л}} - e = 0,2 d + 0,04 \nu + 20,3, \quad (4.46)$$

где d – дефицит влажности окружающего воздуха, гПа.

Затраты тепла на испарение пота с поверхности тела и другие не учтенные теплопотери. Согласно данным физиологов (Слоним А.Д. (1962) [162], Кожебеков З.К. (1991) [98], коже принадлежит высокая роль в терморегуляции: через нее при испарении влаги происходит около 60 % общей потери тепла. Количество тепла, потерянного телом при испарении 1 г воды, составляет примерно 2,4 кДж. Хорошо развиты потовые железы у лошадей и крупного рогатого скота.

По поводу кожного испарения у овец Ерохин П.И. (1975) [73] отмечает, что потоотделение у овец изучено недостаточно полно. По мнению известных физиологов Алексеевой Г.И. (1958) [7] и др., Кияткина П.Ф. и Тапильского И.А. (1961) [93], потоотделение у овец довольно велико и играет значительную роль в теплоотдаче; по мнению Раушенбаха Ю.О. (1958) [151], оно не играет существенной роли в тепловом балансе овец при высокой температуре среды. Согласно Brokway J.M. et al. (1965) [204], если у крупного рогатого скота потоотделение является основным в теплоотдаче при высокой температуре среды, то у овец потоотделение в процентном выражении от общей теплоотдачи в значительной степени уступает испарению с поверхности дыхательных путей.

Общие затраты тепла на испарение пота с поверхности тела, поступления или потери тепла в процессе приема пищи и при питье и ряд других поступлений P_r могут быть найдены из уравнения теплового баланса в виде остаточной величины, то есть после определения всех остальных членов этого уравнения.

Количественная оценка теплового состояния каракульской овцы. Для расчета составляющих теплового баланса конкретного вида животных необходимы входные данные, касающиеся как самого животного, так и среды его обитания. Для этого был использован метод расчета теплового баланса Айзенштата Б.А. (1974) [2]. В результате проведенных экспедиционных исследований в пустыне Кызылкум (1988–1990 гг.) получен ряд физиологических и биометрических параметров каракульских овец, выявлена динамика их живой массы (Айзенштат Б.А., Бабушкин О.Л., Васильева И.Г., Мухтаров Т.М., 1991 [3]; Бабушкин О.Л., Мухтаров Т.М., Васильева И.Г., 1996 [20]).

Параметры телосложения каракульской овцы. Для решения задачи о радиационном балансе животного в результате зоотехнических промеров в динамике роста каракульских овец определены такие параметры телосложения, соответствующие геометрической модели животного, как длина горизонтального цилиндра (l), высота прямоугольной части модели (H), диаметр сферических элементов ($d = 2\rho$, где ρ – радиус горизонтального цилиндра). На их основе произведен расчет безразмерных параметров модели, характеризующих основные особенности формы тела, такие, как $m = (l + d)/d$ и $n = (H + d)/d$ (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Параметры телосложения каракульской овцы

Возраст, мес.	Показатель				
	<i>l</i> , см	<i>d</i> , см	<i>H</i> , см	<i>m</i>	<i>n</i>
Новорожденные	31,5	9,5	3,1	4,3	1,3
0,5	40,2	12,7	4,0	4,2	1,3
1	44,0	14,1	4,3	4,1	1,3
2	47,7	15,4	4,8	4,1	1,3
3	50,0	16,3	4,9	4,1	1,3
4	51,5	16,8	5,1	4,1	1,3
5	52,7	17,3	5,2	4,0	1,3
6	53,7	17,6	5,4	4,0	1,3
9	55,8	18,5	5,5	4,0	1,3
12	57,4	19,0	5,7	4,0	1,3
18	59,7	19,8	6,0	4,0	1,3
Взрослые	63,4	21,2	6,3	4,0	1,3

Параметр *m*, определяющий отношение длины корпуса каракульской овцы к ширине, претерпевает изменение от новорожденного к месячному возрасту, уменьшаясь от 4,3 до 4,1, после чего снижается до 4,0 во взрослом состоянии. Параметр *n*, определяющий соотношение высоты корпуса к его ширине, равен 1,3.

При определении радиационного и теплового баланса необходим учет площади поверхности тела овец. Этот показатель достаточно изменчив и зависит как от индивидуальных особенностей животного, пола, возраста, так и от конституционного типа каракульских овец.

Результаты измерений с использованием метода палетки шкур свежезарезанных животных разных возрастов позволили определить ориентировочную динамику площади поверхности тела каракульских овец в разные возрастные периоды: новорожденные – 2,5; одна неделя – 2,7; две недели – 2,9; один месяц – 3,3; 3 месяца – 4,7; шесть месяцев – 6,3; один год – 8,0 тыс. см²; взрослые – 1,0 м². Для баранов принимается площадь в 1,3 м².

Глубина шерстного покрова. Необходимым элементом при решении задачи о теплообмене поверхности кожи с окружающей средой

является глубина шерстного покрова. При определенных параметрах шерсти (густота, длина шерсти, наличие подшерстка, пуха, жиропота и т.д.), определяющих ее теплопроводные свойства, глубина шерстного покрова непосредственно связана с коэффициентом теплообмена (Айзенштат Б.А., 1974) [2].

Глубина шерстного покрова взрослых овец не постоянна во времени, зависит от индивидуальных особенностей животных, линьки, а также от проводимых весной (конец апреля – начало мая) и осенью (начало сентября) стрижек.

Измерения глубины шерстного покрова производилось в четырех точках: на холке, крестце, боку и животе. На основе этих данных получено, что глубина шерстного покрова каракульских овец возрастает в осенне-зимне-весенний период от 0,5 см после осенней стрижки до 4,0 см к началу весенней стрижки, в результате которой она вновь снижается до 0,5 см. Ко времени проведения осенней стрижки его глубина достигает 2,0–2,5 см, после чего цикл отрастания шерсти повторяется.

Живая масса овцематок. При расчете теплового баланса каракульских овец необходимым параметром является их живая масса. В период зимовки овцы расходуют свои жировые запасы и к окоту подходят с минимальной живой массой. Начало проведения окотной кампании близко по времени с началом подтравливания пастбищ, когда овцы переходят на более питательный зеленый корм. С этим периодом связывается начало нарастания их живой массы. В среднем за три года, в течение которых проводились измерения, живая масса изменялась от 33,9 кг в середине третьей декады марта до 40,7 кг в середине мая. После выгорания эфемерово-растительности в середине мая интенсивное увеличение живой массы прекращается.

Частота дыхания. По данным Падучевой А.Л. (1955) [142], у каракульских овец, выпасающихся в Херсонской области, с повышением температуры воздуха частота дыхания увеличивается в среднем с 20 вдохов в минуту при 3 °С до 103 при 30 °С, а у отдельных особей достигает 200 дыхательных движений в минуту и более, в чем и проявляется терморегулирующая функция дыхания.

В период проведения исследований в пустыне Кызылкум установлено, что при оптимальной для каракульских овец температуре воздуха частота дыхания составляет 15–30 вдохов в минуту.

В условиях вольного выпаса визуально подсчитать количество дыхательных движений трудно. При повышении температуры воздуха выше оптимальной у овец отмечается учащенное дыхание, появляется тепловая одышка. В этом случае дыхательные движения хорошо фиксируются визуально, а их количество достигает 180–200 и более в минуту. Начало проявления тепловой одышки отмечается в достаточно узком температурном интервале. Температура воздуха, выше которой начинается значительный рост частоты дыхания и, соответственно, возрастание теплоотдачи с дыхательных путей, является критической и представляет собой границу, начиная с которой организм овцы для восстановления теплового равновесия активно включает дыхательный аппарат. При температуре выше критической овцы становятся вялыми, сбиваются в группы, прячут головы в тени друг друга. Критическая температура воздуха и частота дыхания зависят от целого ряда внутренних и внешних факторов: физиологического состояния организма, простудных заболеваний, наличия или отсутствия шерстного покрова, скорости ветра, облачности и ряда других. Кроме того, они зависят от сезона года и проводимых в каракулеводстве хозяйственных мероприятий (табл. 4.2).

Таблица 4.2

**Критическая температура воздуха
и градиент частоты дыхания при ней по сезонам**

Сезон	Критическая температура воздуха, °С	Градиент частоты дыхания, вдохи/мин · 10°С
Весна, окот	19–20	80
Весна, после стрижки	23–24	220
Лето, летовка	30–31	180
Осень, после стрижки	23–24	50

Все приведенные значения относятся к солнечной безветренной погоде. Ветер уменьшает тепловое воздействие на организм овец, в результате при одной и той же температуре воздуха при ветре отмечается более низкая частота дыхания. Снижение составляет 10–17 % в зависимости от скорости ветра.

Высокая температура воздуха, вызывая одышку, одновременно приводит к увеличению объема легочной вентиляции и снижению глубины выдоха (Никитченко И.Н., Плященко С.И., Зеньков А.С., 1988) [133].

Проведенная статистическая обработка данных Г.И. Алексеевой (1960) [8] и А.Л. Падучевой (1955) [142] по газообмену каракульских овец позволила представить зависимость между объемом легочной вентиляции W и частотой дыхания v в виде уравнения:

$$W = 0,34 v + 0,50, \quad (4.47)$$

$$r = 0,91 \pm 0,015; \quad S_{W'} = \pm 3,95; \quad n = 57; \quad 15 \leq v \leq 200.$$

Это дает возможность производить расчет легочной вентиляции по заданным значениям частоты дыхания.

Температура кожи. Температура тела здорового животного поддерживается на относительно постоянном уровне, характерном для данного вида. Даже при значительных изменениях температурных условий внешней среды (в реальных пределах) она изменяется незначительно.

По другому происходит изменение температуры кожного покрова. Находясь в непосредственном соприкосновении с внешней средой или изолированной от нее слоем шерстного покрова, на солнечной или теневой стороне поверхность кожи приобретает определенную температуру, отличную от температуры тела. Кроме того, она зависит от скорости ветра, облачности, состояния организма и других факторов. Измерение температуры кожи производилось на солнечной и теневой стороне животного после выдержки овец в станке. За температуру кожи принималось их среднее значение. Для установления зависимости температуры кожи от температуры воздуха все полученные данные были разбиты на две группы: для стриженных овец с глубиной шерстного покрова менее 1 см и не стриженных. Из всего набора данных исключались случаи, когда Солнце было закрыто облаками, и случаи со скоростью ветра более 5 м/с.

Для не стриженных овец связь между температурой кожи (t_k) и температурой воздуха (t_a) достаточно тесная и выражается уравнением:

$$t_k = 0,12 t_a + 37,06, \quad (4.48)$$

$$r = 0,77 \pm 0,059; \quad S_{t_k} = \pm 0,95; \quad n = 47; \quad 12 \leq t_a \leq 41.$$

После стрижки животных уравнение принимает вид:

$$t_k = 0,42 t_g + 30,25, \quad (4.49)$$

$$r = 0,58 \pm 0,133; \quad S_t = \pm 1,37; \quad n = 25; \quad 20 \leq t_g \leq 30.$$

Овцы после стрижки оказываются лишенными шерстного покрова с его изолирующими свойствами, и кожа становится более подверженной воздействию внешних метеорологических и радиационных условий. В результате теснота связи между рассматриваемыми показателями слабее, чем для нестриженных овец.

4.2. Оценка теплового состояния каракульских овец в условиях пустынной зоны Узбекистана в летний период

Средние месячные значения составляющих теплового баланса каракульских овец в июле рассчитаны на основе климатических данных метеорологической станции Тамды, а также за наиболее жаркий день 29 июля 1983 г., когда температура воздуха поднялась до 48,4 °С (табл. 4.3).

Таблица 4.3

**Составляющие теплового баланса каракульской овцы в июле (Вт)
(по Айзенштату Б.А., Бабушкину О.Л. и др., 1991 [3];
Мухтарову Т.М., 1996 [128]; Бабушкину О.Л., 2006 [23])**

Срок, ч	R _ж , Вт		P _ж , Вт		LE _л , Вт		P _л , Вт	
	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.
02	-0,7	-0,6	-76,8	-65,7	-5,5	-5,7	-1,1	-0,8
05	-0,7	-0,7	-87,0	-87,4	-5,3	-5,8	-1,5	-1,4
08	0,8	0,9	-44,3	-23,4	-5,5	-18,5	-1,1	-1,0
11	1,6	1,8	-3,1	33,7	-42,9	-51,2	-1,0	6,2
14	1,7	2,1	10,9	60,0	-53,0	-75,6	0,3	13,2
17	1,3	1,8	3,5	53,8	-53,7	-81,9	1,1	14,7
20	-0,2	0,1	-39,5	0,9	-22,3	-57,7	-0,4	8,3
23	-0,6	-0,4	-65,8	-39,2	-5,8	-6,7	-0,8	0,1

Радиационный баланс ($R_{\text{жс}}$) каракульской овцы в ночное время (20, 23, 2 и 5 ч местного времени) имеет в основном отрицательное значение, составляя в предрассветные часы $-0,7 \text{ Вт/м}^2$. В дневные сроки (8, 11, 14 и 17 ч) радиационный баланс положительный. Он достигает своего максимального значения после полудня, составляя в среднем многолетнем $1,7 \text{ Вт/м}^2$.

В наиболее жаркие дни за счет высокой температуры атмосферы и почвы увеличиваются радиационные потоки к организму животного. Однако возрастает и излучение тела за счет повышения температуры его поверхности. Наибольшие значения радиационного баланса в течение суток отмечаются в 14-часовой срок и колеблются от 2,0 до $2,5 \text{ Вт/м}^2$. Самые высокие его значения были отмечены 13 июля 1981 г., 29 июля 1983 г. и 17 июля 1997 года. В указанные дни максимальная температура воздуха достигала $45,8...48,4 \text{ }^\circ\text{C}$, температура почвы – $66...72 \text{ }^\circ\text{C}$, а парциальное давление водяного пара – $14,6...21,1 \text{ гПа}$.

В случае, если тело овцы защищено от прямого попадания солнечных лучей, то величина радиационного баланса значительно снижается. Данную ситуацию можно представить, когда животные находятся под деревом или навесом. В среднем многолетнем радиационный баланс круглые сутки отрицателен и колеблется от $-0,8 \text{ Вт/м}^2$ в ночное время до $-0,1 \text{ Вт/м}^2$ – в дневное. Однако в наиболее жаркие дни, в основном в 14-часовой срок, а в отдельные дни и в 11 и 17-часовые сроки, под навесом радиационный баланс поверхности тела каракульских овец становится положительным и в среднем многолетнем составляет $0,1 \text{ Вт/м}^2$, а в наиболее жаркие дни достигает $0,2-0,3 \text{ Вт/м}^2$.

Овцы располагаются на пастбище хаотически по отношению к солнечным лучам, часто меняя свое положение. При расположении овцы головой к Солнцу или в противоположную сторону проекция солнечного луча на земную поверхность располагается параллельно продольной оси овцы. При таком расположении принято говорить, что азимут овцы по отношению к Солнцу составляет 0 или 180° . При боковом падении солнечных лучей на тело овцы азимут равен 90° .

Поток прямой солнечной радиации на поверхность каракульской овцы ($S_{\text{жс}}$) как составная часть радиационного баланса характеризуется в полуденные часы величиной 215 Вт/м^2 и зависит от ориентации овцы в пространстве. При ориентации овцы вдоль солнечного луча (азимут 0°) $S_{\text{жс}}$ сокращается до 185 Вт/м^2 , а при боковом падении лучей увеличивается до 230 Вт/м^2 (табл. 4.4).

Таблица 4.4

**Распределение прямой солнечной радиации на поверхность
тела овцы ($S_{\text{ж}}$, Вт/м²) при различном ее положении
по отношению к солнечным лучам**

Срок, ч	Азимут, °				
	0	30	45	60	90
8	92,5	135,8	162,7	184,8	204,1
11	173,2	195,4	208,8	220,4	231,0
14	186,2	201,4	210,0	217,4	224,3
17	114,1	150,9	174,3	194,1	211,6
20	7,8	25,9	33,8	39,9	45,0

В соответствии с этим радиационный баланс ($R_{\text{ж}}$) также зависит от ориентации овцы. При азимуте овцы 0° радиационный баланс в среднем многолетнем составляет 1,5 Вт/м². При расположении овцы боком к солнечным лучам его величина увеличивается до 1,8 Вт/м², а в дни с высокой температурой воздуха возрастает до 2,2 Вт/м² (табл. 4.5).

Таблица 4.5

**Распределение величины радиационного баланса тела
каракульской овцы ($R_{\text{ж}}$, Вт/м²) при различном ее положении
по отношению к солнечным лучам**

Срок, ч	Азимут, °				
	0	30	45	60	90
8	0,2	0,6	0,8	1,0	1,2
11	1,2	1,4	1,6	1,6	1,7
14	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8
17	0,8	1,1	1,3	1,5	1,6
20	-0,4	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1

Величина теплообмена $P_{\text{ж}}$ между телом каракульской овцы и окружающим воздухом, зависящая от разности температур поверхности тела и окружающего воздуха, подсчитанная по климатическим данным, изменяется в широких пределах.

В вечерние, ночные и утренние часы теплообмен обычно отрицателен, то есть потоки тепла направлены от организма овцы в окружающее пространство. Наиболее низких значений он достигает в предутренние часы, опускаясь почти -90 Вт/м^2 . В дневные часы, когда температура воздуха возрастает, увеличивается напряженность солнечной радиации, теплообмен меняет свой знак на положительный, то есть потоки тепла направляются к организму овцы. В среднем многолетнем величина теплообмена принимает положительные значения непосредственно перед полуднем, достигая наибольших значений ($10\text{--}11 \text{ Вт/м}^2$) через 2–3 часа после полудня, что связано с закономерным смещением максимума температуры воздуха и почвы на более поздние сроки, по сравнению с максимальной высотой Солнца.

В наиболее жаркие дни положительные значения теплообмена могут отмечаться уже в 9 часов утра и продолжаться до 20 часов, достигая 60 Вт/м^2 в 14 ч, то есть почти в пять раз выше средних климатических значений.

Величина теплообмена $P_{\text{ж}}$ зависит от ориентации животного в пространстве. При азимуте овцы 0° $P_{\text{ж}}$ принимает положительные значения только в июле в 14-часовой срок (7 Вт/м^2). В июне и августе в этот срок $P_{\text{ж}}$ составляет, соответственно, -2 и -7 Вт/м^2 . При боковом падении лучей положительные $P_{\text{ж}}$ отмечаются в июле в три дневных срока (11, 14 и 17 ч), достигая 13 Вт/м^2 , а в июне и августе в один-два срока, составляя $2\text{--}4 \text{ Вт/м}^2$ (табл. 4.6).

Таблица 4.6

Распределение величины теплообмена ($P_{\text{ж}}$, Вт/м^2) между телом овцы и окружающим воздухом при различном ее положении по отношению к солнечным лучам

Срок, ч	Азимут, °				
	0	30	45	60	90
8	-56,7	-49,0	-44,3	-40,4	-36,9
11	-9,3	-5,4	-3,1	-1,0	0,8
14	6,8	9,4	10,9	12,2	13,4
17	-6,9	-0,5	3,5	7,0	10,0
20	-44,1	-40,9	-39,5	-38,5	-37,6

Практический интерес представляет рассмотрение теплообмена ($P_{ж}$) за счет конвекции при отсутствии прямой солнечной радиации, то есть в условиях, когда овец в дневное время держат под навесом или в тени деревьев. В условиях затенения средние многолетние значения теплообмена даже в июле не поднимаются выше -25 Вт/м^2 . В дни с максимальной температурой воздуха теплообмен поднимается в среднем до 30 Вт/м^2 , достигая в наиболее жаркий день 1983 г. до 50 Вт/м^2 (табл. 4.7).

Таким образом, приток тепла к телу каракульской овцы в наиболее жаркие дни сокращается в среднем на 16 Вт/м^2 при использовании затенения, по сравнению с открытым пространством, что благоприятно сказывается на состоянии поголовья. Физиологи указывают на особую роль затенения для защиты овец от действия прямой солнечной радиации. Отмечается, что легкие навесы в летнее время являются благоприятным фактором для каракульских овец.

Таблица 4.7

**Суточный ход теплообмена ($P_{ж}$, Вт/м^2) при затенении и без него
по средним климатическим данным за июль
и при максимальной температуре воздуха (жаркий день)**

Срок, ч	$P_{ж}$ ср. июль	$P_{ж} S=0$ июль	$P_{ж}$ ср. жаркий	$P_{ж} S=0$ жаркий
02	-76,8	-79,0	-65,7	-2,6
05	-87,0	-89,1	-87,4	-47,6
08	-44,3	-73,8	-23,4	-35,6
11	-3,1	-40,4	33,7	19,5
14	10,9	-25,3	60,0	50,0
17	3,5	-27,7	53,8	48,2
20	-39,5	-46,5	0,9	17,6
23	-65,8	-68,0	-39,2	-25,5

Представленные значения составляющих теплового баланса не зависят от частоты дыхания. Но такие его составляющие, как величина теплообмена в дыхательных путях $P_{д}$, потери тепла на испарение влаги в них $LE_{д}$, непосредственно зависят от объема прокачиваемого через легкие воздуха.

Теплообмен, происходящий в процессе дыхания (P_d), связан с нагреванием или охлаждением воздуха, поступающего в дыхательные пути овцы. Основными параметрами, влияющими на величину теплообмена, являются разность температуры поверхности дыхательных путей и температуры воздуха, поступающего в них при дыхании, а также объем вентиляции легких, то есть величина, показывающая, какое количество воздуха прошло через легкие в единицу времени.

В среднем многолетнем величина теплообмена в легких (P_d) изменяется от -1,1 до 1,1 Вт. При этом положительные значения отмечаются только во второй половине дня (14- и 17-часовые сроки), когда температура воздуха повышается до 35 °С и выше, то есть до значений, превышающих температуру поверхности легких. В этом случае поток тепла направляется к организму овцы. Приток тепла через легкие увеличивается при возрастании температуры окружающего воздуха. В рассматриваемый жаркий день июля приток тепла к организму составил свыше 14 Вт/м², что более чем в 13 раз выше средних климатических значений. В этот день приток тепла через легкие отмечался с 9 ч утра и до полуночи. Такой большой поток тепла к поверхности верхних дыхательных путей в дневное время связан с увеличением частоты дыхания в жаркий период, когда через легкие прокачивается большое количество горячего воздуха.

Если предположить, что частота дыхания не увеличивается при повышении температуры воздуха, то в этом случае даже в жаркий период величина теплообмена (P_d) не достигла бы 2 Вт/м², то есть более чем в восемь раз сократилось бы поступление тепла к организму через легкие. Таким образом, тепловая одышка приводит к увеличению притока тепла к организму каракульских овец за счет теплообмена в жаркий период.

Другой процесс – испарение влаги с поверхности легких (LE_d) – приводит к оттоку тепла от организма. Величина LE_d зависит от разности значений упругости водяного пара выдыхаемого и вдыхаемого воздуха, дефицита влажности окружающего воздуха, а также объема вентиляции легких.

Потери тепла на испарение влаги при дыхании в предутренние часы составляют 5–6 Вт/м². В дневное время эти потери возрастают до 53 и более Вт/м², а в наиболее жаркий день июля достигают 82 Вт/м². Если исключить тепловую одышку у овец, то потери тепла

в дневное время даже в наиболее жаркий день ненамного превышают 8 Вт/м^2 . То есть механизм полипноэ у каракульских овец позволяет почти на порядок увеличить теплоотдачу, благодаря испарению влаги с дыхательных путей в дневное время летом, по сравнению с отсутствием такого механизма.

Таким образом, потери тепла организмом каракульских овец за счет испарения влаги с поверхности дыхательных путей более чем в пять раз превышают то поступление тепла к организму, которое обусловлено теплообменом, происходящим в дыхательных путях при высоких значениях температуры воздуха. Это является положительным фактором, способствующим снижению тепловых нагрузок в летний период.

Величина тепловой нагрузки (P_r) на организм каракульских овец находится путем решения уравнения теплового баланса как остаточный член после определения всех составляющих теплового баланса.

Значения теплопродукции каракульских овец в летний период колеблются в широких пределах (от 60 до 120 Вт/м^2) (Алексеева Г.И., 1953 [6]; Падучева Л.А., 1955) [142]. Для расчетов теплового баланса каракульских овец нами принято значение теплопродукции, равное 100 Вт/м^2 . В результате сложения всех составляющих теплового баланса получено значение всех не учтенных затрат тепла. Оно и характеризует величину тепловой нагрузки P_r . Величина тепловой нагрузки P_r летом в среднем многолетнем достигает наибольших значений в июле ($56 \dots 62 \text{ Вт/м}^2$) сразу после полудня в 14-часовой срок. Наиболее низкие значения P_r отмечаются перед восходом Солнца (5 Вт/м^2). В июне и августе перед восходом Солнца P_r принимает небольшие отрицательные значения ($-4 \dots -6 \text{ Вт/м}^2$).

В наиболее жаркие дни максимальная величина P_r возрастает до $95 - 102 \text{ Вт/м}^2$. При этом значение P_r достигает наибольших значений при азимуте овцы 90° по отношению к солнечным лучам (табл. 4.8).

Величина тепловой нагрузки P_r (табл. 4.8) в июле в среднем многолетнем достигает наибольших значений (60 Вт/м^2) сразу после полудня в 14-часовой срок. В наиболее жаркие дни максимальная величина P_r возрастает до 100 Вт/м^2 , что почти в два раза больше средних климатических значений.

Величина тепловой нагрузки зависит от ориентации овцы на пастбище (табл. 4.9).

Таблица 4.8

Суточный ход тепловой нагрузки (P_r) на организм каракульских овец по средним климатическим данным (средняя) и в наиболее жаркий день (максимальная)

Сроки, ч	P_r , Вт			
	Месяц			
	июнь	июль		август
		средняя	максимальная	
2	5,6	15,8	27,2	4,4
5	-4,4	5,4	8,7	-6,1
8	43,8	49,9	58,1	31,4
11	50,6	53,6	90,5	43,3
14	58,5	59,9	99,6	46,6
17	48,2	52,2	88,4	38,2
20	32,5	37,6	51,7	23,5
23	16,8	27,1	53,8	15,4

Таблица 4.9

Распределение тепловой нагрузки (P_r , Вт/м²) при различной ориентации овцы по отношению к солнечным лучам

Срок, ч	Азимут, °				
	0	30	45	60	90
8	60,3	68,4	73,4	77,5	81,1
11	72,4	76,4	78,8	81,0	82,9
14	81,3	84,0	85,6	87,0	88,2
17	66,9	73,6	77,9	81,5	84,7
20	57,0	60,3	61,8	62,9	63,8

Наибольшие тепловые нагрузки отмечаются при боковом падении солнечных лучей на поверхность тела овцы.

Если исключить из рассмотрения тепловую одышку, то есть расчеты тепловой нагрузки произвести с предположением, что с

повышением температуры воздуха частота дыхания не увеличивается, то тепловая нагрузка P_r на их организм возрастает в среднем многолетнем до 110 Вт/м^2 , что на $40 \dots 50 \text{ Вт}$ выше, чем ее значения с учетом полипноэ.

Наиболее низкие значения тепловой нагрузки (P_r) в июле отмечаются перед восходом Солнца и составляют $5\text{--}9 \text{ Вт/м}^2$. Расчеты показали, что в июне и августе в эти часы отмечаются отрицательные значения P_r . С восходом Солнца тепловая нагрузка на организм значительно возрастает. Именно поэтому в каракулеводстве Узбекистана, Туркменистана и в южных регионах Казахстана в летнее время практикуется ночной выпас овец.

ГЛАВА 5

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТРЕБНОСТИ И ОБМЕН ЭНЕРГИЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

5.1. Энергетические потребности сельскохозяйственных животных

Энергетическая потребность каждого животного удовлетворяется определенным количеством и качеством корма. Кормление сельскохозяйственных животных является важнейшим производственным процессом в животноводстве, при котором корма растительного и животного происхождения используют для получения продуктов животноводства. В каждой отрасли животноводства разработаны научные (зоотехнические) основы методов и приемов рационального кормления животных, обеспечивающие их здоровье, нормальный рост, развитие, высокую продуктивность, функции воспроизводства, племенные и породные качества и предусматривающие одновременно снижение затрат кормов и труда на единицу продукции. В процессе выполнения любой работы (например перемещение животных во время выпаса) организм постоянно затрачивает энергию.

Физиологические и микробиологические исследования потребности животных в питательных веществах, качестве (питательной ценности) кормов, разработка приемов повышения их усвояемости, норм, рационов, технологий и сроков кормления (и водопоев) – все эти вопросы относятся к компетенции зоотехнической науки. Здесь же отметим, что в процессе поедания корм попадает в желудочно-кишечный тракт, где происходит переваривание пищи. *Пищеварение – это физиологический процесс, заключающийся в превращении питательных веществ корма из сложных химических соединений в более простые, доступные для усвоения организмом* (Базанова Н.У., 1991) [30]. Восстановление энергетических ресурсов обеспечивается поступлением в организм питательных веществ – белков, углеводов и жиров, а также воды, витаминов, минеральных солей и пр.

Известно, что большинство белков, жиров и углеводов представляют собой высокомолекулярные соединения, которые без

предварительной подготовки в пищеварительном тракте не могут всасываться в кровь и лимфу, усваиваться клетками и тканями организма. В пищеварительном канале они подвергаются физическим, химическим, биологическим воздействиям и превращаются в низкомолекулярные соединения, растворимые в воде и легко всасываемые вещества.

Принятие пищи, обусловленное особым чувством голода, как физиологическое состояние является выражением потребности организма в питательных веществах. Такое состояние возникает вследствие уменьшения содержания питательных веществ в тканях и циркулирующей крови. При этом происходит сильное возбуждение пищеварительного тракта, усиление его секреторной функции (выделение секрета – особых активных веществ – гормонов, попадающих прямо в кровь). Это приводит к возбуждению различных отделов центральной нервной системы, которая определяет весь комплекс сложных рефлекторных реакций, обеспечивающих изменение поведенческих реакций животного (двигательная функция), направленных на поиск, добычу, опробование и захват пищи (Базанова Н.У., 1991) [30].

Поступающая в организм вода вместе с растворенными в ней минеральными солями, не являющаяся энергетическим материалом, всасывается всеми отделами пищеварительного тракта: меньшая часть – в желудке, где она почти не задерживается, основная часть – в кишечнике. Вода является растворителем почти всех веществ, поступающих в организм при питании, она необходима для нормального прохождения процессов жизнедеятельности: дыхания, кровообращения, пищеварения и др. С водой связано не только поступление питательных веществ в организм, их всасывание и распределение, но и выделение конечных продуктов обмена веществ, всей жизнедеятельности организма. От поступления и выделения воды зависят процессы распределения и отдачи тепла в организме. Вода входит в состав каждой клетки организма.

Химически чистой воды в организме животного нет, в ней растворены многие вещества: белки, сахара, витамины и, главное, минеральные соли. Поэтому правильнее говорить о водно-солевом обмене у животного. Именно особенности водно-солевого обмена играют основную роль в жизнедеятельности животных, выращиваемых в жарких и засушливых регионах.

В среднем в теле взрослых животных содержится 65 % воды. На протяжении жизни организма ее количество изменяется: у новорожденного – 75 %, у взрослого животного – 52...55 %. Количественно потребность в воде у различных животных не одинакова, что связано с их биологическими особенностями. Например, в условиях умеренных температур на каждый килограмм сухого корма коровы потребляют от 4 до 6 л воды, лошади и овцы – 2...3 л, свиньи – 7...8 л. При потреблении сухого корма потребность животного в воде возрастает, при естественно увлажненном корме – снижается.

Пережевывание корма сопровождается выделением слюны – вязкой жидкости, состоящей на 99,0...99,4 % из воды, остальное состоит из сложных органических веществ и ферментов. Слюна, смачивающая измельченные частицы пищи, облегчает глотание и обеспечивает начальный этап пищеварения. Особенно много слюны выделяется в процессе поедания животными сухой пищи. Например, в течение суток у овец продуцируется до 6...10 л слюны, у свиньи – до 15 л, у лошади – до 40 л. У крупного рогатого скота за сутки выделяется до 90...190 л слюны (Базанова Н.У., 1991) [30].

Общеизвестно, что значение воды для любого организма очень велико. При исключении воды из рациона животных они погибают через несколько суток. Например, лошадь, лишенная воды, погибает через 17...18 суток, кролики – через 5 суток. При обезвоживании организма происходит отравление продуктами обмена веществ, особенно азотистого (Кожебеков З.К., 1991) [98]. Выделение воды из организма происходит несколькими путями: в основном через почки с мочой, через легкие в парообразном состоянии, через кожу с потом и через кишечник. Задержка воды в тканях зависит от содержания солей в крови. Поэтому с водно-солевым обменом тесно связано чувство жажды. При интенсивном потоотделении происходит значительный вынос минеральных солей из организма, происходит нарушение солевого баланса в крови и клетках, что усиливает естественную потребность в питье. Минеральные вещества должны постоянно поступать в организм с кормом, т.к. они регулярно выделяются через почки, желудочно-кишечный тракт и кожу. Нарушение водно-солевого баланса приводит к определенным функциональным расстройствам организма. Отсюда понятно, насколько велико физиологическое значение воды и связанная

с этим высокая потребность в ней сельскохозяйственных животных. Физиологические изменения в обезвоженном организме весьма сложны, рассмотрение которых не входит в нашу задачу.

Основой жизнедеятельности любого живого организма является метаболизм, или обмен веществ. В живом организме непрерывно протекают превращения химических веществ и взаиморегуляция этих процессов. Великий русский физиолог академик И.П. Павлов рассматривал обмен веществ в организме как основу всех его физиологических функций. Обмен веществ у теплокровных животных состоит из единства и тесного взаимодействия двух процессов: ассимиляции и диссимиляции.

Ассимиляция (от лат. assimilatio – усвоение, уподобление, отождествление) – это одна из сторон единого процесса обмена веществ, заключающегося в усвоении и образовании в организме сложных биохимических веществ из более простых, поступающих из внешней среды в его клетки и ткани. Ассимиляция обеспечивает рост, развитие, накопление массы и энергии в организме.

Диссимиляция (от лат. dissimilation – несходный, расподобление) – это другая сторона обмена веществ, характеризующегося разрушением (расщеплением) сложных органических веществ (белков, углеводов, жиров и др.), входящих в живые организмы, на более простые вещества, которые выводятся из организма и становятся исходным материалом для последующих процессов ассимиляции; этот процесс сопровождается высвобождением большого количества энергии, используемой в процессах жизнедеятельности.

Таким образом, питательные вещества ассимилируются и становятся белками, углеводами и жирами, присущими конкретному животному, его «строительными» материалами и энергетическими ресурсами. Эти сложные биохимические преобразования и превращения совершаются при участии многочисленных и разнообразных ферментов. Процессы ассимиляции и диссимиляции, тесно переплетаясь друг с другом, обеспечивают постоянное обновление организма, требующее энергетического сопровождения.

Обмен веществ, представляющий подвижную и гибкую, но строго упорядоченную систему биохимических реакций, является основой и таких важных свойств живого организма, как изменчивость и

наследственность (Кожебеков З.К., 1991) [98]. Каждому виду сельскохозяйственных животных присущ свой тип обмена веществ, который зависит от множества факторов: климата, условий содержания, режима и качества кормления, возраста, породы, пола, наследственных особенностей и т.п. Обмен веществ у всех животных проходит в три основных этапа: пищеварение, всасывание питательных веществ (в кровь и лимфу) и выведение конечных продуктов обмена веществ из организма.

Для животных, находящихся круглогодично на природных пастбищах (овцы в условиях пустынь и полупустынь, северные олени – в тундре и лесотундре), основой их питания является подножный корм – естественная растительность природных зон. Циклы развития пастбищной растительности различных почвенно-климатических территорий связаны с особенностями сезонного развития природы. Количество и кормовые достоинства поедаемых растений определяются биологическими свойствами самих растений и складывающимися погодными (агрометеорологическими) условиями каждого конкретного года. Подробнее это описано в разделе 3.1.

Взаимодействие каждого сельскохозяйственного животного с окружающей средой определяется главным образом необходимостью удовлетворения всех основных потребностей организма: воздух, пища, вода, тепло, свет и т.п. Потребности в пище животного обусловлены следующими основными факторами (Ханин М.А., Дорфман Н.Д., Бухаров И.В., Левадный В.Г., 1978) [181]:

- неэнергетическими потребностями, связанными с теплоотдачей в окружающую среду;
- энергетическими потребностями, обусловленными совершением механической работы (передвижение, прыжки и т.п.);
- энергетическими потребностями, связанными с сохранением минимальной функциональной активности внутренних органов и систем в состоянии покоя;
- потребностями в веществе и энергии, связанными с ростовыми процессами и поддержанием целостности тканей организма, с выкармливанием потомства.

Энергетические потребности теплокровного животного, находящегося в покое, натошак и в некотором определенном диапазоне температур

внешней среды, представляют собой затраты энергии, обеспечивающие основные жизненные процессы: поддержание относительно постоянной температуры тела и теплоотдачу организма в окружающую среду:

$$W = K_0 S (T_s - T_e), \quad (5.1)$$

где W – тепловая мощность животного; S – площадь поверхности тела животного; T_s средняя температура поверхности тела; T_e – температура окружающей среды; K_0 коэффициент теплоотдачи.

Коэффициент теплоотдачи учитывает конвективную, лучевую и кондуктивную составляющие теплоотдачи. При увеличении температуры среды и приближении ее к температуре тела возрастает роль теплоотдачи, обусловленной испарением с внешней поверхности тела и поверхности легких, а также выносом нагретой массы воздуха при дыхании.

При исследовании влияния температуры окружающей среды на тепловую мощность организма (газообмен, потребление кислорода) установлено, что линейная зависимость этой мощности (5.1), наблюдается только при условии $T_n < T_e \leq T_{cl}$, где T_n – температура среды, ниже которой длительное существование теплокровного животного невозможно; T_{cl} – нижняя граница термонейтральной зоны (рис. 3.2 в главе 3).

Температуры T_n и T_{cl} являются величинами, специфическими для каждого вида животных. При температурах среды, находящихся в пределах $T_{cl} \leq T_e \leq T_{c2}$, тепловая мощность организма слабо зависит от температуры среды и приближенно ее можно считать постоянной. Интервал температур (T_{cl} , T_{c2}) называется термонейтральной зоной. Для животного конкретного вида и возраста тепловая мощность в этом интервале температур минимальна и называется *основным обменом* (5.1).

Экстраполируя линейную зависимость (5.1) на область температур $T_e > T_{cl}$, отметим, что тепловая мощность основного обмена W существенно превышает потребности организма, связанные с поддержанием постоянной температуры тела. Из этого следует, что основной обмен или тепловая мощность в термонейтральной зоне определяется не теплоотдачей, а внутренними (эндогенными) факторами. Таким образом, терморегуляция в термонейтральной зоне предотвращает повышение температуры тела сверх нормы и осуществляется удалением избыточного тепла, выделяющегося в организме.

В области температур $T_e < T_{cl}$ терморегуляция предотвращает уменьшение температуры тела ниже нормы и осуществляется выделением в организме дополнительной тепловой мощности за счет усиления обменных процессов (метаболизма):

$$\Delta = W_0 - K_0 S (T_s - T_e). \quad (5.2)$$

В термонеutralной зоне сброс избыточного тепла физиологически осуществляется увеличением доли теплоотдачи при повышении температуры среды. Этот процесс осуществляется за счет сосудодвигательных (вазомоторных) нервных волокон, а также благодаря усилению потоотделения. Увеличение значения коэффициента теплоотдачи K_0 , не зависящее от T_e сверх наблюдаемого при $T_e < T_{cl}$, имеет определенный предел. Кроме того, наряду с эффективным удалением избыточного тепла, усиление потоотделения сопровождается дополнительным выделением тепла в организме. В результате, начиная с некоторой температуры среды, а именно при $T_e > T_{c2}$ система терморегуляции перестает справляться с теплоотдачей и температура тела начинает повышаться, что в свою очередь приводит к усилению обменных процессов (метаболизм) и соответствующему дополнительному тепловыделению. Вследствие этого за счет потоотделения и повышения температуры тела при температурах среды, превышающих верхнюю границу термонеutralной зоны T_{c2} , тепловая мощность организма с ростом температуры среды возрастает (рис. 3.2 в гл. 3).

5.2. Обмен энергии у сельскохозяйственных животных

Обмен веществ и обмен энергии составляют единый биологический процесс в организме. Животное получает из окружающей среды вместе с кормом белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины, воду, а при дыхании – кислород; выделяет в окружающую среду продукты обмена веществ. В результате биохимических реакций, происходящих в организме, образуется большое количество химической энергии, которая затрачивается для поддержания не только всех важных функций органов тела, но и процессов превращения в другие виды энергии. По- существу, обмен веществ и энергии является

интегральным показателем всех физиологических процессов, происходящих в организме животного. Закономерности, лежащие в основе этих процессов и протекающие в клетках и тканях особей, называют биоэнергетическими. Живой организм представляет собой своеобразную систему, в которую непрерывно поступает энергия из окружающей среды и из которой выделяется в окружающую среду такое же количество энергии. Например, в глюкозе количество химической энергии, заключенной между атомами углерода (С), водорода (Н) и кислорода (О), составляет около 2871,2 кДж (или 686 ккал) на единицу количества вещества (моль), т.е. на 180 г глюкозы. При окислении эта энергия высвобождается:



В живой клетке это большое количество энергии освобождается в ходе ступенчатого процесса, управляемого рядом окислительных ферментов, которые в конечном итоге превращают питательные вещества в углекислоту (CO₂) и воду (H₂O).

Таким образом, живой организм является саморегулирующейся системой, стремящейся к установлению динамического равновесия, необходимого для обеспечения жизнедеятельности в постоянно изменяющейся среде.

Важным показателем энергетических превращений в организме является основной обмен, характеризующий интенсивность окислительных процессов при стандартных условиях покоя. Под *основным обменом* понимают выработку энергии в организме, находящемся в течение 48 часов в голодном состоянии при полном мышечном покое, т.е. то минимальное количество энергии, которое расходуется на функционирование жизненно важных систем (кровообращение, дыхание, пищеварение, деятельность мышц внутренней и внешней секреции, центральной нервной системы).

На уровень основного обмена оказывают влияние многие факторы: вид и порода, возраст и пол, живая масса и продуктивность, физиологическое состояние животного, сезон года, влияние внешних метеорологических условий и др. Уровень энергетического обмена у различных животных приведен в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Уровень основного (энергетического) обмена у различных животных (по Слониму А.Д., 1962) [162]

Вид животных	Масса тела, кг	Теплопродукция, кДж в сутки	
		на 1 кг массы тела	на 1 м ² поверхности тела
Лошадь	441	47,3	3967,8
Свинья	128	79,9	4512,0
Собака	15,2	215,6	4348,7
Кролик	2,3	314,3	3247,9

Из таблицы видно, что чем крупнее животное, тем меньше расходуется энергия на единицу массы тела, а энергетические затраты на 1 м² поверхности тела мало зависят от размеров животного.

Энергетические потребности у разных пород животных неодинаковы и зависят также от пола и возраста. Так, у самцов основной обмен выше, чем у самок, у растущих животных (молодняка) потребность в энергии больше, чем у взрослых особей. У животных наблюдаются определенные колебания величины основного обмена при различных физиологических состояниях: например, у коров при беременности и лактации (выделение молока) величина основного обмена выше на 30%, чем у недоющих коров. На повышение уровня основного обмена большее влияние оказывает прием белкового корма, чем углеводов и жиров.

Ведущая роль в регуляции обменом веществ и энергии принадлежит центральной нервной системе и железам внутренней секреции животного (Кожебеков З.К., 1991) [98].

ГЛАВА 6

ЗООКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ПАСТБИЩАХ

В различных регионах бывшего СССР пастбищное животноводство исторически связано с сезонным использованием естественной пастбищной растительности. Кормовые угодья почвенно-климатических зон представлены разнообразными типами пастбищ, характеризующихся неодинаковыми циклами развития, различной продуктивностью и кормовыми достоинствами (питательностью) растений, а также сезонами их использования выпасающимся поголовьем скота (раздел 3.1).

Продолжительность агроклиматических сезонов различна и определяется устойчивым переходом средних суточных температур через пороговое значение 0 °С. Для умеренных широт период от даты устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С до даты перехода через 5 °С считается предвесенью; от 5 до 15 (20) °С – весной; выше 15 (20) °С – летом; от 15 (20) до 5 °С – осенью; от 5 до 0 °С – предзимьем; ниже 0 °С – зимой [174].

Продолжительность зимнего периода в различных почвенно-климатических зонах страны варьирует от 300...325 дней на севере и до 110...140 дней в южных регионах [94].

В республиках Средней Азии принято выделять холодный период или период покоя растений, ограниченный датами устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 5 °С в сторону понижения. Развитие растений происходит в этот период крайне медленно и только за счет непродолжительных дневных светлых часов, обычно с более высокими температурами, чем в ночные часы. При понижении температуры воздуха ниже 0°С развитие растений прекращается полностью и они переходят в состояние полного зимнего покоя. Поэтому период холодного времени года, когда средняя суточная температура не превышает 5 °С, а ее снижение до 0 °С и ниже происходит не более, чем на 1–2 декады, называется «вегетационной» зимой (Бабушкин Л.Н., 1964) [11].

В отдельных районах равнинной части Средней Азии отсутствует устойчивый переход температуры воздуха через 0°C в сторону понижения, а настоящая зима отмечается только в отдельные наиболее суровые годы.

Круглогодичное содержание сельскохозяйственных животных на пастбищах ставит продуктивность животноводства в зависимость от складывающихся погодных условий каждого сезона и от урожайности пастбищной растительности предшествующего и текущего вегетационных периодов.

В условиях пастбищного хозяйства погодные условия действуют на выпас животных двояким образом. Во-первых, складывающиеся метеорологические условия определяют произрастание пастбищной растительности. От этого зависит формирование растительной массы кормов. Исследованием этих закономерностей занимаются специалисты в области пастбищной агрометеорологии. В случае отсутствия подножных кормов фермеры вынуждены переводить выпасающиеся стада на лучшие пастбища, либо завозить животным дополнительные корма, либо снижать поголовье до такой численности животных, которые могут быть прокормлены имеющимися запасами подножного корма, чтобы избежать падежа от недокорма.

Во-вторых, погодные условия оказывают прямое воздействие на выпасающихся животных, поскольку они содержатся под открытым небом круглогодично в любую погоду. В экстремальных условиях – холодные и продолжительные зимы, устойчиво знойная, безоблачная погода летом оказывают сильнейшее влияние на состояние и продуктивность сельскохозяйственных животных.

Критическим периодом в пастбищном животноводстве является холодное полугодие, охватывающее обычно позднесенние, зимние и ранневесенние месяцы. В истории пастбищного животноводства известно множество катастрофических зим, суровые условия которых стали причиной массовой гибели животных, застигнутых непогодой и лишенных необходимых кормов. Например, в экстремально холодную зиму 1968–1969 гг. на пустынных пастбищах Бухарской области (Республика Узбекистан) в результате длительных холодов и высокого снежного покрова погибли более 300 тысяч голов каракульских овец, что составило более 15 % от численности поголовья в этой области

в 1968 году (Бабушкин О.Л., 1981) [15]. Только в Нуралинском районе Самаркандской области Узбекистана в зимы 1968–1969 и 1971–1972 гг. погибло около четверти поголовья, основную часть которого составлял молодняк. Известны случаи, когда в неблагоприятные годы отход овец достигал 50 % всего поголовья (Балабан Г.И., Ибрагимов И.М., 1939) [31].

В зимний период продолжительность и периодичность выпаса скота определяется текущими погодными условиями, степенью заснеженности пастбищ и доступностью (и состоянием) пастбищных растений. В отдельные зимы в южных регионах складываются неблагоприятные условия для выпаса животных. Эти условия, представляющие собой сочетания мощного и плотного снежного покрова, нередко с ледяными прослойками, большой повторяемости дней с метелями, сильными ветрами и сильными морозами, лишают возможности выпаса животных в течение ряда дней. Наступает так называемый период *пастбищной бескормицы*, – это комплекс неблагоприятных метеорологических условий, вызывающий: 1) формирование низкого урожая пастбищной растительности в вегетационный период, вследствие которого животные «входят» в зиму истощенными; 2) невозможность добывания подножного корма из-за снежного (ледяного) покрова на почве и растительности. При отсутствии страховых запасов кормов пастбищная бескормица вызывает массовый падеж выпасающихся животных (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Каракульские овцы, погибшие в результате зимней пастбищной бескормицы в Кызылкуме (фото О.Л. Бабушкина)

Характер образования зимней пастбищной бескормицы весьма разнообразен и динамичен во времени и пространстве и определяется особенностями рельефа, состоянием растительного покрова и распределением метеорологических факторов по территории.

Критерии неблагоприятных зимних условий погоды для выпасающегося поголовья сельскохозяйственных животных в пустынях и полупустынях были впервые разработаны на массовых материалах сопряженных наблюдений за условиями погоды и состоянием животных в Казахстане и Прикаспии сотрудниками КазНИГМИ (Федосеев А.П., 1953, 1959 и др.) [177, 178]. Несколько позже было сформулировано понятие «невывасной день», т.е. день, когда из-за неблагоприятных метеорологических условий сельскохозяйственные животные находятся на стойловом содержании, а если и выгоняются на пастбище, то оказываются не в состоянии добывать подножный корм, следовательно, выпас нецелесообразен (Чекерес А.И., 1972) [191]. День считается невыпасным, когда продолжительность неблагоприятных условий и явлений в светлую часть суток составляет не менее 4...5 часов. Если по погодным условиям выпас начинается позже или прекращается раньше обычного на 2–3 часа, либо на столько же прерывается в течение дня, то такой день относится к частично невыпасному. На пастбищах Средней Азии и Казахстана в связи с небольшой продолжительностью зимнего дня к *частично невыпасному* относится день, когда выпас прерывается на 3–5 часов, а к невыпасному – при большей продолжительности невыпаса (Чекерес А.И., 1972) [191]; (О.Л. Бабушкин, 1986 а, б) [18,19].

В основу установления критериев неблагоприятных погодных условий положена методика полевых зоометеорологических наблюдений за выпасающимся поголовьем, разработанная в КазНИГМИ в середине прошлого столетия (Федосеев А.П., 1953 [177]; Конюхов Н.А., 1965 [106]; Чекерес А.И., 1972 [191]). Согласно этой методике, цель полевых зоометеорологических наблюдений заключается в сборе материалов по реакции выпасающихся животных различных пород, возрастных и половых групп на воздействие метеорологических факторов. К этим факторам относятся: температура и влажность воздуха, скорость ветра, интенсивность солнечной радиации, осадки в зависимости от их продолжительности и интенсивности, снежный покров различной высоты и плотности, ледяные корки на / и в снежном

покрове, метель, пыльные бури и т.п. Одновременно с метеорологическими и актинометрическими наблюдениями проводятся наблюдения за особенностями поведения и состоянием животных на выпасе в конкретных метеорологических условиях.

В Казахстане, где начались зоометеорологические исследования, в Средней Азии и в других регионах основное внимание уделяется овцеводству, однако разработанные методики применимы и для других направлений в животноводстве.

Полевые наблюдения начинаются с выбора не отдельных животных, а, как правило, отары, насчитывающей до 800–1000 голов. Они являются однородными по породному, возрастному, половому составу. При этом чабан (пастух) стремится поддерживать одинаковую упитанность животных в отаре. Состояние и реакция преобладающей части животных в отаре отражает влияние на них погодных условий. За отарой проводятся систематические наблюдения в течение светлого времени суток. Поведение и состояние животных определяется визуально. Для этой цели регистрируется одновременно поведение и конкретные характерные признаки состояния большей части животных в отаре. Реакция животных на текущие погодные условия может быть выражена четко или слабо, что отмечается при наблюдении. Этот способ позволяет изучать поведение большого числа животных при выпасе, во время отдыха и выявить зависимость поведения животных от внешних условий. Если основная масса животных в отаре выпасается активно и их состояние бодрое, то погодные условия оцениваются как благоприятные. Если большая часть животных имеют явные признаки угнетения, выпас проходит неактивно, то условия относятся к неблагоприятным.

Наблюдения за животными сочетаются с параллельными наблюдениями за метеорологическими условиями. Для этой цели в характерном для местности участке пастбища устанавливаются метеорологические приборы. Наблюдения за температурой и влажностью воздуха проводятся с помощью психрометра Ассмана на высоте 180–200 см. Здесь же измеряют скорость ветра обычно ручным анемометром Фусса. Давление измеряется с помощью барометра-анероида. Актинометрические наблюдения проводятся с помощью актинометра и пиранометра. Интенсивность осадков определяется визуально, а их количество, если нет возможности использовать осадкомер,

выписывается из данных ближайшей метеорологической станции. В обязательном порядке фиксируется тип и количество облаков (в баллах), продолжительность осадков и метеорологические явления. В светлую часть суток проводятся ежечасные наблюдения.

Полученные таким способом материалы позволяют судить, какие метеорологические условия были благоприятны, а какие – неблагоприятны для выпаса. При этом следует правильно определять, при каких сочетаниях метеорологических условий животные находились в нормальном, а при каких – в угнетенном состояниях. Наиболее распространенным и доступным способом получения критериев является сопоставление поведения и состояния животных с двумя метеорологическими параметрами при третьем постоянном. Для этого в поле графика прямоугольных координат по значениям температуры воздуха и скорости ветра наносятся случаи нормального и угнетенного состояния животных. Граница между точками, характеризующими нормальные и угнетенные состояния, определяют соответствующие им температурно-ветровые условия. При этом такие графики должны строиться раздельно для солнечных и пасмурных условий, при дожде и без дождя.

Эта методика позволила разработать критерии невыпасных метеорологических условий для животных, находящихся на пастбище.

Метеорологические явления, препятствующие зимнему выпасу овец

Оценка погодных условий зимнего выпаса проводится по методике, основа которой была разработана А.П. Федосеевым. Сущность ее заключается в том, что с помощью выявленных критериев из всего многообразия сочетаний метеорологических элементов выделяются такие их комплексы, при которых использование животными естественной растительности зимних пастбищ оказывается невозможным. При этом критерии невыпасных погодных условий зависят от вида и породы животных, возраста, упитанности, территории выпаса.

Наиболее общими для выпасающихся овец являются такие неблагоприятные для выпаса метеорологические явления, как метели, пыльные бури (при отсутствии снежного покрова) и сильные поземки, которые прерывают выпас. Метели могут привести к паническому бегству овец по направлению ветра, и остановить их в такие моменты бывает очень трудно. При этом возможны большие потери поголовья.

Большую опасность для выпасаемого поголовья представляют гололедные явления, при которых затрудняется передвижение животных, а растительность становится недоступной из-за покрывающего ее слоя льда. Овцы, пробивая ледяную корку, режут ноги и перестают передвигаться по пастбищу. К таким же результатам может привести и плотный наст на поверхности снега. Установлено, что при высоте снежного покрова 10 см ледяные корки или прослойки толщиной 0,5 см и более препятствуют выпасу животных.

Тебеневка³ лошадей затрудняется при высоте снежного покрова не менее 60 см, а при плотном снежном покрове – не менее 30 см; при толщине ледяной корки или ее прослойки ≥ 3 см. Выпас верблюдов затруднен при рыхлом снеге высотой более 40 см, при плотном – более 20 см.

Такие явления, как ледяная роса на растительности и изморозь, обледенение побегов затрудняют выпас овец (рис. 6.2). При поедании животными обледеневших побегов обычно возникают простудные заболевания, которые особенно опасны для здоровья суягных овцематок и для развивающегося плода. При возникновении таких явлений опытные чабаны воздерживаются от выпаса овец.



Рис. 6.2. Гололедно-изморозевые отложения на пастбищных растениях в Кызылкуме (фото О.Л. Бабушкина)

Роль снежного покрова при выпасе животных

Снежный покров в районах выпаса выполняет двоякую роль: с одной стороны, он является источником накопления запасов влаги в почве, предохраняет растительность от вымерзания в суровые зимы, а на необводненных пастбищах служит единственным источником

³Тебеневка – выпас на заснеженных пастбищах.

питьевой воды для животных; с другой стороны, глубокий снежный покров, тем более плотный или с ледяными прослойками и настом, препятствует нормальному выпасу, так как осложняет доступ к растительному корму, затрудняет передвижение животных.

Выпас овец во время залегания снежного покрова зависит преимущественно от его высоты и плотности. Передвижение каракульских овец по такому глубокому снегу становится почти невозможным. Каракульские овцы не способны откапывать корм из-под снега, поэтому растительность, полностью покрытая снегом, становится для них недоступной (рис. 6.3).



Рис. 6.3. Низкотравные сухие растения, закрытые слоем снега, не доступны для каракульских овец (фото О.Л. Бабушкина)

Снежный покров высотой более 5 см затрудняет передвижение каракульских овец по пастбищу, ограничивает доступ животных к пастбищному корму, особенно при низком травостое. От соотношения высоты растительности и характера распределения высоты снежного покрова на пастбище зависит доступность пастбищных растений для выпасаемого поголовья во время залегания снежного покрова (Могилева А.М., 1959 [124]; О.Л. Бабушкин, 1981 [15]). Снежный покров высотой 17...20 см при любой плотности вызывает прекращение выпаса овец.

На равнинных пастбищах Казахстана дни со снежным покровом более 30 см, независимо от его плотности, относятся к категории невыпасных. При плотности $0,3 \text{ г/см}^3$ снежный покров препятствует выпасу при высоте 10...15 см (Федосеев А.П., 1953) [177]. В высокогорьях,

в отличие от равнинных пастбищ, при мощном снежном покрове день считается невыпасным, если высота снега превышает 40 см, независимо от его плотности (Чекерес А.И., 1963) [186].

На зимних пастбищах в горных районах Тянь-Шаня невыпасные дни для овец определяются преимущественно высотой снежного покрова. Мощность залегания снега в горах определяется не только высотой местности над уровнем моря, но и экспозицией склонов, расположенных поперек или вдоль основных синоптических, влагонесущих потоков и господствующих ветров в этот сезон года. По наблюдению сети метеорологических станций, в районах Юго-Восточного Тянь-Шаня высота снежного покрова от предгорий к высокогорьям сначала увеличивается, а затем снижается в верхней зоне гор. Соответственно, с высотой местности над уровнем моря изменяется и число невыпасных дней для мелкого рогатого скота (Чекерес А.И., 1972) [191]:

Высота местности над уровнем моря, м	1600	1800	2000	2200	2400
Среднее число невыпасных дней	101	67	53	46	40

Выше 2500 м зимний выпас овец практически не производится из-за преобладания очень низких температур.

Сильный туман (с дальностью видимости менее 100 м) может привести к потере ориентировки животных, вызывает скупивание овец и «вялый» выпас.

Выпадение мокрого снега и ледяного дождя может вызвать гибель овец из-за того, что в шерсть проникает вода, что ведет к значительным тепловотерям и переохлаждению организма. При сильных осадках в виде дождя и снега резко снижается активность пастбы, овцы останавливаются и фактически прекращают выпас.

В качестве примера приведена карта среднего числа невыпасных дней за зимний период на территории Казахстана (рис. 6.4).

Общая географическая закономерность распределения числа невыпасных дней зимой на территории Казахстана: в северных областях зима охватывает период с начала ноября по апрель, а в южных – с конца ноября по март. Согласно данным областных агроклиматических справочников наибольшее число невыпасных дней приходится, естественно, на январь-февраль: 10...31 – в северных областях и 1...19 дней – в южных. В качестве примера приведем весьма динамичное распределение невыпасных дней на территории пастбищ

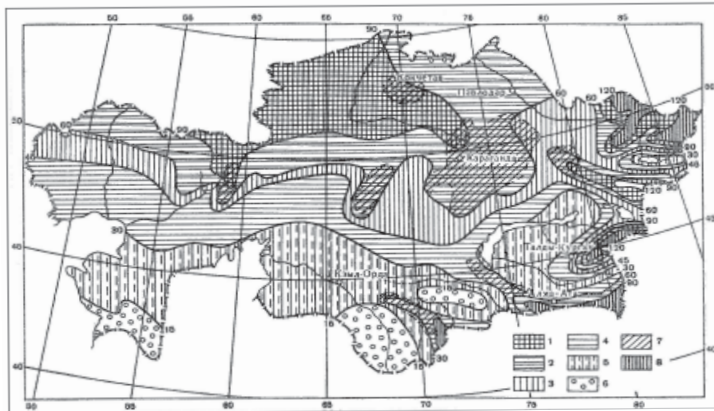


Рис. 6.4. Среднее число невыпасных дней для овец по погодным условиям зимы в Казахстане (по Федосееву А.П., 1953): 1 – более 90; 2 – 61...90; 3 – 46...60; 4 – 31...45; 5 – 16...30; 6 – менее 15; 7 – комплексные районы низкогорий; 8 – высокогорья

Западного Прикаспия (табл. 6.1). Общая географическая закономерность распределения числа невыпасных дней зимой связана с распределением климатических факторов, влияющих на выпас животных.

Учитывая большую роль снежного покрова для проведения выпаса, необходимы сведения о его залегании. Период залегания снежного покрова характеризуется сроками установления и схода снежного покрова, средним числом дней с ним (рис. 6.5).

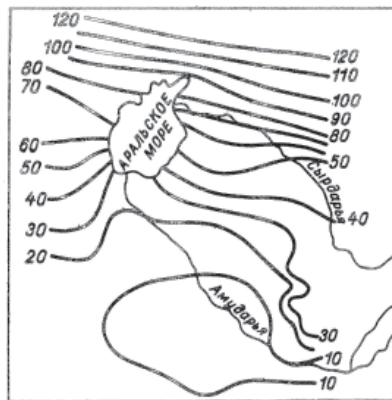


Рис. 6.5. Среднее число дней со снежным покровом за зиму (Бабушкин О.Л., 1977) [13]

Таблица 6.1

**Число невыпасных дней в Западном Прикаспии в зимний период
(по Федосееву А.П., 1959 [178]; Чекересу А.И., 1972 [191])**

Физико-географический район	Среднее многолетнее число невыпасных дней по месяцам						Максимальное число невыпасных дней за весь зимний период	Вероятность (%) зим с продолжительностью невыпасных периодов, дни		
	XI	XII	I	II	III	IV		≥ 30	≥ 60	≥ 90
Ергенинская возвышенность и Сальско-Манычская гряда	5	11	14	15	11	56	80...112	85	40	20
Сарпинская низменность	3	7	11	13	9	43	75...104	60	25	10
Сев.-вост. часть Ставропольской возвышенности	3	7	12	10	6	38	89...108	50	15	10
Черные земли	2	5	9	9	5	30	42...80	45	10	0
Ногайская степь	2	4	8	7	3	24	62...100	25	10	5

Анализ числа невыпасных дней за период 1960...1990 гг. по материалам наблюдений девяти метеорологических станций, расположенных в Восточном Приаралье, показал, что число таких дней в зимний период уменьшилось в 2...4 раза, по сравнению с данными справочника «Агроклиматические ресурсы Кызыл-Ординской области Казахской ССР» (1978). Авторы этого анализа объясняют улучшение зоометеорологических условий зимнего периода для выпаса овец с потеплением климата (Шаменов А.М., Кожакметов П.Ж., Власенко Е.Ф., 1995) [194].

Залегание снежного покрова на большей части равнинной территории Узбекистана носит неустойчивый характер, то есть в течение одной

зимы несколько раз может отмечаться появление и сход снежного покрова. Период от первого дня со снежным покровом в начале зимы и до полного его схода – в конце принят за длительность снежного периода вне зависимости от того, сколько раз ложился и сходил снежный покров.

В условиях относительно теплой, очень неустойчивой и короткой зимы на юге Узбекистана снежный покров в среднем образуется в начале января, а сход – в начале февраля. Средняя длительность снежного периода составляет около одного месяца, а среднее число дней с ним ограничивается всего шестью днями.

По мере продвижения на север температура зимних месяцев понижается, даты установления снежного покрова отодвигаются на более ранние сроки, а даты схода – на более поздние сроки. Так, на севере Узбекистана и в районах Казахстана, расположенных севернее Аральского моря, установление снежного покрова сдвигается на конец ноября – начало декабря, а его сход – на середину марта, то есть длительность снежного периода составляет уже 3,5...4 месяца, а среднее число дней со снежным покровом достигает 43 на крайнем севере узбекской части Кызылкума и 72 – на плато Устюрт.

Почти повсеместно на территории пустынных пастбищ Узбекистана отмечается установление устойчивого снежного покрова, за исключением самых южных районов Кызылкума. Под устойчивым снежным покровом понимается снежный покров, который залегает непрерывно в течение 30 дней или с перерывом в 1–2 дня. В северных районах узбекской части Кызылкума количество зим с устойчивым снежным покровом достигает 44–45 % (табл. 6.2). Здесь проходит граница между Туранской и Центрально-Казахстанской провинциями (Бабушкин Л.Н., Когай Н.А., 1964) [12].

Т а б л и ц а 6.2

Повторяемость зим (%) с устойчивым снежным покровом

Районы Кызылкума	Повторяемость, %
Устюрт	55...62
Северный	44...45
Низовья Амударьи	8...27
Центральный	12...13
Восточный	14
Западный	5...12
Южный	0

Таким образом, большая часть равнинной территории Узбекистана относится к районам с неустойчивым залеганием снежного покрова. Снежный покров образуется и сходит по несколько раз в течение зимы. В отдельные годы отмечается длительное залегание снежного покрова, другие годы могут быть бесснежными.

В связи с большой пестротой в продолжительности залегания снежного покрова принята характеристика зим по числу дней со снежным покровом. Различают четыре типа зим в равнинной части Узбекистана (табл.6.3).

Таблица 6.3

**Характеристика зим по числу дней со снежным покровом
(по Львовой С.Н., 1954, [119]; Бабушкину О.Л., 1977, 1986 а, [18])**

Характеристика зим	Число дней со снежным покровом
Многоснежные	Более 100
Средней снежности	41...100
Малоснежный	11...40
Бесснежные	Менее 10

Повторяемость различных типов зим подчиняется общей географической закономерности. Например, многоснежные зимы отмечаются только на крайнем севере Кызылкума и на плато Устюрт, но повторяемость их незначительна – всего 5–9 %. Зимы средней снежности не были отмечены только на крайнем юге Кызылкума, а наибольшая их повторяемость отмечается на Устюрте (55...66 %). Малоснежные зимы наблюдаются по всей равнинной территории Узбекистана, но наиболее часто (52...68 %) в центральных и северных районах Кызылкума и в низовьях р. Амударьи. Бесснежные зимы отмечаются на всей рассматриваемой территории, за исключением северных районов Кызылкума и Устюрта. Наиболее высокая их повторяемость отмечается в южных районах республики (70...76 %). По мере продвижения к северу их повторяемость уменьшается.

Большое число дней со снежным покровом отмечено в зиму 1953–1954 гг. В эту зиму в северных районах и низовьях Амударьи отклонения его залегания от средней многолетней составили более 45 дней. На севере Кызылкума многоснежной была зима 1993–1994 гг.,

когда снежный покров залегал в течение 112 дней, из них непрерывно – 108 дней. В зиму 1968–1969 гг. в северных районах республики снег лежал около 35 дней (меньше среднего многолетнего). В центральных районах и на крайнем юге пустыни Кызылкум было отмечено максимальное число дней со снежным покровом от 38 до 78.

Продолжительность непрерывного залегания снежного покрова является важной характеристикой для определения степени благоприятности зимнего периода для выпасающихся овец. По рассматриваемой территории наиболее часто отмечаются периоды со снегом в 1–2 дня: на Устюрте их повторяемость составляет 36...41%; на территории пустыни Кызылкум – 46...62 %, достигая 70...74 % на крайнем юге и на западе территории. По мере увеличения длительности периодов их повторяемость уменьшается. Максимальное число дней непрерывного залегания снежного покрова колеблется в широких пределах и имеет хорошо выраженную широтную зональность – от 21 дня на крайнем юге пустыни Кызылкум до 110 – на Устюрте (табл. 6.4) (Бабушкин О.Л., 1986 а) [18].

Т а б л и ц а 6.4

**Число дней со снежным покровом
в равнинной части Узбекистана**

Районы Кызылкума (метеостанция)	Число дней		Годы
	среднее	максимальное	
Устюрт (Жаслык)	64	121	1953–1954
Северный (Акбайтал)	42	112	1993–1994
Низовья Амударьи (Кунград)	27	80	1953–1954
Центральный (Аякагитма)	16	54	1976–1977
Восточный (Машикудук)	24	78	1968–1969
(Каракуль)	6	34	1956–1957

Для овцеводов важно знать сведения о высоте снежного покрова, так как от этого зависит возможность выпаса животных. Средняя высота снежного покрова по равнинной территории не превышает 6 см.

Однако ежедневные данные показывают, что его высота может изменяться в широких пределах. Наиболее часто (48...80 %) отмечаются высоты до 5 см. С увеличением высоты снежного покрова повторяемость таких дней уменьшается (табл. 6.5).

Таблица 6.5

**Повторяемость (%) высоты снежного покрова
(по Бабушкину О.Л. 1983, 1985) [16, 17]**

Районы Кызылкума	Градации высоты снежного покрова, см			
	0...5	6...15	16...25	> 25
Устюрт	59	27...30	6...7	4...8
Северный	59...65	32...40	1...3	—
Центральный	59...75	21...36	3...5	0...1
Южный	48...80	19...42	1...7	0...3

Наибольшая высота снежного покрова зарегистрирована на Устюрте (1975/1976 гг. – 59 см), что в десять раз больше средней величины. Аналогичное соотношение отмечается в восточной части пустыни Кызылкум (1955/1956 гг. – 49 см) (Бабушкин О.Л., 1986 а) [18].

Для характеристики условий зимнего выпаса овец велико значение плотности снега. По многолетним данным установлено, что на описываемой территории плотность снежного покрова изменяется в достаточно широких пределах – от 0,06...0,08 до 0,47...0,49 г/см³, в отдельных случаях была отмечена плотность, равная 0,53...0,54 г/см³. Наибольшую повторяемость (47 %) составляет плотность снежного

покрова от 0,11 до 0,20 г/см³, а в интервале от 0,21 до 0,30 г/см³ – 39 % (Бабушкин О.Л., 1978) [14].

Значительное ухудшение условий выпаса наступает при наличии ледяных прослоек в снежном покрове, высокой плотности снега и наста на поверхности снега. Различные сочетания высоты и плотности снежного покрова создают неодинаковые условия для выпаса (или невыпаса) овец (рис. 6.6).

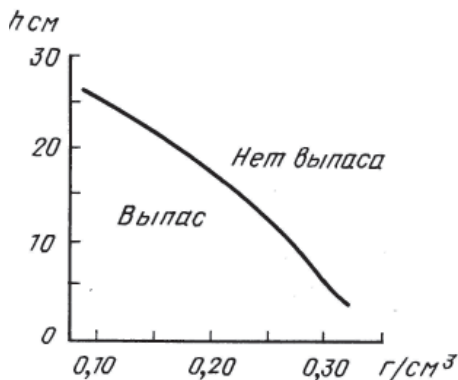


Рис. 6.6. Условия для выпаса (невыпаса) овец в зависимости от высоты и плотности снега

Известно, что распределение снежного покрова на пастбищах зависит от условий рельефа местности, господствующих ветров и характера растительного покрова. Эти условия определяют и выбор участков для выпаса скота, поскольку в понижениях рельефа снег частично или полностью покрывает растительность, а на вершинах возвышенностей и наветренных склонах снег сдувается частыми ветрами и метелями (Свисюк И.В., 1952 [155]; Николаев В.А. и Раунер Ю.А., 1956 [134]; Могилева А.М. 1959 [124] и др.).

Разработанная Могилевой А.М. (1959) [124] методика оценки доступности пастбищной растительности для животных в зависимости от высоты снежного покрова позволяет по данным маршрутных снегоъемок определить распределение высоты снежного покрова по территории пастбищ и рассчитать степень доступности растительности. Так как при снегоъемках производится 100 промеров на участке, который по рельефу местности характерен для окружающего пространства, то каждый промер можно принять за 1 % укрытия площади пастбищного массива снежным покровом данной высоты. По результатам снегоъемок строится осредненное распределение его высоты по территории. Зная характер распределения снежного покрова и высоту травостоя, можно ориентировочно определить доступность для животных пастбищной растительности.

По этой методике следует считать пастбищный корм вполне доступным для животных, если травостой покрыт снегом до 35 % высоты, при укрытости травостоя от 36 до 65 % – частично доступным, а свыше 65 % – недоступным или малодоступным.

Вполне ясно, что с увеличением высоты снежного покрова площадь с доступной для скармливания растительностью уменьшается, а с частично доступной или недоступной – увеличивается. С увеличением высоты травостоя происходит, наоборот, увеличение площади, доступной для скармливания растительности.

Расчеты, проведенные для Устьюрта и Северного Кызылкума, показали, что Устьюрт характеризуется большей доступностью растительности для животных при одной и той же высоте снега. Так, при высоте снежного покрова 10 см, а высоте травостоя 15 см на Устьюрте растительность вполне доступна на 17 %

площади, частично доступна на 46%, а не доступна на 37 %. На пастбищах северной части Кызылкума эти площади составляют, соответственно, 7, 52 и 41%. При увеличении высоты снежного покрова до 20 см и той же высоте травостоя его доступность составляет на Устюрте 3, 9 и 88 %, а в Северном Кызылкуме – 0, 1 и 99 % (Бабушкин О.Л., 1978) [14].

Для равнинной территории Туркменистана Е.К. Балакиревым предложена несколько иная типизация зим по снежности (табл. 6.6) , чем в других регионах.

Таблица 6.6

**Характеристика зим по числу дней со снежным покровом
для Туркменистана (по Балакиреву Е.К., 1972) [32]**

Характеристика зим	Число дней со снежным покровом
Многоснежные	21 и больше
Средней снежности	11...20
Малоснежный	1...10
Бесснежные	0

Наибольшая повторяемость многоснежных зим в равнинной части Туркменистана (43 %) наблюдается на юго-востоке республики (холмгорье Бадхыз и возвышенность Карабиль). Здесь практически каждая вторая зима многоснежная. Из других природных районов следует отметить Прикопетдагскую равнину, где многоснежные зимы составили 39 %, и Северный Туркменистан (32 %). В г. Туркменбаши (Красноводске) процент многоснежных зим составил всего 7 %.

Свежевыпавший снег обычно имеет плотность 0,10...0,16 г/см³. Затем под влиянием собственной массы, ветра, положительных дневных температур и других причин снег постепенно уплотняется. Так, по данным Н.Г. Дмитриевой, за десять дней при ветре 6 м/с снег уплотняется до значения 0,18 г/см³, через 25 дней – до 0,22, через 40 дней – до 0,25 г/см³. Могилевой А.М. (1959) [124] по массовым материалам полевых наблюдений различных авторов установлено, что с увеличением высоты снежного покрова на каждый 1 см и его плотности на 0,01 благоприятность выпаса снижается в среднем на 5 %.

Рыхлый снежный покров высотой 20...25 см сильно затрудняет передвижение овец по пастбищу в поисках подножного, особенно низкотравного корма. В таких условиях животные прекращают передвижение, выпас и сбиваются в группы. Значительное ухудшение условий выпаса наступает при наличии ледяных прослоек в снежном покрове, высокой плотности снега и поверхностного наста или обледенения.

Повторяемость различных градаций высоты снежного покрова в Кызылкуме также представляет собой важный зооклиматический критерий для оценки степени благоприятности условий зимнего выпаса овец.

При высоте снежного покрова 25 см и более выпас животных прекращается при любой плотности и температуре. Взрослое поголовье овец при выпасе выдерживает более низкие температуры, большую плотность и высоту снега, по сравнению с молодняком, который в зимних условиях больше подвержен воздействию неблагоприятной погоды и раньше прекращает выпас. Поэтому зооклиматические исследования в части установления критериев и районирования территории по неблагоприятным условиям проводятся раздельно не только по признаку пород, но и по возрасту поголовья.

По сравнению с казахскими, тонкорунными овцами, каракульские овцы в Кызылкуме прекращают выпас при сравнительно более мягких зимних условиях.

Например, в условиях безветрия наиболее низкая температура прекращения выпаса этих овец оказывается на 4...6 °С выше, чем пороговая температура невыпаса тонкорунных овец.

По зонам Кызылкума и Устюрта повторяемость невыпасных условий по комплексу неблагоприятных зимних условий (температуре, ветру, высоте и плотности снега) для взрослых овец и молодняка представлена в табл. 6.7.

Сильные морозы при безветрии переносятся животными легче, чем слабые морозы при сильном ветре. Поэтому влияние низких температур при выпасе животных оценивается только в сочетании с ветром. Федосеевым А.П. (1953) [177] выделены зоны, представляющие сочетания отрицательных температур воздуха и ветра различной интенсивности (выше кривых), которые являются неблагоприятными для выпаса овец в зимних условиях Казахстана и Западного Прикаспия (рис. 6.7).

Таблица 6.7

**Средняя повторяемость невыпасных условий для овец
в пустыне Кызылкум и на Устюрте
(по Бабушкину О.Л., 1983, 1985) [16, 17])**

Районы Кызылкума	Повторяемость невыпасных условий, %	
	Взрослые овцы	Молодняк
Устюрт и северная зона Кызылкума	20	35
Центральный	7...9	14...18
Южный	5...6 (0,2...0,3)	10...12 (до 1)

Примечание: данные в скобках – наименьшая повторяемость невыпасных условий.

По данным этого же автора в южных районах Казахстана зимой выпас овец прекращается при различных сочетаниях скорости ветра и температуры воздуха (табл. 6.8). По наблюдениям ряда авторов в условиях безветренной погоды в Казахстане овцы выпасаются и при более низких температурах (-37...-40); тонкорунные овцы выпасаются на Черных землях (Калмыкия, Дагестан) при 30-градусных морозах.

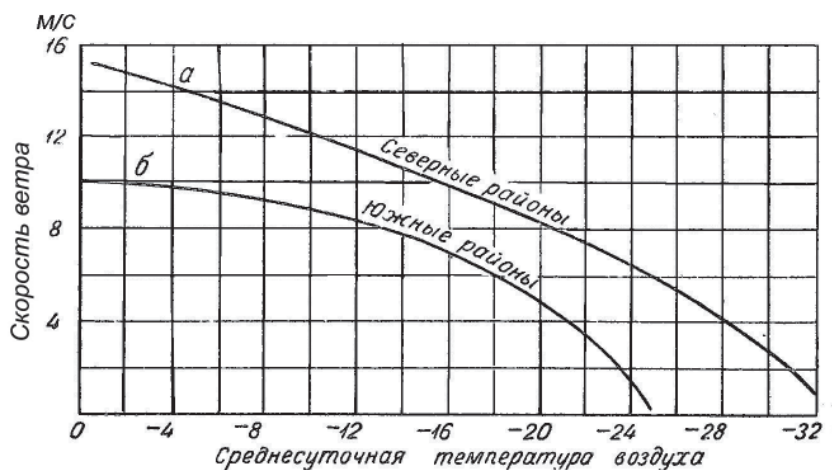


Рис. 6.7. Сочетания скорости ветра с температурой воздуха, при которой условия для выпаса овец неблагоприятны (поле выше кривых); а) – для северной половины Казахстана; б) – для южной половины Казахстана и Западного Прикаспия

При сильных морозах каракульские овцы скучиваются, прекращают поиск корма, сохранившегося над снежным покровом, принимают сгорбленное положение тела (сокращение площади поверхности животного), скапливаются на солнечных склонах рельефа, пытаются найти укрытия от ветра (рис. 6.8).

Т а б л и ц а 6.8

Зимние условия прекращения выпаса овец на равнинных пастбищах Казахстана (по Федосееву А.П. , 1953) [177]

Скорость ветра, м/с	Средняя суточная температура воздуха, °С
8	-13
6	-18
4	-19
2	-24, -25

Естественно, что при столь низких температурах воздуха у животного увеличиваются затраты на теплопродукцию и теплоотдачу, что вызывает необходимость производить значительные кормовые



Рис. 6.8. Каракульские овцы в Кызылкуме, прекратившие выпас при морозе ниже 20 °С (фото О.Л. Бабушкина)

подкормки для возмещения энергетических затрат организма. При отсутствии подкормки или ее малого количества овцы начинают быстро терять свою массу. В такие неблагоприятные дни потери живой массы взрослых овец, несмотря на продолжающийся неактивный выпас, составляют в сутки более 310 г, а молодняка – до 120 г (Петрашин В.П., Иванов И.Г., Пушняк М.К., 1974 а) [144].

Иванов И.Г. (1978) [80] на основе изучения перезимовки овец в Горном Алтае предложил определять зависимость продолжительности дневного выпаса животных от температуры и скорости ветра с учетом вклада в эту зависимость солнечной радиации.

Экспериментальные работы проводились на зимних пастбищах различной экспозиции, расположенных на высоте 1000...2500 м над уровнем моря. Наблюдения велись за температурой и влажностью воздуха, скоростью ветра, интенсивностью солнечной радиации, высотой и плотностью снежного покрова, поведением животных во время выпаса, числом скусываний подножного корма, степенью «наедаемости» животных и изменением их массы.

Зависимость продолжительности дневного выпаса животных (P , час) от минимальной температуры воздуха для условий штиля и облачной погоды, когда поступление радиации на перпендикулярную поверхность пренебрежительно мало, для взрослого поголовья (P_{θ}) и молодняка ($P_{\text{м}}$) представляется в виде:

$$P_{\theta} = 0,50 \theta + 24,0, \quad (6.1)$$

$$P_{\text{м}} = 0,71 \theta + 28,1, \quad (6.2)$$

где θ – минимальная температура воздуха, °С.

Полученные зависимости справедливы только для условий штиля в диапазоне минимальных температур воздуха для взрослого поголовья от -30 до -48 °С, для молодняка – от -27 до -40°С, т.к. только в этом диапазоне температур сказывается отрицательное влияние на продолжительность дневного выпаса животных. При минимальной температуре воздуха выше указанных пределов продолжительность дневного выпаса овец и коз остается неизменной и составляет в среднем девять часов.

При минимальной температуре ниже -40 и -48 °С для молодняка и взрослого поголовья соответственно выпасать скот нельзя.

При ветре величина уменьшения продолжительности дневного выпаса для взрослого поголовья ($\Delta P_{\text{в}}$) и молодняка ($\Delta P_{\text{м}}$) овец и коз пропорциональна корню квадратному из средней дневной скорости ветра:

$$\Delta P_{\text{в}} = 1,2 \sqrt{V} , \quad (6.3)$$

$$\Delta P_{\text{м}} = 1,9 \sqrt{V} , \quad (6.4)$$

где V – средняя дневная скорость ветра, м/с.

Совместное влияние различных сочетаний минимальной температуры воздуха и средней дневной скорости ветра без учета радиационной добавки аппроксимировано выражением (6.5) для овцематок и (6.6) для молодняка:

$$P_{\text{в}} = 0,50 \theta - 1,2 \sqrt{V} + 24,0 , \quad (6.5)$$

$$P_{\text{м}} = 0,71 \theta - 1,9 \sqrt{V} + 28,1 . \quad (6.6)$$

В условиях солнечной погоды радиационная добавка принимает вид:

$$\Delta \theta_{R_{\text{в}}} = -0,13 \sqrt{V} + 2,0 , \quad (6.7)$$

$$\Delta \theta_{R_{\text{м}}} = -0,20 \sqrt{V} + 2,0 , \quad (6.8)$$

где $\Delta \theta_{R_{\text{в}}}$ и $\Delta \theta_{R_{\text{м}}}$ – радиационные добавки, соответственно, для овцематок и молодняка, °С.

Величина радиационной добавки зависит от скорости ветра. При этом для взрослого поголовья она практически равна 0 при скорости ветра 15 м/с, для молодняка – 10 м/с. В ясную тихую погоду для всех возрастных групп она равна 2 °С (в период с ноября по февраль).

Введение радиационной добавки $\Delta \theta_R$ позволяет получить зависимость продолжительности дневного выпаса животных от минимальной температуры воздуха и средней дневной скорости ветра с учетом притока солнечной радиации:

$$P_{R_{\text{в}}} = 0,50 (\theta + 2,0) - 1,2 \sqrt{V} - 0,13 V + 24,0 , \quad (6.9)$$

$$P_{R_{\text{м}}} = 0,71 (\theta + 2,0) - 1,9 \sqrt{V} - 0,20 V + 28,1 . \quad (6.10)$$

Овцы достаточно легко переносят низкие температуры воздуха, но ветер усугубляет отрицательное влияние на выпас низкой температуры воздуха. Поэтому при ветре выпас овец прекращается при более высоких значениях температуры воздуха, чем при безветрии. Граничные значения сочетаний температуры воздуха и скорости ветра, разделяющие благоприятные и неблагоприятные для выпаса каракульских овец и молодняка текущего года рождения условия в Узбекистане, представлены на рис. 6.9.

Оценка производится по среднесуточной температуре воздуха и срочному значению скорости ветра при учете высоты и плотности снежного покрова. При больших высотах и плотности снежного покрова выпас прекращается при более мягких температурно-ветровых условиях. Поле температурно-ветровых условий левее выбранной по сочетанию высоты и плотности снежного покрова кривой соответствует невыпасным условиям, правее – выпасным.

Как видно из представленных рисунков (6.9 а, б), при значении среднесуточной температуры воздуха ниже -20°C для овцематок и -18°C для молодняка каракульские овцы прекращают выпасаться вне зависимости от скорости ветра (Бабушкин О.Л., 1986 а) [18].

К прекращению выпаса также приводит ветер, скорость которого превышает 12 м/с для овцематок и 10 м/с для молодняка при любых значениях температуры воздуха.

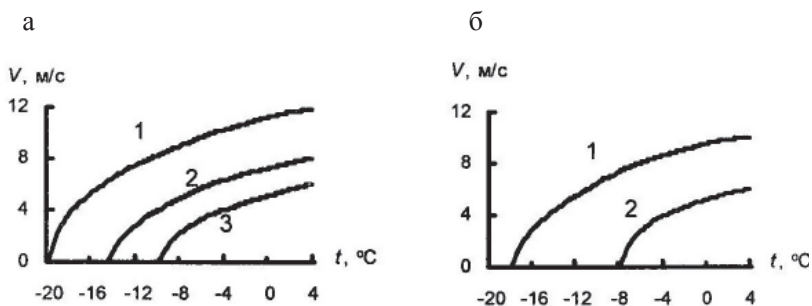


Рис.6.9. Граничные значения температурно-ветровых условий, приводящих к невыпасу каракульских овец при определенных сочетаниях высоты (h) и плотности (d) снежного покрова: а – овцематки, б – молодняк. 1. h от 0 до 11 см, d менее $0,25 \text{ г/см}^3$; 2. h от 12 до 18 см, d менее $0,25 \text{ г/см}^3$, h от 5 до 9 см, d от $0,25$ до $0,32 \text{ г/см}^3$; 3. h от 10 до 15 см, d от $0,25$ до $0,32 \text{ г/см}^3$

Критерии неблагоприятных температурно-ветровых условий для каракульской породы овец, разводимой в Узбекистане, не могут быть без уточнения использованы для других пород овец и других территорий, так как они прекращают выпасаться при сравнительно более мягких температурно-ветровых условиях, чем казахские тонкорунные овцы и даже каракульские овцы, выпасающиеся в более суровых условиях Казахстана.

Например, если каракульские овцы в Узбекистане при безветрии и в отсутствии снежного покрова прекращают выпасаться при среднесуточной температуре воздуха -20°C , то каракульские овцы, разводимые на территории Казахстана, – при -24°C , а казахская тонкорунная овца – при -28°C .

Оценка благоприятности погодных условий содержания и выпаса овец проводится на основе ежедневной метеорологической информации. Она начинается с учета неблагоприятных для выпаса метеорологических явлений, к которым относятся:

- пыльные бури и сильные поземки;
- метели;
- интенсивные осадки;
- дождь при отрицательной температуре воздуха;
- гололедные явления;
- снежный покров с учетом его высоты и плотности;
- наст и ледяные прослойки в снеге;
- туман с дальностью видимости менее 100 м;
- сильный ветер, скорость которого превышает критические значения для конкретной породы животных.

Оценка условий выпаса по температурно-ветровому фактору проводится на основе разработанных для соответствующей территории, породы и группы овец графика граничных значений температурно-ветровых условий, приводящих к невыпасу (рис. 6.9). По данным о высоте и плотности снежного покрова выбираются кривые, по которым производится оценка благоприятности температурно-ветровых условий для выпаса овцематок и молодняка. На графики наносятся точки, соответствующие сочетанию значений среднесуточной температуры воздуха и средней за два, три и четыре дневных срока скорости ветра. Если все точки оказываются справа и ниже от выбранной

кривой, то день следует считать выпасным по температурно-ветровым условиям. Если точка, соответствующая сочетанию температуры со средней скоростью ветра за два срока, окажется выше и левее кривой, а остальные – ниже и правее, то день считается частично невыпасным. Если точки, соответствующие сочетанию температуры со средней скоростью ветра за три или четыре срока, окажутся выше и левее кривой, то день следует отнести к невыпасному.

В качестве примера рассмотрим отдельные случаи оценки метеорологических условий выпаса. 13 ноября 1993 г. на метеостанции Акбайтал гололед отмечен в течение круглых суток. Гололед препятствует выпасу как молодняка, так и взрослого поголовья. В данном случае выпас прерывался более чем на пять часов в светлую часть суток, то есть день необходимо отнести к невыпасному как для молодняка, так и для овцематок.

8 января 1993 г. на метеостанции Чабанказган отмечено залегание снежного покрова высотой 7 см и плотностью менее $0,25 \text{ г/см}^3$. Среднесуточная температура воздуха составляла $-14,8^\circ\text{C}$. Скорость ветра в дневные сроки (07, 10, 13 и 16 ч местного поясного времени) была, соответственно, 1, 5, 6 и 6 м/с. В соответствии с данными о высоте и плотности снежного покрова для оценки выбирается кривая 1 (см. рис. 6.9).

Точки, соответствующие сочетанию среднесуточной температуры воздуха и срочным значениям скорости ветра за каждый рассматриваемый срок, располагаются относительно кривой 1 рис. 6.9, а (для овцематок) следующим образом. В сроки 07 и 10 ч ($-14,8$ и 1; $-14,8$ и 5) точки располагаются правее кривой, то есть условия благоприятны для выпаса овцематок. В сроки 13 и 16 ч ($-14,8$ и 6) они ложатся левее кривой, то есть условия неблагоприятны для выпаса. Если условия неблагоприятны для выпаса за два дневных срока, то есть выпас прерывается более чем на три часа, то день относится к частично невыпасному.

Относительно кривой 1 рис. 6.9 б (для молодняка) точка, соответствующая сроку 07 ($-14,8$ и 1), ложится правее кривой, то есть условия благоприятны для молодняка. За три остальных срока ($-14,8$ и 5, $-14,8$ и 6, $-14,8$ и 6) точки располагаются левее кривой. Условия неблагоприятны для выпаса. При трех неблагоприятных сроках в течение светлого времени суток день относится к невыпасному.

Таким образом, 8 января 1993 г. в районе Чабанказгана день частично невыпасной для овцематок и невыпасной для молодняка.

Критерии неблагоприятных для выпаса погодных условий позволяют выявить невыпасные и частично невыпасные дни. Для этого производится оценка погодных условий каждого дня по метеорологическим данным, поступающим с сети пустынных метеорологических станций, расположенных в районах выпаса овец.

Такая оценка позволяет определить количество невыпасных дней, а также особенности пастбищной территории. На основе количества невыпасных дней в холодный период рассчитывается количество страховых запасов кормов на зиму.

Основными зооклиматическими показателями перезимовки овец являются число невыпасных дней (ЧНД) как для овцематок, так и для молодняка 7...12-месячного возраста. В условиях Узбекистана, где теплые бесснежные зимы, в основном благоприятные для выпаса овец, сменяются зимами холодными с длительным залеганием снежного покрова, когда погодные условия препятствуют выпасу, количество невыпасных дней сильно изменяется от года к году.

В отдельные зимы в ряде пастбищных районов не было отмечено ни одного невыпасного дня, в результате чего овцы беспрепятственно выпасались на пастбище всю зиму.

Наряду с такими благоприятными для выпаса зимами отмечаются исключительно неблагоприятные (табл. 6.9).

Таблица 6.9

**Среднее (N_{cp}) и максимальное ($N_{макс}$) число невыпасных дней
для овцематок и молодняка за холодный период
(ноябрь–февраль) (по Бабушкину О.Л., 1986 б) [19]**

Район Кызылкума	Число невыпасных дней					
	Овцематки			Молодняк		
	N_{cp}	$N_{макс}$	зима	N_{cp}	$N_{макс}$	зима
Северный	11,8	100	1993/1994	16,7	102	1993/1994
Западный	4,1	22	1968/1969	7,8	35	1968/1969
Центральный	5,8	56	1968/1969	7,9	64	1968/1969
Восточный	9,6	43	1968/1969	14,1	78	1968/1969
Юго-западный	5,1	21	1955/1956	8,6	30	1955/1956
Южный	2,4	15	1968/1969	2,9	18	1968/1969

Максимальное ЧНД колеблется от 15...18 на юге территории до 100...102 дней на севере. Наиболее неблагоприятными для выпаса были зимы 1968/1969, 1971/1972 и 1976/1977 гг.

В зиму 1993/1994 гг. в районе Акбайтала на севере республики длительное залегание снежного покрова привело к невыпасу в течение 100 дней.

Распределение среднего многолетнего числа невыпасных дней по пастбищной территории Узбекистана, вычисленного за период с 1951 по 2004 г. в основном имеет зональный характер. Наиболее благоприятные условия для выпаса создаются на крайнем юге территории, где среднее число невыпасных дней за зиму в районе станции Каракуль составляет для овцематок 2,5, для молодняка – 2,9.

По мере продвижения к северу отмечается увеличение неблагоприятных для выпаса дней, что связано с изменением температурного режима зим и условий залегания снежного покрова. Среднее ЧНД на севере пустыни Кызылкум (метеостанция Чабанказган) достигает 14,7 для овцематок и 20,9 для молодняка.

Однако неоднородность рельефа, наличие на территории пустыни Кызылкум целого ряда невысоких гор и значительных по площади впадин искажает зональность распределения среднего ЧНД, что хорошо видно на схемах (рис. 6.10 и 6.11), построенных по данным за 1951–1985 гг. (Бабушкин О.Л., 1986 б) [19].

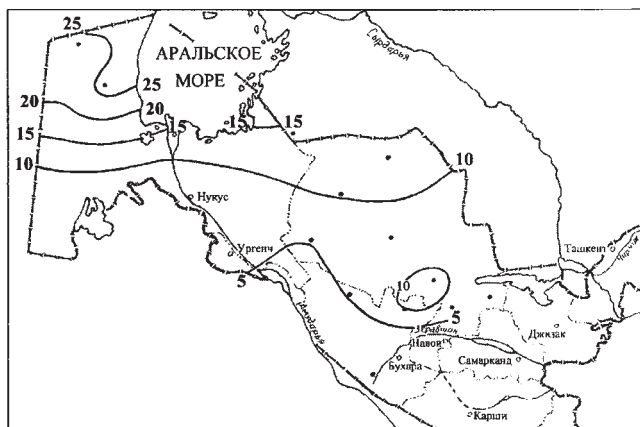


Рис. 6.10. Среднее многолетнее число невыпасных дней за ноябрь – февраль для овцематок

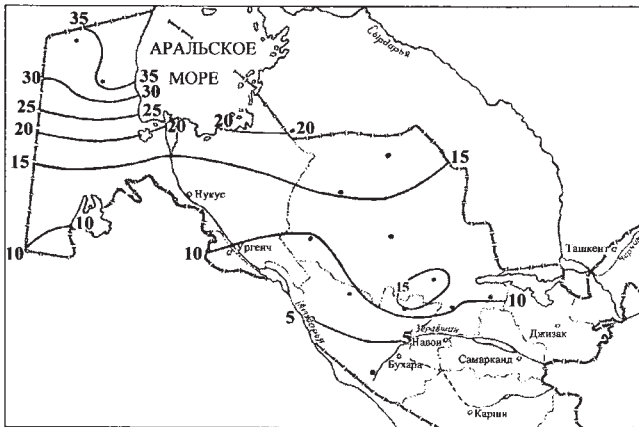


Рис. 6.11. Среднее многолетнее число невыпасных дней за ноябрь – февраль для молодняка

Число невыпасных дней распределяется неравномерно в течение зимы. На рис. 6.12 представлена повторяемость ЧНД по декадам от общего количества за зиму в целом по каракулеводческой зоне Узбекистана за 1951–1994 гг. (Бабушкин О.Л., Сумочкина Т.Е., Ситникова М.В., 2007) [25].

Наиболее благоприятные условия создаются для каракульских овец в ноябре, когда среднее ЧНД в целом за месяц в большинстве

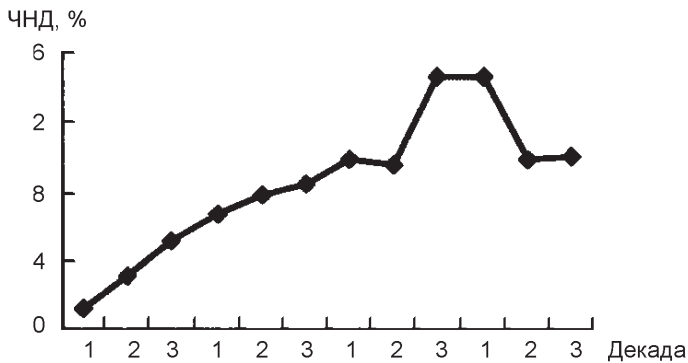


Рис. 6.12. Повторяемость числа невыпасных дней (%) для овцематок по декадам от общего количества за зиму в среднем по каракулеводческой зоне Узбекистана

районов не превышает для овцематок один день. В декабре и январе отмечается увеличение числа невыпасных дней. Наибольшее их количество приходится на третью декаду января – первую декаду февраля, когда ЧНД для овцематок достигает в среднем по каракулеводческой зоне 1,8, а для молодняка – 2,4 дня в декаду. К концу февраля количество невыпасных дней снижается для овцематок и молодняка, соответственно, до 1,0 и 1,4 дня в декаду.

В связи с происходящими климатическими изменениями были выполнены уточнения многолетних средних значений ЧНД и оценка влияния этих изменений на зооклиматические условия. Обработка метеорологических материалов за последние годы позволила определить ЧНД за период перезимовки с ноября по февраль вплоть до 2007 года. Представленные в табл. 6.10 уравнения линий трендов, рассчитанные за период с 1951 по 2007 г., показывают тенденцию на сокращение числа невыпасных дней по всей территории пустынных пастбищ. На территории Кызылкума отмечается уменьшение ЧНД на 0,8...2,0 дня за десятилетие.

Таблица 6.10

**Уравнения линий трендов числа невыпасных дней
для каракульских овец в пустынных районах Узбекистана
за ноябрь–февраль 1951–2007 гг.**

Метеостанция	Район Кызылкума	Уравнение тренда	Δ_{10}
Акбайтал	Северный	$Y = - 0,081 X + 13,732$	0,8
Бузаубай	Западный	$Y = - 0,087 X + 6,403$	0,9
Тамды	Центральный	$Y = - 0,204 X + 11,429$	2,0
Аякагитма	Центральный	$Y = - 0,097 X + 10,790$	1,0
Машикудук	Восточный	$Y = - 0,197 X + 15,199$	1,6
Джангельды	Юго-западный	$Y = - 0,157 X + 8,593$	1,5
Совхоз Нурата	Нуратинский массив	$Y = - 0,153 X + 12,201$	1,5

Примечание: Δ_{10} – трендовое снижение ЧНД за десятилетие.

За 1981–2007 гг. среднее ЧНД сократилось, по сравнению с предыдущим 30-летием, на 3...7 дней. Наиболее значительное сокращение на 6...7 дней отмечено в центральной и восточной части Кызылкума в районе метеостанций Тамды и Машикудук. Сократилось и максимальное число невыпасных дней за этот период в районах большинства

гидрометеостанций, характеризующих рассматриваемую территорию. Исключение составили северные районы пустыни Кызылкум, где в зиму 1993/1994 гг. отмечено наибольшее ЧНД для всей пастбищной территории, достигшее 100 дней из-за длительного залегания снежного покрова (табл. 6.11). Наиболее неблагоприятными для выпаса в этот период оказались зимы 1984/1985 и 1993/1994 гг.

Число невыпасных дней распределяется неравномерно в течение зимы. Так, в Узбекистане наиболее благоприятные условия создаются для каракульских овец в ноябре, когда среднее ЧНД в целом за месяц в большинстве районов не превышает для овцематок один день. В декабре и январе отмечается увеличение числа невыпасных дней. Наибольшее их количество приходится на третью декаду января – первую декаду февраля, когда ЧНД для овцематок достигает в среднем по каракулеводческой зоне 1,8, а для молодняка – 2,4 дня в декаду. К концу февраля количество невыпасных дней снижается для овцематок и молодняка, соответственно, до 1,0 и 1,4 дня в декаду.

***Комплекс метеорологических условий,
определяющий невыпас каракульских овец***

На выпас каракульских овец в Узбекистане действует целый комплекс неблагоприятных погодных условий. Сочетание компонентов этого комплекса зависит от района, в котором выпасаются отары. Например, вполне естественно, что невыпас каракульских овец из-за низкой температуры воздуха более вероятен в северных районах, чем в южных; в районах, где местные условия благоприятствуют усилению скорости ветра, возрастает повторяемость невыпаса из-за сильного ветра и т. д. Таким образом, каждый район характеризуется своим сочетанием неблагоприятных метеорологических условий, приводящих к невыпасу каракульских овец.

Неблагоприятные факторы могут воздействовать на выпас либо каждый в отдельности, тогда ясна причина невыпаса, либо в сочетании с другими. В последнем случае, если один из факторов может привести к невыпасу и без помощи других факторов, которые только усиливают или усугубляют действие первого, то за причину невыпаса принимается именно этот главный фактор. В случае действия нескольких факторов, каждый из которых в отдельности не приводит к невыпасу, а их совместное действие вызывает невыпас овец, за причину невыпаса принимается совместное действие всех факторов.

Таблица 6.11
Статистические характеристики числа невыпасных дней
для овцематок за ноябрь–февраль 1951–1980 (1) и 1980–2007 гг. (2)

Метеостанция Кызылкума	Район	Характеристика					
		N_{cp}		N_{max} , (годы)		C_v	
		1	2	1	2	1	2
Ақбайтал	Северный	13,0	9,7	39 (1961/1962)	100 (1993/1994)	0,7	1,9
Бузаубай	Западный	5,8	1,9	22 (1968/1969)	9 (1987/1988)	0,9	1,1
Тамды	Центральный	8,6	2,4	56 (1968/1969)	11 (1986/1987)	1,2	0,9
Аякагитма	Центральный	9,4	6,6	42 (1968/1969)	35 (1984/1985)	0,9	1,4
Машикулдук	Восточный	12,8	6,1	47 (1968/1969)	21 (1993/1994)	0,9	0,9
Джангельды	Юго-западный	6,1	2,1	22 (1955/1956)	8 (1984/1985)	0,7	1,0
Совхоз Нурага	Нурагинский массив	9,8	5,4	44 (1971/1972)	20 (1993/1994)	1,1	1,0

Примечание: N_{cp} – среднее ЧНД, N_{max} – максимальное ЧНД, C_v – коэффициент вариации.

Учет вышесказанного позволил выявить характерные для определенной местности неблагоприятные погодные условия, приводящие к невыпасу каракульских овец.

На основе материалов за 30-летний период (с 1951 по 1981 г.) (Бабушкин О.Л., 1986 а) [18] показано, что наиболее часто невыпас каракульских овец отмечается из-за действия температурно-ветрового фактора. На большей части территории повторяемость невыпаса из-за этого фактора не опускается ниже 20 %, а в отдельных местностях превосходит 50 %. Только на крайнем юге территории она оказывается ниже 10 %. Здесь около половины всех случаев невыпаса вызвано пыльными бурями. Значительное влияние на выпас они оказывают в западной (20...27 и 12...16 % соответственно для овцематок и молодняка) и центральной (17 и 12 %) частях Кызылкума. Действию сильного ветра наиболее подвержены районы предгорий Нуратинского хребта (35 и 31 %), пастбища вблизи останцевых гор Букантау и Кульджуктау (11...13 и 15 %). Гололедные явления приводят к невыпасу овец повсеместно, хотя их повторяемость и не превосходит 16 % (северная часть Кызылкума). Влияние снежного покрова на выпас наиболее существенно проявляется в восточной части Кызылкума (20...25 и 16 %). Незначительна повторяемость метелей, резких понижений температуры, сильных осадков, туманов, поземок и пр.

Интерес представляет распределение метеорологических факторов, приводящих к невыпасу в неблагоприятные зимы, то есть зимы с числом невыпасных дней не менее 20.

На примере метеостанции Машикудук (табл. 6.12), характеризующей восточные районы пустыни Кызылкум, видно, что наибольшее влияние на выпас каракульских овец оказывают неблагоприятные сочетания температуры воздуха и скорости ветра (30 %), глубокий снежный покров или снежный покров с ледяными прослойками (22 %) и температурно-ветровые условия при снежном покрове (19 %). Гололедные явления приводили к невыпасу в 11 % случаев. Остальные метеорологические факторы препятствовали выпасу менее чем в 10 % случаев.

Если рассматривать повторяемость невыпасных условий в среднем в наиболее неблагоприятные зимы, то в 42 % случаев причиной невыпаса в этом районе был температурно-ветровой фактор в сочетании со снежным покровом, а также снежный покров (24 %) и температурно-ветровые условия (18 %). Остальные неблагоприятные факторы составляли менее 10 % (табл. 6.13).

Таблица 6.12

**Повторяемость (%) метеорологических факторов, приводящих
к невыпасу каракульских овец в районе метеостанции
Машикудук, ноябрь–февраль 1951–2007 гг.**

Метеорологические факторы										
<i>t</i>	<i>v</i>	<i>tv</i>	<i>сн</i>	<i>tv+сн</i>	<i>гол</i>	<i>пб</i>	<i>мет</i>	<i>ос</i>	<i>тум</i>	<i>др.</i>
2,3	8,9	29,7	22,4	19,3	10,6	2,1	1,3	1,3	0,8	1,3

Примечание: *t* – низкая температура, *v* – сильный ветер, *tv* – температурно-ветровые условия, *сн* – снежный покров, *tv+сн* – температурно-ветровые условия при снежном покрове, *гол* – гололед, *пб* – пыльные бури, сильные поземки, *мет* – метели, *ос* – сильные осадки, *тум* – сильный туман, *др.* – другие.

Таблица 6.13

**Повторяемость (%) метеорологических факторов, приводящих
к невыпасу каракульских овец в неблагоприятные зимы**

Районы Кызылкума	Метеорологические факторы										
	<i>t</i>	<i>v</i>	<i>tv</i>	<i>сн</i>	<i>tv+сн</i>	<i>гол</i>	<i>пб</i>	<i>мет</i>	<i>ос</i>	<i>тум</i>	<i>др.</i>
Северный	10,4		11,5	50,7	17,8	8,2					1,4
Центральный	5,3	3,3	47,3	7,9	12,5	18,4	0,7			3,9	0,7
Восточный	7,4	0,9	17,5	23,5	42,4	6,4			0,5		1,4
Западный	45,5		54,5								
Юго-западный			28,6	61,8		4,8		4,8			
Нуратинский массив	2,1	0,7		75,7	9,0	3,5	1,4		0,7	6,2	0,7

Примечание: условные обозначения смотри в табл. 6.13.

Другие районы характеризуются своими особенностями распределения метеорологических факторов, приводящих к невыпасу в наиболее неблагоприятные зимы.

В северной части пустыни Кызылкум в среднем за неблагоприятные зимы более 50 % случаев невыпасных дней приходится на снежный покров, 18 % – температурно-ветровые условия при снежном покрове, 12 % – температурно-ветровые условия и 10 % – низкая

температура воздуха. Гололед вызвал 8 % невыпасных дней, а резкое снижение температуры воздуха – лишь в единичных случаях.

В центральной части невыпас животных в основном обусловлен неблагоприятными температурно-ветровыми условиями, как самостоятельным фактором (47 %), так и при усугубляющем действии снежного покрова (13 %), а также гололедом (18 %).

В Нуратинском массиве в 76 % случаев невыпасные дни для овец объясняются высоким снежным покровом. В западных и юго-западных районах пустыни Кызылкум невыпасные дни представлены по материалам одной неблагоприятной зимы, отмеченной в этом районе.

На рис. 6.13 представлена повторяемость различных метеорологических факторов, приводящих к невыпасу каракульских овец в неблагоприятные зимы.

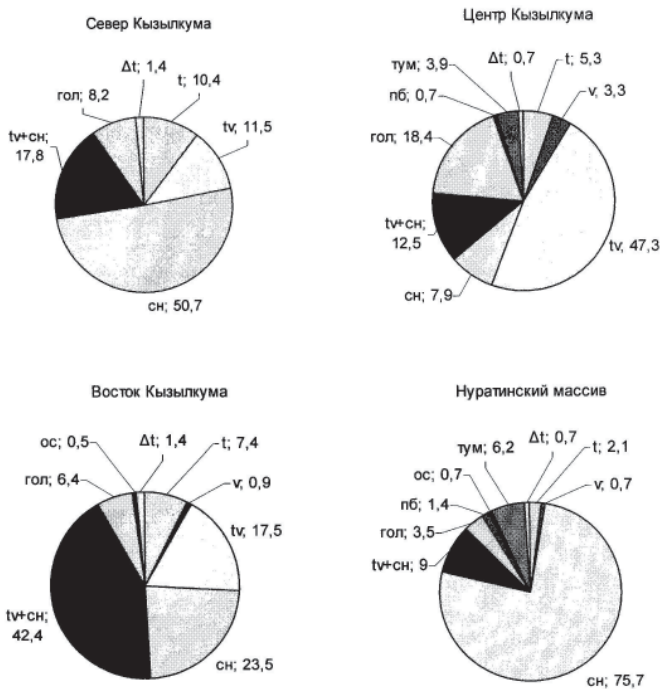


Рис. 6.13. Повторяемость (%) метеорологических факторов, приводящих к невыпасу каракульских овец в неблагоприятные зимы. Условные обозначения смотри в табл. 6.12

В связи с отмеченным потеплением климата, средние темпы которого за последние 70 лет по территории республики превысили $0,2^{\circ}\text{C}$ за десятилетие (Спекорман Т.Ю., Петрова Е.В., 2007) [168], отмечается сокращение числа невыпасных дней.

На основе 56-летних данных выявлена тенденция к сокращению числа невыпасных дней. В табл. 6.14 представлены уравнения трендов ЧНД по отдельным районам пастбищной территории, в которых наиболее ярко проявилась эта тенденция (Бабушкин О.Л., 2008) [26].

Таблица 6.14

**Тенденция изменения числа невыпасных дней за зиму
для овцематок**

Районы Кызылкума	Ср.	Уравнение тренда	σ	$\Delta Y/\sigma$
Западный	4,1	$Y = -0,08 X + 6,33$	4,5	- 1,0
Центральный	5,8	$Y = -0,22 X + 11,78$	8,3	- 1,4
Восточный	9,6	$Y = -0,22 X + 15,45$	9,8	- 1,2
Нуратинский массив	7,6	$Y = -0,16 X + 12,37$	8,6	- 1,0

Пример многолетнего хода числа невыпасных дней представлен по данным метеостанции Машикудук, характеризующей восточную часть Кызылкума (рис. 6.14).

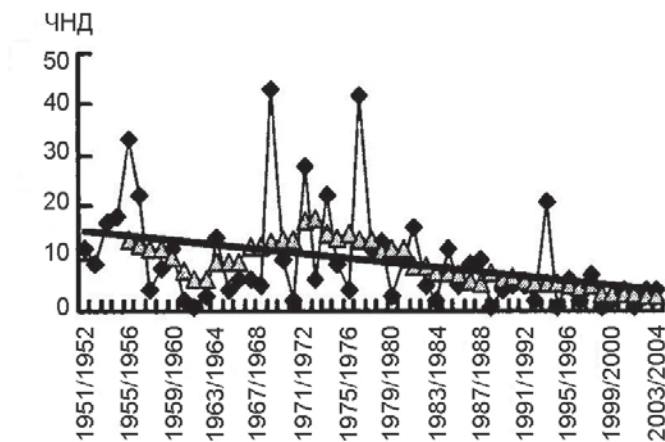


Рис. 6.14. Изменение ЧНД (ромбы) за зиму по данным метеорологической станции Машикудук, 10-летние скользящие средние (треугольники) и линейный тренд

Отмечено увеличение количества вегетационных декад за зиму. В вегетационные зимы продолжается слабый рост эфемеров и полыни, растения сохраняются в зеленом состоянии. Хотя зеленые побеги не дают существенной прибавки в корме, но активно поедаются овцами, что является положительным фактором для выпаса и способствует улучшению условий перезимовки каракульских овец.

За 1981–2007 гг. среднее ЧНД сократилось, по сравнению с предыдущим 30-летием, на 3...7 дней. Наиболее значительное сокращение – на 6...7 дней – отмечено в центральной и восточной части Кызылкума.

Изменение характера распределения повторяемости количества невыпасных дней за 1981–2007 гг., по сравнению с предыдущим 30-летием, представлено в табл. 6.15.

В северных районах пастбищной территории за период до 80-х гг. прошлого столетия наибольшую повторяемость имели зимы с ЧНД от 11 до 15 дней. После 80-х гг. модальное значение ЧНД сдвинулось на градацию 6...10 дней.

В центральных и восточных районах пастбищной территории в 1951–1980 гг. максимальная повторяемость пришлась на зимы с 6...10 невыпасными днями, а после 1980 года – с 3...5 днями, а в Нуратинском массиве наибольшая повторяемость равномерно распределилась между 1...2 и 3...5 днями.

В западных и юго-западных районах пустыни Кызылкум в 1981–2007 гг. преобладают зимы с 1...2 невыпасными днями, а более чем в 22 % зим не отмечено ни одного невыпасного дня.

В целом по всей пастбищной территории распределение по градациям числа невыпасных дней за рассматриваемые периоды представлено на рис. 6.15.

В последние годы ясно видно смещение числа невыпасных дней за зиму в сторону более низких значений.

Таким образом, период 1981–2007 гг. оказался для перезимовки каракульских овец более благоприятным, чем предыдущее 30-летие. Однако опыт зимы 1993/1994 гг. показал, что и при потеплении климата возможно появление достаточно суровых для выпаса овец условий, вызывающих их продолжительный невыпас, а это, как известно, приводит к снижению продуктивности каракулеводства, увеличению себестоимости, увеличению отхода поголовья.

Таблица 6.15

**Распределение повторяемости (%) по градам числа невыпасных дней
для овцематок за ноябрь–февраль с 1951 по 1980 (1) и с 1980 по 2007 (2) гг.**

Районы Кызылкума		Число невыпасных дней									
		0	1–2	3–5	6–10	11–15	16–20	21–30	31–40	41–50	>50
Северный	1	0	6,9	13,8	17,2	41,5	0	17,2	3,4	0	0
	2	0	22,2	29,7	37,0	0	3,7	3,7	0	0	3,7
Центральный	1	3,4	17,3	17,3	37,9	17,3	3,4	0	0	0	3,4
	2	11,1	44,4	40,8	0	3,7	0	0	0	0	0
Восточный	1	0	10,7	21,4	25,0	14,4	7,1	10,7	3,6	7,1	0
	2	3,7	29,7	37,0	14,8	3,7	7,4	3,7	0	0	0
Западный	1	3,4	31,1	20,7	31,1	6,9	3,4	3,4	0	0	0
	2	22,2	51,9	18,5	7,4	0	0	0	0	0	0
Юго-западный	1	10,3	13,8	31,1	31,1	10,3	0	3,4	0	0	0
	2	22,7	45,5	27,3	4,5	0	0	0	0	0	0
Нуралинский массив	1	0	8,3	29,2	41,6	8,3	0	4,2	4,2	4,2	0
	2	14,8	25,9	25,9	18,6	3,7	11,1	0	0	0	0

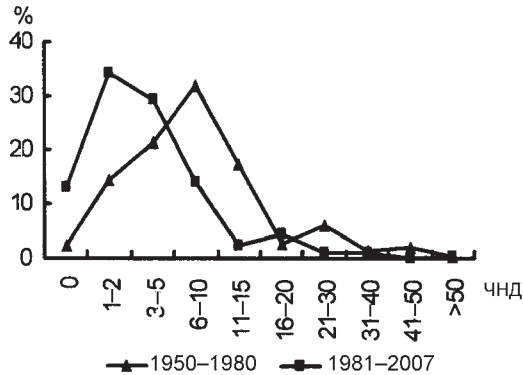


Рис. 6.15. Распределение повторяемости (%) ЧНД за зиму для каракульских овец по территории пустынных пастбищ за 1951–1980 и 1981–2007 гг.

6.1. Синоптические процессы, определяющие периоды продолжительного невыпаса каракульских овец в Узбекистане

Невыпас овец зависит от конкретных метеорологических условий, которые являются следствием наблюдающихся над данной территорией синоптических процессов. Бабушкиным О.Л. и Инагамовой С.И. (2009) [27] исследованы синоптические условия, определяющие продолжительные периоды, когда овцы не могут выпасаться на зимних пастбищах в Кызылкуме.

Для анализа причин продолжительного невыпаса овец рассмотрены типы синоптических процессов, их обуславливающих. По «Календарю типов синоптических процессов над Средней Азией» (1968, 1980, 1993) [88] и по данным Узгидромета и НИГМИ в дни невыпаса овец были определены типы синоптических процессов. Так как рассматривается дневной выпас, то процессы определялись только в дневные сроки (6 и 12 ч). В случаях, если в эти сроки «Календаря ...» отмечался один тип процесса, то он принимался в качестве основного, при различных типах указывалась синоптическая ситуация, которая приводила к невыпасу овец.

В табл. 6.16 представлено число невыпасных дней, сопровождаемых определенным типом синоптических ситуаций в наиболее неблагоприятные зимы, при этом отдельные типы процессов объединены в следующие группы по результатам своего влияния на выпас.

Таблица 6.16

**Повторяемость числа невыпасных дней
при определенных типах синоптических процессов
в неблагоприятные зимы (ноябрь–февраль)**

Тип процесса	Районы Кызылкума			
	Северный	Центральный	Восточный	Нуратинский массив
1+2	9,6	13,8	16,2	7,0
4			0,5	
5+6	18,5	5,9	10,1	11,9
7	10,0	17,1	12,9	20,3
8	5,9	5,2	3,6	4,2
9+9 а+9 б	40,7	48,1	47,0	42,6
10	9,3	5,2	6,0	4,2
12	5,2	4,0	2,3	8,4
13	0,4	0,7		
14	0,4		1,4	1,4

Циклоническая деятельность над территорией Средней Азии – Южнокаспийский и Мургабский циклоны объединены в единую группу южных циклонов (типы 1+2) (Инагамова С.И., Мухтаров Т.М., Мухтаров Ш.Т., 2002) [84]. Процессы этой группы обуславливают теплую погоду, но осадки и сильный ветер, сопровождающие их, а также холодные вторжения в тылу циклонов приводят к невыпасу овец.

Типы холодной погоды связаны с северо-западным и северным холодным вторжением, при которых арктические или умеренные холодные воздушные массы проникают на территорию Средней Азии с северо-запада или севера. Холодные вторжения обуславливают резкую смену погоды, которая сопровождается значительным понижением температуры воздуха, осадками, усилением ветра. Все эти факторы могут привести к прекращению выпаса овец. Северо-западные и северные холодные вторжения объединены в группу вторжений – типы 5+6.

Антициклоническую погоду обуславливают юго-западная, юго-восточная и южная периферии антициклона над территорией Средней

Азии. При данных типах процессов сохраняется холодная погода. Наличие снежного покрова обуславливает сильное радиационное выхолаживание приземного слоя воздуха. Снежный покров, низкая температура воздуха могут надолго прервать выпас овец. Эти процессы объединены в группу антициклонических ситуаций – типы 9+9 а+9 б.

Распределение повторяемости типов синоптических процессов, приводящих к невыпасу овец, рассмотрим на примере данных метеорологической станции Машикудук.

Наиболее вероятными синоптическими процессами при продолжительном невыпасе животных являются антициклонические ситуации – 47,0 % невыпасных дней. Вторыми по значимости процессами, которые обуславливают невыпас, является циклоническая деятельность – выходы Южнокаспийского и Мургабского циклонов (16,2 % невыпасных дней). За ними следует волновая деятельность на холодном фронте – 12,9 % невыпасных дней. Северо-западные и северные холодные вторжения составляют 10,1 %. Если в эту группу включить и западные вторжения (тип 10), то вклад холодных вторжений увеличится до 17,0 % невыпасных дней, то есть переходит на второе место после антициклонических ситуаций. Остальные процессы отмечены в 4 % случаев и менее.

В целом по пастбищной территории Узбекистана наиболее вероятными синоптическими процессами, вызывающими невыпас каракульских овец в неблагоприятные для выпаса зимы, являются антициклонические ситуации, повторяемость которых изменяется от 41 % в северных районах и 43 % в районе Нуратинских гор до 47...48 % в восточных районах пустыни Кызылкум. При антициклонических ситуациях сохраняется холодная погода, а при наличии снежного покрова отмечается сильное выхолаживание почвы. Снежный покров, низкая температура воздуха надолго прерывают выпас овец.

Следующие по значимости синоптические процессы не являются столь общими для всей территории пастбищ Узбекистана. В северных районах к ним относятся северо-западные и северные холодные вторжения – 18 % невыпасных дней. Вторжения холодного воздуха при этих процессах обуславливают резкую смену погоды с осадками, усилением ветра, которые могут привести к прекращению выпаса овец.

В центральной части Кызылкума и в районе Нуратинского массива невыпас чаще всего (17...20 %) наблюдается при развитии волновой

деятельности на холодном фронте. В предгорных районах Средней Азии на квазистационарном фронте вторжения холодной воздушной массы небольшой вертикальной мощности возникает серия циклонических волн. В результате этого процесса наступает длительное ухудшение погоды, сопровождающееся появлением низкой облачности, осадками в виде дождя и снега, вспышками ветра. После непродолжительных ливневых осадков, связанных с прохождением холодного фронта, начинается период обложных осадков. Все эти факторы отрицательно сказываются на выпасе овец.

В восточных районах пустыни Кызылкум невыпас часто (16 %) связан с южными циклонами. Выходы Южнокаспийских и Мургабских циклонов, а также и западные (кавказские) циклоны обуславливают осадки по равнинной территории Узбекистана. По мере смещения циклонов и приближения холодного фронта к предгорьям вследствие развития орографических восходящих движений осадки усиливаются. Вероятность выпадения интенсивных осадков возрастает при регенерации циклона на приближающемся холодном фронте (Инагамова С.И., 1999) [83]. Осадки холодного фронта вторжения и холодного фронта циклона сливаются в одну обширную зону, что приводит к длительному ухудшению условий выпаса овец.

На долю западных вторжений приходится 6...9 % невыпасных дней. Западные вторжения отличаются наибольшим влагосодержанием. За холодным фронтом смещается достаточно влажный воздух со Средиземного, Черного и Каспийского морей. При приближении к горам западное холодное вторжение сопровождается значительными осадками в виде дождя и перехода дождя в снег.

Малоградиентное поле повышенного давления обуславливает невыпас в 2...8 % дней. Над равнинной территорией Средней Азии устанавливается полоса повышенного давления, объединяющая сибирский антициклон с антициклоном над Европейской территорией России.

Малоподвижный циклон над Средней Азией вызывал невыпас овец в 4...6 % случаев. При этих процессах на севере Средней Азии развивается высокий или высотный стационарный циклон, охватывающий своей циркуляцией всю тропосферу. Наблюдается пасмурная холодная погода с частыми, но кратковременными осадками за вторичными холодными фронтами. На востоке Средней Азии, в предгорьях и горах на холодном фронте развивается волновая деятельность.

Заслуживают особого внимания синоптические процессы, обусловившие аномально холодную зиму 1968/1969 гг., когда произошел большой отход поголовья и снижение продуктивности каракулеводства. В среднем по всей территории пастбищ главной причиной невыпаса также оказались антициклонические ситуации. На их долю пришлось 47,6 % невыпасных дней (табл.6.17). Значительно меньше (23 %) повторяемость волновой деятельности на холодном фронте, 11...13 % невыпасных дней были вызваны северо-западными и северными холодными вторжениями и малоподвижным циклоном над Средней Азией.

Таблица 6.17

Повторяемость числа невыпасных дней (%), обусловленных определенным типом синоптических процессов, ноябрь–февраль 1968/1969 гг.

Тип процесса	1+2	5+6	7	8	9+9 а+9 б	12
Повторяемость	4,5	12,6	23,2	11,3	47,6	0,8

Типы синоптических процессов, при которых отмечались те или иные неблагоприятные для выпаса условия, представлены в табл. 6.18.

Таблица 6.18

Повторяемость синоптических процессов (%), обуславливающих метеорологические условия, вызывающие невыпас овец

Тип процесса	Метеорологические факторы										
	<i>t</i>	<i>v</i>	<i>tv</i>	<i>сн</i>	<i>tv+сн</i>	<i>гол</i>	<i>пб</i>	<i>мет</i>	<i>ос</i>	<i>тум</i>	<i>др.</i>
Север Кызылкума											
1+2	0,4		0,4	6,3	1,5	0,7					
5+6	2,2		3,7	7,5	2,2	2,2					0,7
7	1,1		1,8	3,3	2,2	1,5					
8	1,5		0,4	1,1	3,0						
9+9 а+9 б	4,8		4,1	20,7	7,4	3,3					0,7
10			1,1	6,7	1,5						
12	0,4			4,4		0,4					
13				0,4							
14				0,4							

Окончание табл. 6.18

Тип процесса	Метеорологические факторы										
	<i>t</i>	<i>v</i>	<i>tv</i>	<i>сн</i>	<i>tv+сн</i>	<i>гол</i>	<i>пб</i>	<i>мет</i>	<i>ос</i>	<i>тум</i>	<i>др.</i>
	Центр Кызылкума										
1+2		2,6	3,3	0,7	3,3	2,6	0,7				
5+6	0,7		4,6		0,7						
7			9,2		1,3	5,8				0,3	
8	2,7		1,3			2,0					
9+9 а+9 б	2,6	0,7	28,1	3,9	3,9	7,2				2,0	
10				0,7	3,3	0,7					0,7
12			0,7	2,6						0,7	
13										0,7	
	Восток Кызылкума										
1+2	0,5	0,5	0,5	5,0	6,8	2,7					
4					0,5						
5+6	1,4		3,7	0,5	4,1						0,5
7			4,1	2,7	4,6	1,4					
8	0,9			0,9	1,4	0,5					
9+9 а+9 б	4,6		7,8	12,0	20,2	1,4			0,5		0,5
10		0,5	0,9	1,4	2,3	0,5					0,5
12				0,9	1,4						
14			0,5		0,9						
	Нуратинский массив										
1+2		0,7		3,5	2,1		0,7		0,7		
5+6				9,7	0,7	0,7	0,7				
7				17,4						2,8	
8	2,1			2,1							
9+9 а+9 б				34,7	2,1	2,1				3,4	
10				2,8		0,7					0,7
12				4,1	4,1						
14				1,4							

Как было показано выше, наиболее часто причиной невыпаса являются температурно-ветровые условия при снежном покрове, сам снежный покров и температурно-ветровые условия как самостоятельный фактор. При этом невыпас из-за снежного покрова может отмечаться из-за его значительной высоты, неблагоприятных для выпаса сочетаний его высоты и плотности, а также из-за наличия в нем наста и ледяных прослоек.

Наибольшее влияние на проведение выпаса оказывает в неблагоприятные зимы антициклоническая ситуация, но действие ее различно в разных частях территории. В северных районах рассматриваемой территории при этих процессах невыпас в 21 % случаев отмечается из-за снежного покрова, 7 % – из-за температурно-ветровых условий при усугубляющем действии снежного покрова и 5 % – из-за низкой температуры воздуха. В районе Нуратинских гор невыпас овец был вызван снежным покровом при антициклонической ситуации в 35 %. В районе Аякагитминской впадины при этой ситуации в 28 % невыпас вызван температурно-ветровыми условиями, 7 % – гололедом. В районе Каракатинской впадины при различных вариантах периферии антициклона невыпас отмечается из-за температурно-ветровых условий при снежном покрове 20 %, из-за снежного покрова – 12 %, температурно-ветровых условий – 8 %.

Следующими по значимости в северных районах являются северо-западные и северные холодные, западные вторжения и выходы Южнокаспийских и Мургабских циклонов, которые обуславливают невыпас овец из-за снежного покрова в 6...8 % случаев каждый.

В центральном районе волновая деятельность на холодном фронте в 9 % случаев приводит к невыпасу из-за температурно-ветровых условий, 6 % – из-за гололеда, а северо-западные и северные холодные вторжения – 5% из-за температурно-ветровых условий.

В восточной части пустыни Кызылкум выходы южных циклонов приводят в 5 % к невыпасу из-за температурно-ветровых условий.

В районе Нураты невыпас из-за снежного покрова был обусловлен волновой деятельностью на холодном фронте (17 %) и северо-западными и северными холодными вторжениями (10 %). В остальных случаях повторяемость типов синоптических процессов составляет менее 5 %.

Таким образом, в зимний период продолжительность невыпаса каракульских овец на пастбищах Узбекистана чаще всего определяют антициклонические процессы – юго-западная, юго-восточная и южная периферии антициклона, приводящие к значительному снижению температуры воздуха и длительному залеганию снежного покрова. Зимы с преобладанием антициклонических ситуаций являются наиболее неблагоприятными для перезимовки каракульских овец в Узбекистане и приносят значительный ущерб каракулеводству республики.

Общей географической закономерностью распределения числа невыпасных дней зимой является увеличение к северу количества невыпасных дней. Так, в более теплых районах на юге Казахстана среднее число невыпасных дней для овцематок колеблется от 10 до 16, для молодняка – от 15 до 26, в более северных, холодных районах – соответственно, до 14 и 49 дней (Петрашин В.П., Пушняк М.К., 1979 а) [146]. Для тонкорунных овец невыпасные условия колеблются от 9 и 13 дней соответственно на юге территории до 50 и 57 – на севере (Петрашин В.П., Пушняк М.К., 1979 б) [147].

Перезимовка овец на пастбищах проводится и в других регионах бывшего Союза (Иванов И.Г., 1986) [82]. В Забайкалье, где районирована забайкальская тонкорунная порода овец, хорошо приспособленная к круглогодичному использованию естественных пастбищ этого района, средняя продолжительность пастбищной бескормицы составляет 16...22 дня для взрослых овец и 45...55 дней – для молодняка.

В Хакасии, где также разводятся тонкорунные овцы, в среднем многолетнем наблюдается 10...20 невыпасных дней для взрослого поголовья овец и 20...30 – для молодняка. Число дней с затрудненным выпасом животных, соответственно, составляет 3...14 и 10...17.

В Кыргызстане зимние пастбища располагаются на высотах 1500...3600 м над уровнем моря. Исключение составляют пастбища, расположенные на севере республики, высота которых составляет 300...350 м над уровнем моря. Средняя продолжительность пастбищной бескормицы на высокогорных пастбищах изменяется в очень широких пределах в зависимости от расположения пастбищ. Например, в долине Сусамыра среднее число невыпасных дней составляет для овцематок и молодняка до 100 и 107 дней соответственно, на пастбищах Нарынской области – 57 и 74, в Иссык-Кульской области колеблется от 4 до 17 для овцематок и достигает 21...32 дней для молодняка.

В Таджикистане мериносовые овцы выпасаются на зимних пастбищах Гиссарской долины, расположенных ниже 1000 м над уровнем моря. Среднее многолетнее число невыпасных дней для взрослого поголовья составляет 4...8, для молодняка – 7...10 дней.

В Туркменистане в среднем за зимний период по всей равнинной территории республики число невыпасных дней распределяется равномерно и равно 11...17. Выделяются только Северо-Западный Туркменистан, где число невыпасных дней увеличивается до 20, и в юго-восточной части республики – до 22 дней. Максимальное число невыпасных дней за зиму отмечается в западных областях северной подгорной равнины Копетдага и составляет в среднем 21...28 дней. Увеличение числа невыпасных дней в этом районе обусловлено в основном ветровым режимом. Наилучшие условия для зимнего выпаса овец отмечаются в юго-западной части республики, где в среднем за зиму бывает 4...8 невыпасных дней (Орловский Н.С., Волосюк З.И., 1974) [139].

Подсчет числа невыпасных дней позволяет ориентировочно оценивать, на сколько дней необходимо производить заготовку страховых запасов кормов. Федосеев А. П. (1953) [177] рекомендует производить их заготовку с таким расчетом, чтобы животные на невыпасные дни были обеспечены ими не менее чем в 7–8 годах из 10. Согласно этому, на Устюрте овцематки должны обеспечиваться кормами не менее чем на 37...48, молодняк – на 50...75 дней; на территории Кызылкума, соответственно, для овцематок и молодняка – на 10...29 и 15...37 дней, а в южных районах – на 4...6 и 6–7 дней. При расчете страховых запасов кормов важно учитывать, что питательность пастбищной растительности в зимний период очень низка, и животным потребуются дополнительная подкормка для поддержания хорошей упитанности.

6.2. Методика оценки и учета влияния погодных условий на проведение зимнего выпаса овец

Методика оценки и учета влияния погодных условий на проведение зимнего выпаса овец, единая для всех животноводческих районов с пастбищной системой ведения овцеводства была предложена Ивановым И.Г. (1975, 1978, 1986 а) [79–81]. При благоприятных погодных условиях овцы потребляют определенное количество подножного корма. Например,

взрослыми овцами породы казахская тонкорунная за день stravливается в среднем на голову 1,9 кг, а молодняком – 1,6 кг. Снижение в потреблении подножного корма овцами этой породы в безветренную погоду отмечается только при средних суточных температурах воздуха ниже -16 °С для взрослого поголовья овец и -12°С для молодняка. Следовательно, эти значения средних суточных температур воздуха можно принять за критические для овец породы казахская тонкорунная.

Рядом авторов отмечается, что при исследовании влияния на организм животного низких температур воздуха лучше всего пользоваться значениями минимальных температур воздуха, а при исследовании высоких – максимальными (Беркович Е.М., 1972 [38]; Иванов И.Г., 1978 [80]; Слоним А.Д., 1962 [162]).

Для овец горно-алтайской тонкорунной породы в безветренную погоду сокращения в продолжительности дневного выпаса взрослого поголовья овец и молодняка наблюдаются только при значениях минимальных температур воздуха ниже -32 и -29 °С соответственно. Эти значения можно считать нижним пределом термонеutralной зоны для молодняка и взрослого поголовья этой породы овец. Материалы по взвешиванию животных также подтверждают этот вывод: снижение в потреблении подножного корма всегда имеет место в дни с названной минимальной температурой воздуха. Для сравнимости материалов как для различных пород животных, так и для различных территорий вводятся безразмерные параметры.

Изменения в продолжительности дневного выпаса животных рассматривались как относительная величина $T_{\text{отн}}$:

$$T_{\text{отн}} = T_i / T, \quad (6.11)$$

где T_i – продолжительность выпаса животных при текущих погодных условиях; T – то же при оптимальных условиях.

Изменения в потреблении подножного корма рассматривались как изменения величин:

$$M_{\text{отн}} = M_i / M_{\text{max}}, \quad (6.12)$$

где M_i – потребление подножного корма при текущих погодных условиях, M_{max} – то же при оптимальных условиях.

Значение M_{max} не одинаково для овец различных пород и возрастных групп. Так, для овец каракульских пород, районированных на юге Казахстана, оно составляет 2,1 и 1,9 кг – для взрослого поголовья и молодняка соответственно, а для овец казахской тонкорунной породы – 1,9 и 1,6 кг, для овец горно-алтайской тонкорунной породы – 2,0 и 1,8 кг. При этом максимальное потребление подножного корма животными происходит только при оптимальных погодных условиях, при которых в течение всего дня обеспечен активный выпас животных. Из этого следует, что значения T и M_{max} равнозначны по знаку. Значения критических минимальных температур воздуха с продвижением на север понижаются, т. е. приспособляемость овец к низким температурам воздуха повышается.

Способность организмов существовать в разных температурных условиях получила в экологии название эвритермии. Эвритермные организмы (от гр. *eury* – широкий плюс *thermos* – теплый) – это организмы, способные переносить значительные колебания температуры внешней среды.

Эвритермными животными являются овцы и козы. В основе эвритермии лежит способность животного приспосабливаться к широкому изменению температурных условий благодаря чрезвычайно подвижной реакции обмена веществ – химической терморегуляции и *полипноэ*. Последнее в значительной степени определяется континентальным климатом (Слоним А.Д., 1952, 1961) [160, 161]. Значительные перепады температуры приводят к формированию соответствующих реакций терморегуляции, определяя тем самым локализацию термонейтральной зоны. Эти выводы были использованы при выявлении зависимости значений критических минимальных температур воздуха от степени континентальности климата.

В качестве этого показателя обычно используется годовая амплитуда температуры в форме процентов от максимальной или средней ее величины для конкретной широты:

$$\eta = (A/B) \cdot 100\%, \quad (6.13)$$

где $A = t_{VII} - t_I$ – годовая амплитуда температуры, B – максимальная амплитуда температуры.

Применяется также формула:

$$\eta = (A/0,33 \varphi) \cdot 100\%, \quad (6.14)$$

где A – годовая амплитуда температуры из средних месячных ее значений, φ – широта местности.

Рассмотренные показатели хорошо отражают общие закономерности в распределении климатов и совсем не отражают закономерностей такого климатического показателя, как продолжительность зимы, который хорошо согласуется с выносливостью животных по отношению к холоду. В этой связи для учета влияния континентальности климата на приспособленность овец различных пород к низким температурам предлагается показатель (η):

$$\eta = t_I / (t_I - t_{VII}) \quad (6.15)$$

где t_I – средний минимум температуры воздуха за январь, t_{VII} – средний минимум температуры воздуха за июль. Пределы изменения показателя η от 0 до 1, причем он характеризует как континентальность климата рассматриваемой территории, так и продолжительность холодного периода. При значениях (η), близких к 1, животные в течение всего года подвержены воздействию холодных погод, климат суров, безморозный период весьма короткий или совсем отсутствует. При значениях η , близких к 0, животные подвержены влиянию холодных погод в редких случаях, устойчивый снежный покров отсутствует, безморозный период – более 300 дней.

Зависимость значений критических минимальных температур воздуха для овец от η аппроксимируется уравнением (Иванов И.Г., 1986 а) [81]:

$$t_{кр} = t'_{кр} \eta^{1,1}, \quad (6.16)$$

где $t'_{кр}$ – критическая минимальная температура воздуха для животных, содержащихся в течение всего года в холодных условиях, т. е. при $\eta = 1$.

Значения $t_{кр}$ различны для животных различной упитанности и возраста и могут быть сняты с графика на рис. 6.16 как предельные значения $t_{кр}$.

Благодаря использованию показателя η при расчетах значений критических минимальных температур для овец различных возрастных групп, пород и упитанности стало возможным определять приспособленность организма животных к холоду в различных животноводческих районах страны, а также отпала необходимость в учете высоты расположения пастбищ над уровнем моря, так как последняя косвенно учитывается через амплитуду температур.

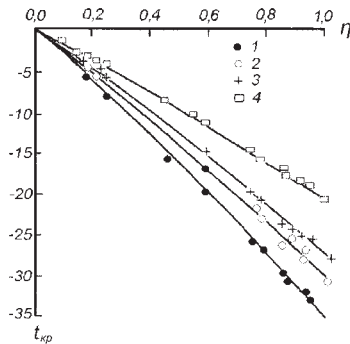


Рис 6.16. Зависимость выносливости овец различной упитанности и возраста по отношению к холоду от степени континентальности климата: 1 – взрослые, упитанность средняя; 2 – взрослые, упитанность ниже средней; 3 – молодняк, упитанность средняя; 4 – молодняк, упитанность ниже средней

При расчете значений $t_{кр}$ по уравнению (6.16) учитываются климатические условия и упитанность животных, а такой фактор, как длина волокон шерстного покрова, не учитывается. Между тем скорость роста волокон в ширину и длину в течение зимы неодинакова и достигает своего максимума в феврале-марте (0,7...1,0 см в месяц). Увеличение длины волокон шерстного покрова способствует уменьшению теплопотерь организма животного и, следовательно, увеличивает его выносливость по отношению к холоду (Mount L.E., Brown D., 1982) [213]. Однако учесть все это при выполнении данного исследования не представилось возможным из-за отсутствия таких материалов по основным животноводческим районам страны. Необходимые сведения имелись только для овец горно-алтайской тонкорунной породы овец.

Анализ этого материала показывает, что удлинение волокон шерстного покрова на 1 см увеличивает выносливость животных к холоду на 1°С. Эту зависимость можно аппроксимировать уравнением вида:

$$\Delta t_{кр} = 5(l_i - l_x) / (l_{III} - L_x)_{max} \quad (6.17)$$

где l_i – длина волокон шерстного покрова в i -й месяц зимы, l_x – длина волокон шерстного покрова в октябре, l_{III} – длина волокон шерстного покрова в марте, $(l_{III} - L_x)_{max}$ – максимально возможное удлинение волокон шерстного покрова за зимний период.

Коэффициент, стоящий перед дробью в уравнении (6.17), показывает, что выносливость овец горно-алтайской тонкорунной породы к холоду увеличивается к концу зимы на 5 °С из-за удлинения волокон шерстного покрова. Для овец других породных групп, возможно, будет иное его значение.

Таким образом, уравнение (6.16) для территории Горного Алтая имеет вид:

$$t_{кр} = t'_{кр} \eta^{l,l} - \Delta t_{кр}. \quad (6.18)$$

Таким оно должно быть и для других животноводческих районов страны; уточнению подлежит только коэффициент, характеризующий предельную выносливость животных к холоду.

Теперь, несмотря на этот недостаток уравнения (6.16), становится возможным с его помощью получить значения $t_{кр}$ и оценивать влияние холода на организм животного (по величине отклонений стрессовых значений температуры воздуха от критической) во всех животноводческих районах страны, но только для условий безветренной погоды.

Наличие ветра при отрицательных температурах воздуха всегда увеличивает теплопродукцию организма, что связано с повышенной потерей тепла телом животного. Сказанное в равной степени относится и к осадкам, в особенности к жидким, выпадающим в момент выпаса животного на пастбище. Наличие хотя бы одного из этих факторов сдвигает значения $t_{кр}$ в сторону более высоких значений. Следовательно, оптимальное количество осадков и оптимальная скорость ветра равны нулевым значениям, и поэтому любые их значения необходимо рассматривать как отклонения от оптимума.

Вторым климатическим фактором, оказывающим большое влияние на приспособляемость овец к условиям внешней среды, является

снежный покров. Различные породы овец к добыванию подножного корма из-под снега приспособлены неодинаково. Поэтому высота и плотность снежного покрова, оказывающие значительное влияние на обеспечение животных подножным кормом, содержащихся исключительно на пастбищах, являются важными характеристиками, которые в совокупности с высотой сухостоя пастбищных трав определяют существование самой пастбищной системы ведения животноводства.

Оценке доступности подножного корма из-под снега для овец на пастбищах Казахстана посвящена работа Могилевой А.М. (1959) [124]. В качестве критерия доступности здесь использовалось отношение h/H , где h – высота снега, а H – высота сухостоя пастбищных трав.

Считается, что при $h/H \leq 1/3$ выпас животных проходит беспрепятственно, при $h/H = 1/2$ выпас животных затруднен, так как на добычу корма затрачивается большое количество энергии, при $h/H \geq 2/3$ травостой мало доступен или совсем не доступен для выпаса животных.

В экспедиционных условиях (Иванов И.Г., 1986 а) [81] были проведены тщательные наблюдения за поведением овец, за потреблением ими подножного корма в светлую часть суток зимой. Анализ материалов позволил выявить верхние значения высоты и плотности снежного покрова, при которых животные еще удовлетворяют свою суточную потребность в корме (2,0 кг) за счет сухостоя пастбищных растений, т. е. определить критические значения этих характеристик снежного покрова.

Установлено, что на потреблении подножного корма животными не сказываются значения плотности снега от 0,08 до 0,25 г/см³, повышение его плотности от 0,26 до 0,35 г/см³ сильно затрудняет выпас овец, которые не добирают своей среднесуточной нормы в кормах (табл. 6.19).

Таблица 6.19

Влияние плотности снежного покрова на потребление подножного корма (кг) при выпасе овец на зимних пастбищах Казахстана (по Иванову И.Г., 1986 а)

Возраст животных	Плотность снежного покрова, г/см ³										
	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35
Взрослые	2,00	1,66	1,40	1,18	1,00	0,82	0,67	0,53	0,40	0,30	0,20
Молодняк	1,80	1,36	1,04	0,80	0,63	0,47	0,36	0,27	0,18	–	–

При значениях плотности снежного покрова более $0,33... 0,35 \text{ г/см}^3$ выпас, соответственно, взрослого поголовья овец и молодняка практически невозможен из-за недоступности подножного корма из-под снега, сильного ранения и даже переломов конечностей.

Значения критической высоты снежного покрова при его плотности $\leq 0,25 \text{ г/см}^3$ менее зависят от высоты имеющегося сухостоя поедаемых пастбищных растений. На рис. 6.17 представлена эта зависимость для различных регионов овцеводства России и других стран СНГ.

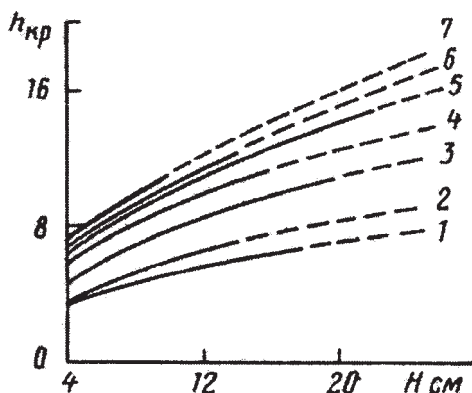


Рис. 6.17. Зависимость критической высоты снежного покрова от высоты сухостоя пастбищных растений $h_{кр}$: 1 – Таджикская ССР, $h_{кр} = 1,6$; 2 – Киргизская ССР, $h_{кр} = 1,8$; 3 – Азербайджанская ССР, $h_{кр} = 2,4$; 4 – Казахская ССР, $h_{кр} = 2,8$; 5 – Казахская ССР, $h_{кр} = 3,2$; 6 – Горно-Алтайская а.о., $h_{кр} = 3,4$; 7 – Забайкалье, $h_{кр} = 3,6$

Математическое выражение этой зависимости аппроксимируется уравнением вида:

$$h_{кр} = b \sqrt{H}, \quad (6.19)$$

где $h_{кр}$ – критическая высота снежного покрова при данной высоте сухостоя пастбищных трав; H – высота сухостоя пастбищных трав; b – эмпирический коэффициент, учитывающий географическое положение пастбищ. Различия в значениях эмпирического коэффициента b обусловлены, по-видимому, высотой сухостоя поедаемых пастбищных растений, которая, например, в средние по урожайности годы составляет на большинстве

попынно-солянковых пастбищ 20...25 см, а на пастбищах Горного Алтая, где преобладает злаковая растительность, – всего 10...15 см. Все это можно объяснить условиями влагообеспеченности растений, которые отличаются значительной пестротой по различным природным и высотным зонам. В табл. 6.20 приведены расчетные значения критической высоты снежного покрова для основных животноводческих районов некоторых стран СНГ.

Таблица 6.20

Примеры критических значений высоты снежного покрова при плотности снега 0,25 г/см³ при различной высоте травостоя (по Иванову И.Г., 1986 а)

Страна, регион, пункт	Высота травостоя, см					
	3	5	10	15	20	25
Казахстан, Джезказган	6	7	10	12	14	16
Казахстан, Чимкент	5	6	9	11	13	14
Туркменистан, Центральные Каракумы	3	4	6	7	8	9
Узбекистан, Центральный Кызылкум	5	6	8	10	12	13
Россия, Алтай, Кош-Агач	6	8	11	13	15	17
Россия, Дагестан, Кизляр	5	6	9	11	13	14
Россия, Калмыкия, Элиста	6	7	10	12	14	16
Россия, Тыва, Кызыл	6	8	11	14	16	18

Зависимость значений коэффициента b от показателей увлажнения (M) представлена на рис. 6.18, однако носит она локальный характер, так как выявлена для территории Казахстана, а не для всех животноводческих районов страны с пастбищной системой ведения овцеводства. Получить же данную зависимость удалось при использовании такого фактора, как широта местности. Благодаря этой зависимости становится возможным определять значения коэффициента b для новых пастбищных районов страны без проведения длительных экспедиционных исследований.

Исходя из того, что исследуемые животноводческие районы располагаются в основном между 35 и 55° с. ш. и коэффициент b является безразмерной величиной, возникла необходимость использовать не сами значения широты (φ), а выразить их через относительные величины ($\varphi_{\text{отн}}$):

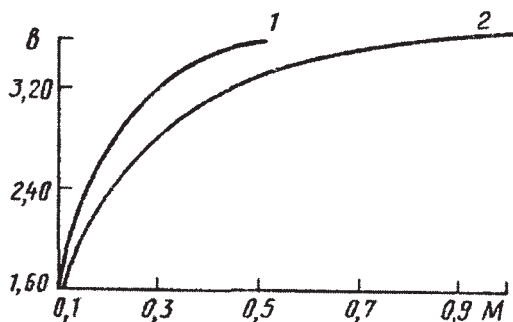


Рис. 6.18. Зависимость коэффициентов b в уравнении (6.19) от показателя увлажнения M : 1 – по А.П. Федосееву, $M = (Bb + P) / \sum d$; 2 – по Д.И. Шашко, $M = P/0,45 \sum d$

$$\varphi_{\text{отн}} = (\varphi - 35^\circ) / (\varphi - 35^\circ)_{\text{max}}, \quad (6.20)$$

где $(\varphi - 35^\circ)_{\text{max}} = (55^\circ - 35^\circ) = 20^\circ$. Пределы изменения $\varphi_{\text{отн}}$ – от 0 до 1.

Зависимость значений коэффициента (b) от широты местности, аппроксимируется выражением:

$$b = 4,0 \varphi_{\text{отн}}^{0,45}. \quad (6.21)$$

Параметры этого уравнения обеспечивают минимальную сумму квадратов отклонений: $\sigma^2 = 0,012$.

Отклонения расчетных значений коэффициента b , полученных с помощью уравнения (6.19), от его эмпирических значений показывают удовлетворительную согласованность (табл. 6.21).

На этом основании для расчета критических значений высоты снежного покрова на пастбищах основных животноводческих районов страны предложено уравнение:

$$h_{\text{кр}} = 4,0 \sqrt{H} [(\varphi - 35^\circ) / (\varphi - 35^\circ)_{\text{max}}]^{0,45}. \quad (6.22)$$

Уравнение (6.22) справедливо только при плотности снежного покрова, равной $0,25 \text{ г/см}^3$ и менее, т. е. только при оптимальных значениях плотности снежного покрова. Превышающие значения

Таблица 6.21

Значения коэффициента b по основным животноводческим регионам (по Иванову И.Г., 1986 а) [81]

Республика, край	Метеостанция	b		Отклонение, %
		эмпирическое	расчетное	
Казахстан	Чимкент	2,80	2,78	0,7
Азербайджан	Джейрангель- ская степь	2,40	2,44	1,7
Кыргызстан	Акса́й	2,44	2,49	2,0
РФ, Алтайский край	Кошагач	3,40	3,52	3,5
РФ, Забайкалье	Чита	3,60	3, 52	2,2

величину $0,25 \text{ г/см}^3$ рассматриваются как отклонение от оптимума. Таким образом, полученные уравнения (6.16) и (6.22) позволяют определить приспособленность овец к таким климатическим факторам, как наличие низких температур воздуха и снежного покрова в период выпаса животных.

Критические значения минимальной температуры воздуха, высоты и плотности снежного покрова дают возможность разделить условия выпаса для овец на две группы – оптимальные и стрессовые. При оптимальных условиях обеспечивается максимальная эффективность использования пастбищных кормов животными, при стрессовых условиях наблюдается недостаточное поступление питательных веществ в организм, животные худеют, происходит снижение их продуктивности.

Методика оценки и учета влияния погодных условий на проведение зимнего выпаса должна разрабатываться для основных животноводческих районов с использованием метеорологических факторов, значения которых превышают критические.

На территории казахстанских пустынь – Муюнкумы и Бетпакдала, представляющих собой естественный природный комплекс, сотрудниками КазНИГМИ были проведены зоометеорологические исследования. Часть результатов этой работы касалась изучения влияния зимних условий на состояние и продуктивность выпасающихся овец тонкорунной породы (Бедарев С.А., Петрашин В.П., Пушняк М.К.,

1978) [36]. Авторы вели ежедневную оценку поедаемости различных частей зимней растительности в зависимости от складывающихся зоометеорологических условий. Из всего комплекса погодных условий было выделено три основных типа зоометеорологических условий: благоприятные, умеренно-благоприятные и умеренно-неблагоприятные, на фоне которых определен примерный процент поедаемых растений общего пастбищного рациона. На рис. 6.19 выделены кривыми три зоны, которые соответствуют названным типам зоометеорологических условий.

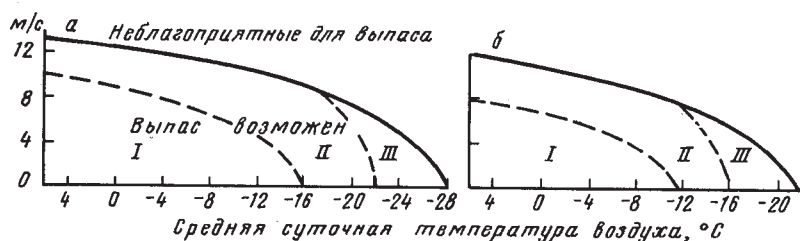


Рис. 6.19. Зоны, характеризующие погодные условия выпаса овец при высоте снежного покрова 9...14 см и плотности до 0,25 г/см²: а – овцематки, б – молодняк

I зона – благоприятные условия для зимнего выпаса. Овцематки и молодняк поедали наиболее ценные в кормовом отношении части пастбищных растений – побеги осеннего отрастания у житняка и другие побеги, побеги первого года жизни у прутняка и полыни – примерно на 25 % каждого растения.

II зона – умеренно-благоприятные условия. Животные в первую очередь хорошо поедали побеги осеннего отрастания житняка, прутняка и полыни по 5 %. Остальные части этих растений составляли в районе 20...25 %. Зеленые побеги эфедры и полыни метельчатой – в среднем по 10 % каждой.

III зона – умеренно-неблагоприятные условия. Овцы поедали только те части растений, которые находились над поверхностью снежного покрова, в основном это побеги эфедры и полыни метельчатой (по 70 и 30 % соответственно).

Путем ежедневного взвешивания животных было установлено, что за полный выпасной день в I и II зонах зоометеорологических

условий овцематки съедали 1,9 кг пастбищного корма, а молодняк в возрасте 8...10 месяцев – 1,6 кг. В условиях III зоны, когда выпас проходил затруднительно, овцематки в среднем за 9 часов выпаса съедали 0,76 кг, а молодняк – 0,5 кг пастбищного корма. Вследствие недоедания у животных отмечались значительные потери живой массы: у молодняка от 60 до 400 г в сутки при средних суточных температурах воздуха от -7,4 до -27,3 °С, у овцематок потери суточной живой массы варьировали от 200 до 340 г при средних суточных температурах воздуха от -24,7 до -28,4 °С. Эти и другие экспериментальные материалы положены в основу разработки зимних зоотехнических норм подкормок, составляющих для тонкорунных овец от 50 до 60 % требуемой нормы, как в кормовых единицах, так и по перевариваемому протеину (Ермеков М.А. и др., 1972) [72].

Метели, поземки и пыльные бури (при отсутствии снежного покрова), а также сильные туманы и осадки обычно вызывают прекращение выпаса овец в связи с потерей ориентации, животные скучиваются и прекращают выпас.

Комплекс погодных условий определяет не только возможность зимнего выпаса овец, но и влияет на поедаемость пастбищных растений. В зависимости от температуры воздуха и высоты снежного покрова животные поедают различные части пастбищных растений, в основном верхние части однолетних побегов и колоски, т.е. те части, которые оказываются над снежным покровом, поскольку овцы не способны разгребать снег и добывать себе корм, находящийся под снегом. За зимние сутки в среднем разновозрастные овцы съедают растительную массу от 1,6 до 1,9 кг, что составляет удовлетворение животных в корме всего на 82... 97 % в пересчете на кормовые единицы⁴, при неблагоприятных условиях, когда выпас затруднен, – всего 0,4...0,6 кг сухой пастбищной массы.

В условиях Туркменистана (в основном пустыня Каракумы) относительная мягкость и малоснежность зимнего периода благоприятствуют зимнему выпасу овец, коз, верблюдов и ослов. Число дней со снежным покровом составляет по территории пустыни от 5 до 21, а его средняя высота составляет 4...5 см; в отдельные, весьма редкие годы высота

⁴ Единица измерения и сравнения общей питательности кормов. В странах СНГ за кормовую единицу принята питательная ценность 1 кг сухого среднего качества овса. Питательная ценность 1 кормовой единицы определяется по жиरोотложению – 150 г жира у крупного рогатого скота, или 1414 ккал (5,9 МДж).

снега достигала 20 и даже 68 см (Балакирев Е.К., 1972) [32]. По наблюдениям специалистов, в этой пустыне овцы прекращают выпас при высоте снежного покрова 5 см и более, и такой день считается у животноводов невыпасным. Правда, на пастбищах с преобладанием полукустарниковых и кустарниковых форм растений выпас возможен, поскольку животные поедают их однолетние побеги, возвышающиеся над снегом.

В 70-е гг. прошлого столетия в Казахстане на материалах экспедиционных наблюдений и измерений были получены эмпирические связи, позволяющие проводить расчеты критической температуры воздуха, при которой на зимних пастбищах овцы прекращают выпас. Например, для каракульской породы овец были предложены следующие расчетные формулы (Петрашин В.П., Пушняк М.К., 1979 а) [146]:

для овцематок:

$$T_{кр} = (0,15 + 0,3 h) V^2 - 31 - 33 \lg [1 + 14 \lg (1 - 2,15 d) h]; \quad (6.23)$$

для молодняка:

$$T_{кр} = (0,15 + 0,3 h) V^2 - 23 - 33 \lg [1 + 14 \lg (1 - 2,15 d) h], \quad (6.24)$$

где $T_{кр}$ – критическая температура воздуха, °С; V – скорость ветра, м/с; h – высота снежного покрова, см; d – плотность снега, г/см³.

За критическую температуру приняты значения, разделяющие погодные условия на выпасные и невыпасные дни, применительно к различным породам и возрастным группам животных. Если средняя суточная температура воздуха при определенных значениях скорости ветра, высоты и плотности снега оказывается выше критической температуры, то погодные условия считаются выпасными, если ниже – невыпасными. При определении числа невыпасных дней за декаду рассчитывается коэффициент K по формуле:

$$K = 0,5 + (T_{ср. дек.} - T_{кр.}) / DT_{ср. дек.}, \quad (6.25)$$

где D – амплитуда средней суточной декадной температуры воздуха, °С.

Число невыпасных дней U в декаде определяется путем умножения K на число дней в декаде (10, 11 или 8):

$$U = 10 K, \quad (6.26)$$

где значения безразмерного коэффициента K изменяются от 0 до 1.

6.3. Метод специализированного прогноза условий выпаса овец

Метод составления специализированного прогноза на период 3...5 суток ожидаемых условий выпаса овец на пастбищах Казахстана был предложен Петрашиным В.П., Ивановым И.Г., Андрусенко К. Л., Пушняк М. К., (1986) [148]. Разработка этого метода стала возможной благодаря разработанным в КазНИИ биометеорологическим критериям, с помощью которых можно производить оценку влияния погодных условий на проведение зимнего выпаса овец, учитывая при этом и состояние снежного покрова через его высоту и плотность.

В синоптических прогнозах погоды на период 3...5 суток для районов пастбищного животноводства содержатся данные об уровнях ожидаемых температур воздуха и скорости ветра в начале, конце и в середине прогнозируемого периода, причем эти уровни заданы с интервалами в 5° по температуре воздуха и в 5 м/с – по шкале скорости ветра. Сведения об осадках и других атмосферных явлениях носят качественный характер. Для того, чтобы оценить ожидаемые погодные условия по степени благоприятности проведения зимнего выпаса овец по биометеорологическим критериям, необходимо рассчитать средние величины интервалов прогнозируемых уровней температуры воздуха и скорости ветра. Величину средней скорости прогнозируемого ветра следует брать с коэффициентом 0,3.

Последовательность выполнения операций при составлении специализированного прогноза ожидаемых условий выпаса овец на период 3...5 суток по районам отгона Казахстана представлена на рис. 6.20.

В связи с тем, что данные о плотности снежного покрова с сети станций поступают один раз в декаду, а специализированные прогнозы могут составляться в любой день, возникает необходимость в интерпретации данных о характеристике плотности снежного покрова, поступающей ежедневно с информацией «отгон», в числовые значения плотности. На многолетнем материале было установлено следующее соответствие: снег рыхлый – $0,20 \text{ г/см}^3$; снег плотный – $0,27 \text{ г/см}^3$; снег смерзшийся – $0,29 \text{ г/см}^3$; снежная корка (наст) – $0,27 \text{ г/см}^3$. Математические выражения биометеорологических критериев, заложенных в программу расчетов, представляют собой уравнения, описывающие соответствующие кривые. С их помощью определяется значение критической температуры

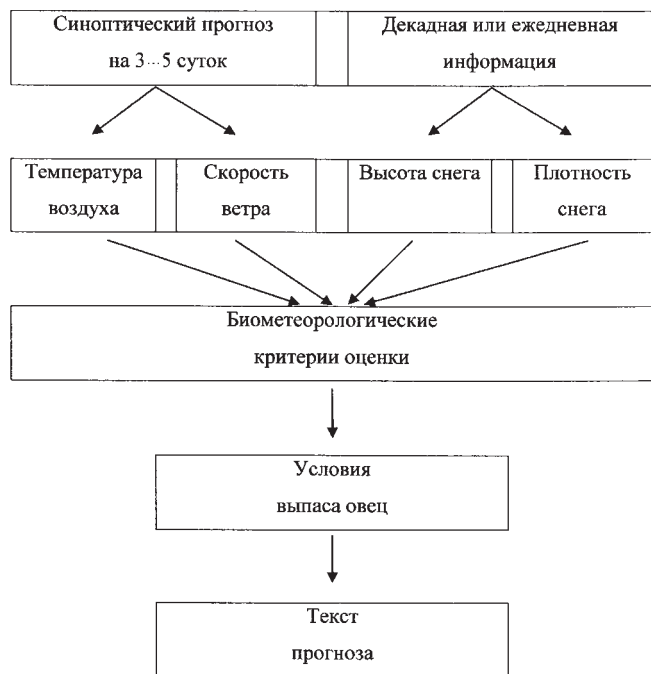


Рис. 6.20. Схема составления специализированного прогноза ожидаемых условий выпаса овец на период 3...5 дней

при данном сочетании четырех метеорологических факторов, которое в последующем сравнивается с прогнозируемыми максимальной, минимальной и средней суточной температурами воздуха.

В тех случаях, когда полученное значение критической температуры выше прогнозируемой максимальной, ожидаемые условия выпаса овец классифицируются как неблагоприятные (невыпас). Такими же будут ожидаемые погодные условия, если значения расчетной критической температуры окажутся ниже прогнозируемой максимальной и выше прогнозируемой средней суточной.

При значениях критической температуры ниже прогнозируемой средней суточной и выше минимальной ожидаемые погодные условия классифицируются как удовлетворительные, при которых выпас животных затруднен.

Ожидаемые погодные условия будут благоприятными для выпаса овец только в тех случаях, когда величина расчетной критической температуры будет ниже прогнозируемой минимальной.

Полученные математические выражения биометеорологических критериев для различных возрастных групп и пород животных различны. Для взрослых овец тонкорунных и полутонкорунных пород получено два уравнения для расчета значений критической температуры ($T_{кр}$), которые имеют вид:

$$T_{кр} = (0,15 + 0,3 h) V^2 - 31 - 80 \lg [1 + 7h \lg (1 - 2,15d)], \quad (6.27)$$

$$T_{кр} = (0,15 + 0,3 h) V^2 - 31 - 90 \lg [1 + 7h \lg (1 - 2,15d)], \quad (6.28)$$

где h – высота снежного покрова, м; d – плотность снежного покрова, г/см³; V – скорость ветра, м/с.

Уравнение (6.27) используется ЭВМ в тех случаях, когда выполняются условия $0 \leq h \leq 0,26$; $0,10 \leq d \leq 0,25$; $0 \leq V \leq 17$, а уравнение (6.28) – если выполняются условия $0 \leq h \leq 0,15$; $0,26 \leq d \leq 0,35$; $0 \leq V \leq 14$.

Расчет критической температуры для взрослых овец и молодняка каракульских пород производится по уравнениям:

$$T_{кр} = (0,15 + 0,7 h) V^2 - 27 - 50 \lg [1 + 7 h \lg (1 - 2,15 d)], \quad (6.29)$$

$$T_{кр} = (0,15 + 0,7 h) V^2 - 27 - 100 \lg [1 + 7 h \lg (1 - 2,15 d)]. \quad (6.30)$$

Уравнение (6.29) используется для расчета величины критической температуры, если $0 \leq h \leq 0,23$; $0,10 \leq d \leq 0,25$; $0 \leq V \leq 17$, а уравнение (6.30) – если $0 \leq h \leq 0,15$; $0,26 \leq d \leq 0,35$; $0 \leq V \leq 14$.

Для молодняка каракульских, тонкорунных и полутонкорунных пород было выявлено также по два уравнения для расчета критических значений температуры.

Расчет критической температуры для молодняка тонкорунных и полутонкорунных пород производится по уравнению (6.31), если $0 \leq h \leq 0,23$; $0,10 \leq d \leq 0,25$; $0 \leq V \leq 14$; и по уравнению (6.32) – если $0 \leq h \leq 0,12$; $0,26 \leq d \leq 0,33$; $0 \leq V \leq 12$:

$$T_{кр} = (0,15 + 0,3 h) V^2 - 23 - 80 \lg [1 + 7h \lg (1 - 2,15d)], \quad (6.31)$$

$$T_{кр} = (0,15 + 0,3 h) V^2 - 23 - 90 \lg [1 + 7h \lg (1 - 2,15d)]. \quad (6.32)$$

Для расчета критических значений температуры для молодняка овец каракульских пород в программу заложены уравнения:

$$T_{кр} = (0,15 + 0,7 h) V^2 - 22 - 50 \lg [1 + 7h \lg (1 - 2,15d)], \quad (6.33)$$

$$T_{кр} = (0,15 + 0,7 h) V^2 - 22 - 100 \lg [1 + 7h \lg (1 - 2,15d)]. \quad (6.34)$$

Реализация уравнения (6.33) производится в тех случаях, когда выполняются следующие условия: $0 \leq h \leq 0,21$; $0,10 \leq d \leq 0,25$; $0 \leq V \leq 14$, а уравнение (6.34) – если $0 \leq h \leq 0,12$; $0,26 \leq d \leq 0,33$; $0 \leq V \leq 12$.

Проверка на многолетнем материале данной методики (по ежедневной информации «отгон») показала хорошее соответствие между расчетными и фактическими условиями выпаса животных; относительная погрешность расчетов составляла 15...20 %.

Производственные испытания методики составления специализированного на этот период прогноза ожидаемых условий выпаса овец (на 3...5 суток) в течение четырех зим (1980–1983 гг.) по югу и юго-востоку Казахстана показали высокую его общую оправдываемость, что дает возможность с достаточной точностью предупреждать потребителя о приближающихся неблагоприятных для выпаса овец погодных условиях. Они также показали, что в «средние» и суровые зимы прогнозы с неблагоприятными погодными условиями имеют достаточно высокую степень оправдываемости.

Зооклиматическая оценка территории применительно к пастбищному животноводству (и в первую очередь к овцеводству) должна проводиться с целью определения длительности зимней пастбищной бескормицы, обусловленной неблагоприятными для животных погодными условиями, а также обоснованно определять и создавать необходимый животным страховой запас кормов на весь невыпасной период. Для этого необходимо располагать данными многолетних полевых зоометеорологических наблюдений за состоянием животных в различных условиях их выпаса.

Подсчет числа невыпасных дней позволяет ориентировочно оценивать, на сколько дней необходимо производить заготовку страховых запасов кормов.

Существуют определенные нормы кормления различных половозрастных групп каракульских овец (Кедрова С.И., 1969) [92]. Согласно этим нормам, суягным овцематкам ежедневно требуется 3,12 кг воздушно-сухой поедаемой массы корма, а молодняку – 2,46 кг. В связи с большой изменчивостью неблагоприятных погодных условий, вызывающих невыпас овец во времени и пространстве, на основе ежегодных материалов определена вероятность, с которой в том или ином районе пастбищной территории отмечается определенное количество невыпасных дней. Обеспеченность их для овцематок и молодняка представлена в табл. 6.22.

Из этой таблицы видно, что число невыпасных дней, близкое к среднему многолетнему значению, наблюдается в 4...5 зимах из 10. Если расчет количества страховых запасов кормов производить из среднего числа дней, то их будет достаточно только на наиболее благоприятные зимы. В то же время в 5...6 годах из 10, когда погодные условия препятствуют выпасу в течение большего количества дней, таких запасов не хватит для обеспечения поголовья. В связи с этим рекомендуется производить заготовку кормов с таким расчетом, чтобы животные были обеспечены ими на время невыпаса не менее чем в 7...8 годах из 10 (Орловский Н.С., Волосюк З.И., 1974 [139]; Чекерес А.И. 1973 [192]; Федосеев А. П., 1959 [178]).

Для овцематок в 20 % зим ЧНД в северных районах может превышать 19...20 дней, в восточных – 12...15, в центральных и западных районах – 10, а на крайнем юге – 5 дней. Для молодняка два раза в 10 лет в северных районах ЧНД превышает 27...30, в восточных – 22, в центральных, западных районах, в районе Нуратинских гор – 15, а на юге территории – 6 дней. Эти данные позволяют рассчитать то количество страховых запасов кормов, которое необходимо для овец в различных районах пастбищной территории на период невыпаса из расчета обеспечения животных кормами в 7...8 зимах из 10 в Кызылкуме (табл. 6.23).

Таблица 6.22
Число невыпасных дней для овцематок и молодняка за зиму различной обеспеченности
(1951–2004 гг.)

Районы Кызылкума		Обеспеченность, %						Среднее
		10	20	40	50	80	90	
Овцематки								
Северный	25,0–29,0	19,0–22,0	13,0–15,0	10,5–12,0	5,0–5,5	3,0–3,7	14,7–11,8	
Западный	16,0	10,0	6,5	5,5	2,5	1,2	4,1	
Центральный	14,0	10,5	7,5	6,5	3,5	2,0	5,8	
Восточный	19,0–22,0	14,0–15,0	10,0–10,5	8,5–9,0	4,0	2,5	9,6–8,0	
Юго-западный	11,5	8,5	5,5	4,0	1,5	0,8	5,1	
Южный	7,0	5,0	3,0	2,3	1,0	0,5	2,4	
Молодняк								
Северный	32,0–42,0	27,0–33,0	19,5–23,5	16,5–20,0	8,0	5,0–4,5	20,9–16,7	
Западный	19,0	15,0	10,5	9,0	4,0	2,5	7,8	
Центральный	17,5	14,5	10,5	9,0	4,0	2,5	7,9	
Восточный	28,0	22,0	14,0–15,5	11,5–13,5	5,5–7,0	3,5–4,0	13,0–14,1	
Юго-западный	17,0	14,0	9,5	8,0	3,5	2,0	8,6	
Южный	7,5	5,5	3,5	2,8	1,0	0,5	2,9	

Таблица 6.23

**Потребность в кормах каракульских овец на период невыпаса
зимой (в кг воздушно-сухой массы на голову)**

Районы Кызылкума	Количество кормов	
	Овцематки	Молодняк
Северный	55...65	65...70
Западный	30	35
Центральный	30	35
Восточный	40...45	50
Юго-западный	25	35
Южный	15	13

Из таблицы видно, что в северных районах Кызылкума для перезимовки каракульских овец требуется более 50 кг воздушно-сухой массы страховых запасов кормов на голову. Примерно такое же количество необходимо для молодняка в восточных районах пастбищной территории. На большей части пастбищ страховой запас должен составлять 30...40 кг кормов. И только на юге территории на невыпасные дни достаточно 13...15 кг кормов на одну голову.

Приведенные материалы показывают разнообразие условий выпаса животных в зимний период на естественных пастбищах в различных животноводческих районах.

Для достижения высокой продуктивности пастбищного животноводства и исключения отхода поголовья при пастбищном содержании во время перезимовки необходим учет влияния неблагоприятных и опасных для организма животных метеорологических условий. Поголовье должно быть обеспечено необходимым количеством страховых запасов кормов для восполнения недополученных питательных веществ с пастбищ в период невыпаса. При необходимости должен проводиться перевод их на стойловое содержание.

ГЛАВА 7

ЗООКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВЕСЕННЕГО ПЕРИОДА, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОВЕЦ И ПРОВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

7.1. Зооклиматические условия выпаса в период окота

В пастбищном животноводстве весенний период характеризуется тем, что выпасающееся поголовье переходит от зимней кормовой депрессии, когда в пастбищных кормах содержится минимальное количество питательных веществ, отсутствуют витамины, к питанию сочной, содержащей большое количество питательных веществ, вегетирующей пастбищной растительности.

В каракулеводстве республик Средней Азии и Казахстана переходный период от зимы к началу весны является для животных наиболее тяжелым, особенно для суягных маток, которые плохо поедают грубые прошлогодние корма из-за их низкой питательности, а зеленый покров на пастбищах еще не сформировался. Погода этого периода неустойчива, сопровождается внезапными похолоданиями, заморозками, снегопадами. Это приводит в конце зимы к значительной потере упитанности, которая в благоприятные годы составляет 10...14 % массы овец, а в неблагоприятные зимы достигает 25...31 %.

В ранневесенний период первое появление зеленой травы, как правило, заставляет овец отказаться от зимнего сухого корма. В поисках зеленой травы они проходят большие расстояния и не наедаются, так как ее еще мало. В этом случае чабанам приходится регулировать выпас и ограничивать передвижение животных, удерживая их на участках, имеющих большие запасы кормов. Однако в целом весенний период является наиболее благоприятным временем для выпасающегося поголовья как в отношении климатических условий, так и по обеспечению их подножными кормами. Этот период отличается активным развитием пастбищной растительности (Грингоф И.Г., 1967) [61] и др.

Средние многолетние сроки начала выпаса овец по зеленому травостою в южных регионах республик Средней Азии и Казахстана начинаются с третьей декады февраля по март включительно, а в северных районах этой зоны они смещаются на апрель и даже первую декаду мая.

По материалам многолетних наблюдений установлено, что первое стравливание пастбищ весной целесообразно начинать при достижении основными пастбищными растениями следующей высоты: в пустынной и полупустынной зонах – 5 (8...10) см, в степной зоне – 10...15 см, в лесной зоне – 12...20 см (Ларин И.В., 1956) [118]. Для обеспечения последующего возобновления растительности (отавы) первоначальное стравливание растений не должно превышать 30 % от ее общей массы. В степных районах допускается первичное стравливание весеннего травостоя не более чем на 40...50 %, поскольку чрезмерные потравы весной приводят к значительному недобору урожая кормовых угодий в период его максимального формирования (Евсеев В.И., 1954) [69]. По данным Федосеева А.П. (1964) [179], начало весеннего подтравливания пастбищной растительности в пустынях и полупустынях Казахстана начинается в сроки, когда суммы средних суточных температур воздуха составляют 115 °С. При этом отсчет проводится со дня схода снежного покрова в северной части пустынь (апрель) и от даты устойчивого перехода этой температуры через 0 °С – в южных районах в первую половину марта.

На юге пустыни Кызылкум такие условия складываются во 2...3-й декадах февраля – в 1-й декаде марта; на севере пустыни и на Устюрте – в 3-й декаде марта – в 1-й декаде апреля, когда и отмечается фактический выход поголовья на пастбища. Основные пастбищные растения в силу своих биологических особенностей роста и развития приступают к возобновлению вегетации не одновременно, а при наступлении необходимых условий – прогрева верхних горизонтов влажной почвы. Например, в Талды-Курганской области Казахстана, по данным Коробовой Е.Н. (1978) [115], от начала весенней вегетации различных пастбищных растений до начала выпаса скота проходит в среднем от 3 до 52 дней, что связано в первую очередь с биологическими особенностями растений.

Продолжительность периода от возобновления вегетации до начала подтравливания трав в Кызылкуме составляет в среднем 15 дней,

но в отдельные годы варьирует от нескольких дней до месяца и более (Бабушкин О.Л., Сумочкина Т.Е., Ситникова М.В., 2007) [25]. В весенний сезон проводятся такие важные в овцеводстве хозяйственные мероприятия, как окот и стрижка животных.

Ответственным периодом в весенние месяцы является проведение расплодной кампании, когда в отарах появляются ягнята. Выращивание крепкого и здорового молодняка – неперемнное условие создания высокопродуктивного животноводства. Изменчивость метеорологических условий, характерная для переходных сезонов, оказывает решающее влияние на выживаемость молодняка, не приспособленного еще к резким колебаниям погоды. Другим важнейшим фактором проведения окота является наличие на пастбищах подножного высокопитательного корма. В фермерских овцеводческих хозяйствах, расположенных в пустынных и полупустынных регионах, практикуется три срока ягнения животных: зимний (декабрь–январь), ранневесенний (февраль–март) и весенний (апрель–май). Непременным условием планирования зимнего окота является наличие в хозяйствах утепленных помещений (овчарен) с температурой не ниже 6...8 °С, оборудованных системой кормления и водопоя, вентиляцией, зоотехническим и гигиеническим обеспечением.

Известно, что выбор оптимальных сроков окота (ягнения) овец во многом определяется климатическими и погодными условиями конкретной территории. Различные сочетания комплекса зоометеорологических условий (интенсивность солнечного сияния, температура и влажность воздуха, интенсивность и продолжительность осадков в виде дождя или мокрого снега) непосредственно влияют на состояние и здоровье выпасающихся животных. При благоприятных зоометеорологических условиях все жизненные процессы в организме животных протекают нормально. При неблагоприятных условиях, особенно при их затяжном характере, животные слабеют и страдают от заболеваний (чаще всего простудных), что нередко приводит к их гибели.

Ранневесенние сроки окота обычно планируются таким образом, чтобы ко времени начала выпаса животных по зеленому травостою основная масса ягнят имела месячный возраст. В весенний период целесообразно проведение подкормок животных страховыми запасами кормов, поскольку для этого периода характерны частые возвраты

холодных воздушных масс. Хозяйства должны располагать необходимыми помещениями или простейшими укрытиями от непогоды, но главное – достаточными запасами страховых кормов. В противном случае в отдельные неблагоприятные для животных весны происходит значительный падеж молодняка, приносящий большой экономический ущерб.

Весенние сроки окота обычно приурочены к началу систематического выпаса животных на пастбищах. Однако относительно позднее появление молодняка, хотя и менее подверженного похолоданиям, получает меньше высокопитательного подножного корма, поскольку во второй половине весны наступает засыхание большинства видов мелкотравья, а высокие температуры сильно угнетают развитие ягнят. В таких условиях к наступлению осеннего сезона молодые животные оказываются недостаточно окрепшими (Мухтаров Т.М., 1998) [129].

Выбор оптимального срока окота овец определяется рядом условий, таких, как обеспеченность поголовья животных кормами, наличие укрытий (различных видов помещений) и др. Многочисленные зоотехнические исследования, проведенные в России, на территории Калмыкии, Дагестана, Астраханской и Волгоградской областей по планированию разнообразных сроков ягнения – от января по апрель – показали, что лучшие результаты по выходу здоровых ягнят дали мартовские сроки окота. Это связано с тем, что в южных регионах России наступившее весеннее тепло обеспечивает отрастание однолетних трав и возобновление вегетации многолетних форм пастбищных растений, и животные получают более питательный зеленый корм.

Кроме того, овцематки и молодняк больше времени находятся на вольном выпасе, в условиях более продолжительного светового дня, на свежем воздухе. Летний настриг шерсти с этих животных оказывается несколько выше, чем с животных, родившихся в апреле или январе (Дурдусов С.Д., Зулаев М.С., Кулик К.Н. и др., 2001) [68]. В зимние месяцы рост шерсти у овец замедляется даже при условии регулирования кормления. В летние и осенние месяцы наблюдается максимальная интенсивность роста шерсти, превышающая скорость ее роста в зимний период на 40...50 % и более (Николаев А.И., 1973) [135].

Рост шерсти менее подвержен влиянию неблагоприятных условий погоды, чем динамика живой массы овец. Снижение живой массы

овец в декабре, январе и феврале наблюдалось у всех ягнят различных сроков рождения, что определяется составом кормов и содержанием животных в закрытых помещениях (с декабря по март). Наиболее благоприятными месяцами для прироста живой массы молодняка являются апрель – июнь.

При наличии необходимых кормовых ресурсов, теплых помещений и при правильной организации зоотехнической помощи зимние и ранневесенние сроки окота экономически рентабельнее, поскольку молодняк лучше использует весенние и летние пастбища и достигает к осени хорошего развития. При нарушении главных условий – наличие теплых помещений и кормов – при ранних окотах в условиях отрицательных температур, ветров, возврата снегопадов, длительных холодных дождей и т.п. происходит массовая гибель молодняка. Экономически доказано, что, несмотря на затраты материальных средств на строительство и поддержание теплых помещений, на заготовку страховых запасов кормов, сохранение здорового молодняка окупает с избытком все затраченные средства.

Выпас лактирующих овцематок по зеленому травостою способствует увеличению их молочности; в молоке увеличивается содержание органических и минеральных веществ, необходимых для нормального развития ягненка. Однако в пустынных условиях Средней Азии и Казахстана с наступлением высоких температур воздуха зеленые травы быстро засыхают (выгорают). В этот период ягнята, начинающие переходить на подножный корм, лишаются возможности получать зеленый, богатый витаминами корм, необходимый для полноценного развития молодняка. В то же время овцы становятся менее молочными, а качество молока, ухудшается из-за снижения в нем витаминов.

Ранневесенний окот в каракулеводческих хозяйствах планируется обычно на 2...5 недель раньше среднесноголетних сроков окота [153] с таким расчетом, чтобы к началу подтравливания пастбищ ягнята достигли месячного возраста и могли бы с максимальной пользой использовать период активной вегетации пастбищной растительности. Это способствует лучшему нагулу живой массы и развитию животных. К моменту наступления жаркой погоды ягнята становятся достаточно крепкими и легче переносят высокие летние температуры.

По мнению специалистов, ранние сроки ягнения положительно сказываются на состоянии ягнят, на шерстной и мясной продуктивности каракульских овец.

По результатам многолетних наблюдений на сети гидрометеорологических станций за датами отрастания пастбищной растительности до 5 см и более с вероятностью 70...80 % лет, обобщения метеорологической информации были установлены оптимальные зооклиматические сроки массового окота овец в различных природных зонах Казахстана (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Зооклиматические сроки ранневесеннего и весеннего окота овец в Казахстане (по Конюхову Н.А., 1955 а) [101]

Природные зоны	Сроки окота	
	ранневесенние	весенние
Южная пустынная	2-я декада февраля	2-я декада марта
Предгорно-пустынная	3-я декада февраля	3-я декада марта
Пустынная	1-я декада марта	1-я декада апреля
Пустынно-степная	2-я декада марта	2-я декада апреля
Степная	3-я декада марта	3-я декада апреля
Северная степная	1-я декада апреля	1-я декада мая

Известно, что новорожденные ягнята не выдерживают суровые погодные условия: резкие колебания температуры воздуха, скорости ветра, особенно в сочетании с осадками. Неокрепшие ягнята погибают в течение нескольких часов в результате простуды и высокого расхода энергии (более 70 ккал/ч или 80 Вт), необходимой для поддержания постоянной температуры тела (Чекерес А.И., 1972) [191].

Зооклиматические зоны наиболее вероятных декад начала пастбищного сезона и рациональных сроков окота овец в Западном Прикаспии представлены на рис. 7.1.

Конюхов Н.А. (1955 а) [101] выделил пять типов неблагоприятных погодных условий в период расплодной кампании. Каждый тип погоды характеризуется различным сочетанием основных метеорологических элементов (табл. 7.2).



Рис. 7.1. Зоны наиболее вероятных декад начала пастбищного периода и рациональных сроков окота овец. Западный Прикаспий (по Конюхову Н.А., 1959) [105]

Таблица 7.2

Типы неблагоприятных погод в период зимних, ранневесенних и весенних сроков окота овец в Казахстане
(по Конюхову Н.А., 1955 а) [101]

Типы погод	Температура, °С	Ветер, м/с	Осадки, мм	Результат воздействия
Очень холодная	< -15,	> 10	< 5	Гибель молодняка и маток
Холодная	-7...-10	2...10	> 5	Гибель молодняка, простуда маток
Умеренно холодная	> -7	до 8	> 10	Простуда ягнят и маток
Ветреная	> 0	> 10...12	—	Простуда ягнят и маток
Жаркая	26...34 (и выше)	1...2 (10–12)	—	Угнетение, прекращение вы-паса

На рис. 7.2 показаны различные сочетания температуры воздуха и скорости ветра, неблагоприятные для молодняка и овец в период

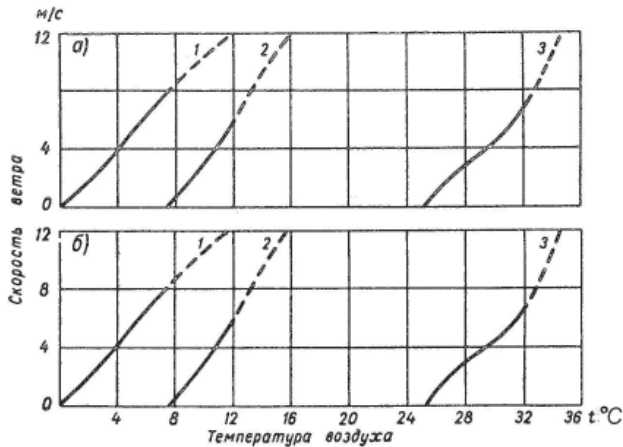


Рис. 7.2. Сочетания температуры воздуха и скорости ветра: а) неблагоприятные для ягнят в период окота; б) неблагоприятные холодные для стриженных (поле слева от кривых 1 и 2) и жаркие для нестриженных овец (поле справа от кривой 3). 1 – граница холодных погод в дни без осадков и с осадками < 5 мм; 2 – с осадками ≥ 5 мм; 3 – граница жарких погод

расплодной кампании (Чекерес А.И., 1972) [191]. Так, если по значениям температуры воздуха и скорости ветра, измеренным в поле, точки на этом графике располагаются слева от кривой 1 и 2, то зоометеорологические условия являются холодными для ягнят и взрослых овец, а если величины измеренных данных оказываются справа от кривой 3, такие условия для животных являются жаркими. При этом кривые 1 и 2 на графике характеризуют верхнюю границу холодной для животных погоды, а кривая 3 – нижнюю границу жаркой погоды.

Более подробный перечень погодных условий, неблагоприятных для окота овец в пустынных условиях Туркменистана, представлен в табл. 7.3.

На основе этих критериев оценены погодные условия в период окотной кампании.

При одних и тех же значениях температуры воздуха и скорости ветра, но при различных значениях влажности воздуха, осадков и облачности самочувствие ягнят различное. При температуре воздуха выше $7,5^{\circ}\text{C}$ угнетенное состояние животных отмечается только при больших скоростях ветра. А при температуре воздуха $0,1 \dots 7,5^{\circ}\text{C}$ ягнята имеют хорошее самочувствие в дни с ясной, солнечной и безветренной погодой.

Таблица 7.3

**Перечень погодных условий, неблагоприятных для окота овец
(по Орловскому Н.С., Волосюк З.Н., 1974) [139]**

Градация гидрометеорологических элементов, определяющие типы неблагоприятных погод					Наименование типа погоды
Температура воздуха	Скорость ветра	Осадки	Облачность	Относительная влажность	
< -14,5; а) от -14,5 до -25,0 б) от -3,4 до 0	Любой силы	Независимо от осадков	Независимо от облачности	Любая	Очень холодная
	Любой силы	Независимо от осадков	Независимо от облачности	Любая	Очень холодная
от - 7,5 до -14,4	Любой силы	Независимо от осадков	Независимо от облачности	Любая	Холодная
от -7,4 до 7,4; а) от -7,4 до -3,5 б) от -3,4 до 0	Любой силы а) до 5 м/с б) 6 м/с и более	Независимо от осадков Независимо от осадков	Независимо от облачности Независимо от облачности	Любая Более 80 %	Холодная Умеренно холодная
		Независимо от осадков	Независимо от облачности	Любая	Умеренно холодная
в) от 0,1 до 3,4	а) до 5 м/с	а) Любая интенсивность б) Независимо от осадков	Пасмурно Пасмурно	Любая Более 80 %	Умеренно холодная Умеренно холодная
	б) ≥ 6 м/с	Независимо от осадков	Любая	Любая	Умеренно холодная

Окончание табл. 7.3

Градации гидрометеорологических элементов, определяющие типы неблагоприятных погод						Наименование типа погоды
Температура воздуха	Скорость ветра	Осадки	Облачность	Относительная влажность		
г) от 3,5 до 7,4	а) до 4 м/с	2 мм за 12 ч и более	Пасмурно	80 % и более	Умеренно холодная	
	б) ≥ 5 м/с	Независимо от интенсивности	Пасмурно	80 % и более	Умеренно холодная	
Выше 7,5	$\geq 10-11$ м/с	Независимо от осадков	Независимо от облачности	Любая	Ветреная	
Выше 25,0: а) от 25 до 30,0	От 0 до 3 м/с	Без осадков	Ясно	Любая	Жаркая	
б) $\geq 30,1$	Любой силы	Без осадков	Любая	Любая	Жаркая	

Очень холодная погода неблагоприятна для всех возрастных групп животных, а у новорожденных ягнят вызывает простудные заболевания и значительный падеж. Погода этого типа требует наличия кормов, но затрудняет их подвоз.

Холодная погода при весеннем окоте чаще всего является причиной массового падежа ягнят, а при сильных ветрах – и взрослых животных. Умеренно холодный тип погоды неблагоприятен для ягнят не столько из-за низкой температуры воздуха, сколько из-за осадков или высокой влажности воздуха в сочетании с сильным ветром. У овец, особенно ягнят, при таких погодных условиях часты простудные заболевания. Жаркая ветреная погода неблагоприятна как для ягнят в раннем возрасте, так и для взрослых овец.

В северных районах Туркменистана (метеостанция Екедже) в среднем окот проходит с 25 марта по 20 апреля. На юго-востоке (метеостанция Уч-Аджи) начало окота смещается на 1 марта, а массовый окот наблюдается с 10–12 марта по 15 апреля (Мордвинов Н.А., 1958) [126]. В этот период часто складываются весьма неблагоприятные погодные условия как для ягнят, так и для суягных и подсосных маток.

Очень холодная погода возможна почти во всех районах республики в третьей декаде февраля – первой декаде марта. Однако наблюдается она не ежегодно. Чаще всего очень холодная погода отмечается в Северо-Западной Туркмении и Северных (Заунгузских) Каракумах.

В марте, особенно в первые дни декады, резко возрастает число дней с умеренно холодной погодой. В первой декаде с этим типом погоды бывает 4–5 дней в южных районах республики и 6–7 – в северных. Во второй декаде марта в Северо-Западной Туркмении число дней с умеренно холодной погодой остается постоянным. Однако с продвижением к югу этот тип погоды отмечается все реже. Так, в Центральных Каракумах число дней с умеренно-холодной погодой уменьшается до 3,4, а в Юго-Восточных Каракумах – до 2,2.

В третьей декаде марта во всех районах, за исключением Северо-Западного Туркменистана и юго-восточного (подгорного) района, в урочище Карабиль, умеренно холодная погода отмечается не ежегодно, и только в Северо-Западном Туркменистане – более пяти дней.

Начиная со второй, а в Северо-Западном Туркменистане – с третьей декады апреля умеренно холодная погода наблюдается не ежегодно, и только в урочище Карабиль даже в третьей декаде апреля в среднем может быть 1–2 дня с неблагоприятной для ягнят погодой.

Жаркий тип погоды отмечается ежегодно начиная со второй декады апреля, в северных районах республики – с третьей декады апреля.

Таким образом, наиболее благоприятные для окота погодные условия устанавливаются на равнинной территории Туркменистана в первой и второй декадах апреля, в Северо-Западной части республики, Северных (Заунгузских) Каракумах и в урочище Карабиль – в конце апреля – начале мая.

В последней декаде февраля почти ежегодно отмечается один день со снежным покровом. В марте снег может выпадать в течение всего месяца, но происходит это не ежегодно. В апреле за весь рассматриваемый период снег выпадал один раз, отмеченный метеостанциями Бахарден и Леккер. За период с последней декады февраля по первую декаду апреля в среднем число дней со снегом колеблется от 1,1 до 3,7. Высота покрова достигает 15...32 см. Эту особенность марта необходимо учитывать при планировании сроков проведения массового окота овец.

В каракулеводстве Узбекистана окот обычно проводится со второй декады марта до середины апреля. Он совпадает по времени с появлением и развитием эфемеровой растительности, когда питательность пастбищного корма наиболее высока, а обеспеченность овец переваримым протеином превышает 200 % (Гаевская Л.С., 1971) [53]. Поедание зеленого корма овцематками способствует увеличению их молочности, лучшему развитию ягнят.

В целях более полного использования высокопитательного весеннего подножного корма ягнятами каракульской породы рекомендуется проведение ранневесенних окотов с таким расчетом, чтобы к началу подтравливания ягнята достигли месячного возраста. Анализ данных о ягнятах, родившихся в относительно ранний срок, по сравнению с более поздним окотом, показывает значительное превосходство в своем развитии как по живой массе, так и по морфологическим и биохимическим показателям (Алексеева Г.И. 1953) [6].

Ягнята раннего окота лучше развиваются и достаточно крепнут до наступления жары и перехода на менее питательный корм летних пастбищ (Тимченко П.Ф., 1944) [172]. Хорошо развитые ягнята раннего окота дают несколько повышенный настриг шерсти в первый год своей жизни, по сравнению с ягнятами позднего окота (в среднем на одну голову получено по 116 г шерсти). Кроме этого, они лучше переносят предстоящую зимовку.

Явно недостаточный уровень питания ягнят более позднего окота, обусловленный, с одной стороны, засыханием (выгоранием) эфемеровой растительности и, с другой – резким уменьшением молочности маток, по той же причине отрицательно сказывается на качестве молодняка каракульских овец.

Таким образом, ранний окот имеет ряд преимуществ как в отношении продуктивности, так и в отношении наиболее оптимального использования условий весеннего сезона. Однако ягнята в первые дни и недели жизни весьма чувствительны к действию неблагоприятных факторов погоды. Низкая температура воздуха, выпадение дождя и снега, сопровождаемые сильным ветром, и другие неблагоприятные зоометеорологические явления обычно становятся причиной массовых простуд, а в экстремальных случаях и гибели молодняка.

По мнению Кашкарова Д.Н. (1937) [90], среди ягнят самого раннего (февральского) окота наблюдается наиболее частый отход из-за холодных ветров с дождем, а среди поздних сроков окота – от горячих ветров. Отрицательное влияние оказывает и повышенная температура воздуха, вызывающая перегрев организма животных.

Особенно неблагоприятны для ягнят снежный покров и гололедные явления. Наблюдениями отмечены случаи гибели от обморожения новорожденных ягнят, родившихся на пастбище в период залегания снежного покрова. Отрицательное влияние на ягнят оказывают определенные сочетания температуры воздуха и скорости ветра, особенно если они сопровождаются осадками (рис. 7.3 а).

В холодную погоду у ягнят проявляются явные признаки того, что они мерзнут. Ягнята принимают собранное положение тела, в результате чего вид у них сгорбленный, они стараются тесно прижаться к овцематкам, ищут укрытия от ветра за кустарниками и неровностями местности, у них отмечается дрожь.

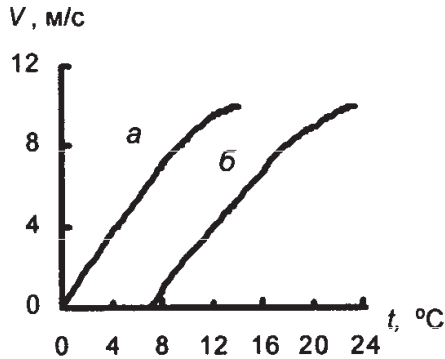


Рис. 7.3 а. Граничные значения сочетаний температуры воздуха и скорости ветра, разделяющие благоприятные и неблагоприятные холодные условия для ягнят и стриженных овец в сухую погоду (а) и при выпадении осадков более 4–5 мм/сутки (б) (Бабушкин О.Л. , 1985)

Распределение среднего декадного числа неблагоприятных холодных дней (ЧНХД) для ягнят и стриженных овец представлено в табл. 7.4.

Т а б л и ц а 7.4

**Среднее число неблагоприятных холодных дней
в период окота в каракулеводстве Узбекистана**

Районы Кызылкума	Март			Апрель		
	1	2	3	1	2	3
Северный	9,3–9,7	8,2–8,8	7,3–7,5	3,9–5,2	1,5–2,7	0,8–2,3
Центральный	8,5–8,7	7,1–7,2	5,4	2,6–2,8	1,4	0,8
Восточный	8,0–8,1	6,2–7,2	5,7–6,2	3,1–3,5	1,6–1,8	1,1–1,2
Предгорья Нуратинских гор	7,8	5,2	4,2	2,0	1,4	0,6
Южный	7,0	4,7	3,9	1,1	0,8	0,5

Одним из зооклиматических показателей условий окотной кампании, проводимой в обычные сроки, является число неблагоприятных холодных для ягнят дней (ЧНХД) со второй декады марта, когда в хозяйствах начинается массовый окот, до конца апреля, то есть за период, когда ягнята подвержены действию неблагоприятных условий.

Среднее многолетнее их значение в первую декаду марта возрастает от 7,0 на крайнем юге Кызылкума, до 9,7 дней на – севере. Неблагоприятными для ягнят факторами в первую декаду марта являются отрицательные значения температуры воздуха. На крайнем юге Кызылкума они составляют 46 % от общего количества холодных дней в эту декаду, в центральных районах – 52...64, в северной части – 75...78 %. Особенно опасной для ягнят является холодная погода с температурой воздуха ниже -7°C , вызывающая обычно простудные заболевания и падеж ягнят. Среднее декадное число дней с температурой воздуха ниже -7°C возрастает с юга на север от 0,0 до 3,8.

В центральных и северных районах Кызылкума в первую декаду марта отмечаются такие неблагоприятные для ягнят факторы, как снежный покров и гололедные явления, при которых возможен отход ягнят от переохлаждения. Но среднее число таких дней невелико. Даже на крайнем севере оно не превышает 0,7.

Поэтому при планировании проведения окота в ранневесенние сроки, приходящиеся на конец февраля – начало марта, необходимо обеспечить хозяйства соответствующими помещениями для защиты ягнят от негативного воздействия холодных условий. Со второй декады марта с повышением температуры воздуха среднее многолетнее значение ЧНХД снижается от 4,7...8,8 в середине марта до 0,5...2,3 дней в конце апреля. Условия содержания ягнят при этом улучшаются.

Неблагоприятные для ягнят условия создаются на крайнем юге пастбищной территории, где холодная погода наблюдается в среднем около 11 дней. По мере продвижения к северу их количество увеличивается до 17–18 в центральных и западных районах пастбищной территории и 19–20 дней – восточной. На севере Кызылкума их количество возрастает до 25–26. Один раз в десятилетие в период окота в этих районах пустыни ЧНХД достигает 28...32, в центральных районах – 22...25, на крайнем юге – 15...17 дней.

Уже весной во время окота и первого периода лактации отрицательное воздействие на овцематок начинают оказывать повышенная температура воздуха и усиливающаяся интенсивность солнечной радиации, приводящие к нарушениям теплового баланса организма, поскольку каракульские овцы в этот период имеют наиболее высокий уровень теплопродукции (Алексеева Г.И., 1960) [8]. Комплекс таких

условий угнетающе действует на овец, что выражается в учащении дыхания до 80–120 вдохов в минуту и в прекращении выпаса. Согласно Бабушкину О.Л., Мухтарову Т.М. (1996) [21], угнетение овец в этот период проявляется в солнечную, безветренную погоду при температуре, близкой к 20 °С. При ветре угнетение овец отмечается при более высоких значениях температуры воздуха (рис.7.3 б, кривая а).

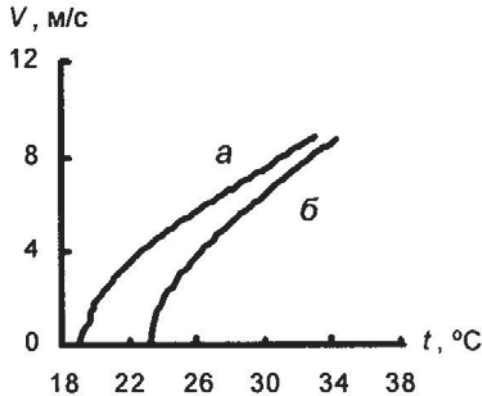


Рис. 7.3 б. Граничные значения сочетания температуры воздуха и скорости ветра, разделяющие благоприятные и неблагоприятно жаркие условия при выпасе каракульских овец во время окота (а) и стрижки (б)

С повышением температуры воздуха отмечается естественный рост числа неблагоприятных жарких дней (ЧНЖД), увеличивается продолжительность воздействия жарких условий в течение светлой части суток.

Тепловые нагрузки на организм овец в результате жаркой погоды начинают проявляться уже в марте. Однако среднее ЧНЖД в декаду даже в конце месяца не достигает 1, а воздействие этих условий ограничено одним метеорологическим сроком наблюдений. Это не оказывает отрицательного действия на состояние овец. В конце апреля среднее ЧНЖД возрастает до 2,2...3,9. В отдельные годы в апреле отмечаются неблагоприятные жаркие, безветренные дни (более шести часов в сутки), оказывающие угнетающее действие на животных. В этом месяце в фермерских хозяйствах обычно проводится массовая стрижка овец.

7.2. Зооклиматические условия весенней стрижки овец

Стрижка овец (весенняя и осенняя) проводится в хозяйствах для получения важнейшего сырья для легкой промышленности – шерсти. Благодаря таким ценным свойствам, как низкая теплопроводность и большая способность поглощения влаги, а также технологическим качествам – прочности, упругости, гигроскопичности, «извитости» шерстинок и др., шерсть является лучшим сырьем для изготовления различных тканей, трикотажа, ковров, войлока, фетра и валянных изделий (валенки и др.).

Известно, что различные породы овец характеризуются не только многими качественными параметрами шерсти (нами они не рассматриваются), но и количеством выхода ее при стрижке. В литературе обычно используется понятие «руно» – *это шерсть, состриженная с овцы в виде цельного пласта*. Руном снимается шерсть с тонкорунных и полутонкорунных, полугрубошерстных и грубошерстных овец при весенней стрижке. Осенняя шерсть не образует руна и распадается при стрижке на отдельные куски. В связи с тем, что классифицирование и сортировка рунной шерсти облегчает ее технологическую обработку, она ценится выше, чем кусковая шерсть. В качестве примера породных различий среднего выхода шерсти с одной овцы приведены данные в табл. 7.5.

Во время стрижки каракульские овцы лишаются шерстного покрова, того естественного изолирующего слоя между окружающей средой и телом животного, который играет существенную роль в сохранении теплового баланса организма, предохраняет животное от перегревания и переохлаждения. Поэтому стриженные овцы, не успевшие обрасти шерстью, весьма чувствительны к воздействию неблагоприятных факторов погоды (рис. 7.4).

Весеннюю стрижку животноводы начинают обычно при установлении устойчиво теплой погоды. До наступления тепла стрижка возможна только в помещениях, поскольку пребывание остриженных овец на открытом воздухе в дождливую, прохладную и ветреную погоду неизменно вызывает серьезные простудные заболевания животных; известны многочисленные случаи гибели овец от простуды, особенно в первые 10 дней после стрижки. Кроме этого, следствием ранних сроков стрижки овец является недобор настрига шерсти и снижение ее качества.

Таблица 7.5

**Характеристика некоторых пород овец по выходу шерсти
(в среднем за год, кг) [157]**

Породы овец	Настриг, кг / голову и выход чистой шерсти, %		
	бараны	овцы	процент чистой шерсти
Северо-казахский меринос	10,0...12,0	5,5...6,6	42...45
Новокавказская	8,0...12,0	4,0...6,0	35...45
Северокавказская, полутонкорунная	9,0...13 (16)	5,8...6,5 (10,0)	55...58
Породы овец	Настриг, кг / голову и выход чистой шерсти, %		
	бараны	овцы	процент чистой шерсти
Русская длинношерстная	6,0...6,5	3,5...4,8	60...65
Романовская грубошерстная (шубного направления)	2,5...3,5	1,4...1,7	—
Асканийская тонкорунная	12,0...15,0	6,0...6,5	40...45
Киргизская тонкорунная	10,0...12,0 (14)	3,8...4,0 (8,0)	52...55
Каракульская	3,5...3,8	2,4...2,6	—
Забайкальская	8,0...10,0 (14,5)	4,5...5,0 (11,0)	46...48

Примечание: цифры в скобках – рекордные настриги шерсти; прочерк – отсутствие данных.

Необходимо, чтобы до начала стрижки прошло несколько теплых или жарких дней, способствующих лучшему образованию жировота в шерстном покрове у тонкорунных и полутонкорунных пород. Только после этого технологически стрижка дает нормальный съем руна и сохранение его высокого качества. Поздние сроки стрижки в условиях наступившего жаркого периода нецелесообразны: изнуряющие высокие температуры приводят к ослаблению организма и к повышению восприимчивости овцы к различным заболеваниям, к менее активному выпасу. При



Рис.7.4. Каракульские овцы после весенней стрижки на песчаных пастбищах в Центральных Каракумах (фото И.Г. Грингофа, 1986)

запаздывании со стрижкой и выпасе неостриженных животных на кустарниковых пастбищах происходит потеря шерсти, которая ключьями остается на кустах – пропадает часть возможного настрига шерсти. Именно по этим причинам ежегодные сроки важнейшего хозяйственного мероприятия – стрижки овец – устанавливаются по конкретно сложившимся погодным (зоометеорологическим) условиям. Для этого необходимо знать критерии неблагоприятных и благоприятных зоометеорологических условий проведения в хозяйствах стрижки животных.

По материалам многолетних полевых зоометеорологических наблюдений Конюховым Н.А. (1955 б) [102] были установлены градации метеорологических элементов, определяющие различные типы погод, неблагоприятные для стриженных и нестриженных овец. Так, для стриженных животных опасны уже температуры воздуха от $+7^{\circ}\text{C}$ и ниже, осадки в количестве 10 мм и более, выпавшие в течение 12 часов, независимо от характера облачности и при ветре 4...10 м/с. Погода считается неблагоприятной при скорости ветра 10...11 м/с, независимо от температуры воздуха и других метеорологических условий. Жаркая погода с температурой воздуха $> 25...30^{\circ}\text{C}$ при ветре до 3 м/с и облачности 5...6 баллов неблагоприятна для нестриженных овец. При температуре воздуха днем выше 30°C условия считаются неблагоприятными как для стриженных, так и нестриженных овец (табл. 7.6).

Таблица 7.6

**Зоометеорологические условия, неблагоприятные
для проведения стрижки овец и для стриженных животных
(по Конюхову Н.А., 1955 б)[102]**

Метеорологические элементы, определяющие типы неблагоприятных погод				Тип погод	Примечания
Температура воздуха, °С	Ветер, м/с	Осадки, мм	Облачность, баллы		
< 7,4 а) от 7,4 до 3,5 б) ≤ 3,4	4...10 независимо от скорости	≥ 5 за 12 часов независимо от осадков	любая любая	умеренно холодная	неблагоприятная только для стриженных овец, особенно после профилактической купки
Независимо от температуры	≥ 10...11	независимо от осадков	любая	ветреная	неблагоприятная для всех овец
> 25 а) от 25, до 30,0 б) ≥ 30,1	до 3	без осадков без осадков	менее 5...6 баллов нижнего и среднего ярусов	жаркая	неблагоприятная для стриженных овец

Примечание: а – в период стрижки; б – для стриженных животных.

Данные о сочетаниях различных метеорологических условий неблагоприятных жарких для овец перед стрижкой и холодные – после стрижки, применительно к различным регионам России приведены на рис. 7.5 (Конюхов Н.А., Чекерес А.И., 1965) [113].

В условиях Горного Алтая первые жаркие дни в среднем наступают со 2-й декады мая до 1-й декады июня. Подсчитано, что по мере увеличения высоты местности, на которой расположены метеорологические станции, запаздывание этих сроков происходит в среднем на три дня на каждые 200 м абсолютной высоты над уровнем моря. Благоприятная погода для остриженных овец устанавливается в средние многолетние сроки – конец мая, первая половина июня. В годы

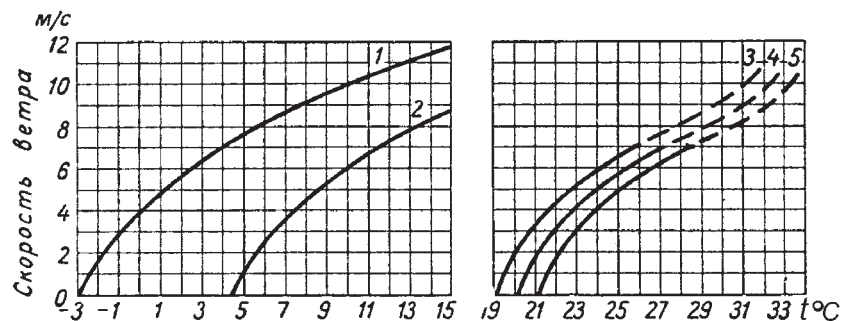


Рис. 7.5. Сочетания температуры воздуха и скорости ветра, неблагоприятно холодные для стриженных овец (поле слева от кривых 1 и 2) и жаркие – для нестриженных овец (поле справа от кривых 3, 4 и 5). Горный Алтай, Хакасия, Тыва, Забайкалье. 1 – граница холодных погод в дни без осадков и с осадками < 5 мм; 2 – граница холодных погод в дни с осадками ≥ 5 мм; 3 – граница жарких погод для высот 1600...2000 м над уровнем моря; 4 – граница жарких погод для высот 1200...1500 м над уровнем моря; 5 – граница жарких погод для высот 1000...1100 м над уровнем моря

с ранней весной благоприятные зооклиматические условия устанавливаются в мае, а в годы с затяжной и холодной весной – во второй половине июня.

В Республике Хакасия средняя дата наступления жаркой погоды – 17 мая, при этом в 8 годах из 10 такие условия наступают до 25 мая. Неблагоприятные для остриженных овец зооклиматические условия в среднем заканчиваются к 30 мая. Не реже, чем в 8 годах из 10, благоприятные зооклиматические условия наступают до 5...10 июня.

В Республике Тыва самые ранние сроки наступления жаркой погоды отмечаются во второй половине апреля – начале мая, что на 5...27 дней раньше средних многолетних сроков. При этом интервал между ранними и средними сроками наступления жарких дней сокращается в направлении с севера на юг. Не реже, чем в 7 годах из 10, первые жаркие дни отмечаются на всей территории республики до 20 мая. В конце мая – начале июня вероятность возврата холодов, неблагоприятных для остриженных животных, снижается: к 10 июня в 7 годах из 10 устанавливается благоприятная погода для остриженных овец.

В Забайкалье первые жаркие дни в среднем отмечаются во второй половине мая, а в годы с холодными веснами – в конце мая, в июне.

Естественно, что сроки весенней стрижки изменяются географически по территории пастбищного овцеводства: от самых ранних сроков – на крайнем юге до более поздних сроков – в северных районах. В качестве примера приведен рис. 7.6 с картой сроков весенней стрижки на территории Туркменистана (Орловский Н.С., Волосюк З.И., 1974) [139].

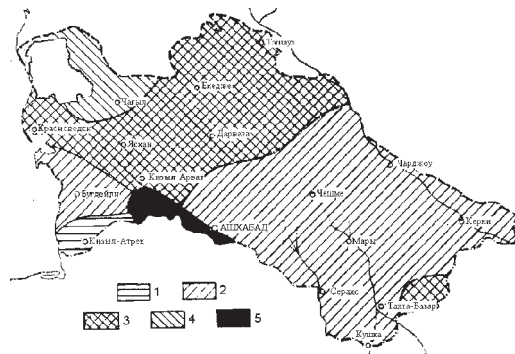


Рис. 7.6. Оптимальные по погодным условиям сроки весенней стрижки овец: 1 – 1-я декада апреля; 2 – 2-я декада апреля; 3 – 3-я декада апреля; 4 – 1-я декада мая; 5 – горные районы

Наиболее благоприятные для весенней стрижки погодные условия устанавливаются в первой декаде апреля на крайнем юго-западе республики. На вторую декаду апреля сдвигаются сроки стрижки в юго-западной части Центральных Каракумов, большей части северной подгорной равнины Копетдага, в Юго-Восточных Каракумах и юго-восточном (предгорном) районе, за исключением урочища Карабиль. Севернее стрижку овец целесообразнее проводить в третьей декаде апреля, а в Северно-Западной Туркмении – в первой декаде мая.

В Туркменистане для стриженных овец вредны такие погодные условия, при которых температура воздуха опускается до 7,0 °С и ниже, с осадками 10 мм и более за 12 часов, при любой облачности при скоростях ветра 4...10 м/с. Холодная погода не единственный фактор, обуславливающий выбор сроков стрижки овец. Независимо от температуры воздуха и других метеорологических элементов зоометеорологические условия неблагоприятны, если скорость ветра превышает 10...11 м/с.

Жаркая погода также должна учитываться при определении сроков стрижки, поскольку стриженные и нестриженные овцы тяжело переносят жару. Погода с температурой воздуха 25...30 °С при скоростях ветра до 3 м/с и облачности менее 5...6 баллов неблагоприятна для нестриженных овец. При температуре воздуха выше 30 °С погодные условия неблагоприятны как для нестриженных, так и для стриженных овец.

Однако стрижку нельзя начинать, если в предшествующий ей период не было такой жаркой погоды, которая способствует «подруниванию» шерсти.

В Северно-Западной Туркмении и Северных (Заунгузских) Каракумах во второй декаде апреля умеренно холодная погода наблюдается более одного дня ежегодно, а в третьей декаде она возможна один день из 20 лет и 3...4 дня – из 10 лет. Жаркая погода, наоборот, чаще отмечается в третьей декаде апреля, составляя в среднем 1,5...2,7 дня в декаду. Только в районе метеостанции Чагыл жаркая погода ежегодно бывает в среднем один день в первой декаде мая.

В Центральных, Юго-Восточных Каракумах и на подгорной равнине умеренно холодная погода во второй декаде апреля отмечается 2...8 дней из 10 лет. Жаркая погода в это время в среднем может держаться более одного дня. Почти до третьей декады мая умеренно холодная погода может длиться в юго-восточном (подгорном) районе метеостанции Леккер. Однако уже во второй декаде мая жаркая погода превышает один день.

Повторяемость умеренно холодной и жаркой погоды в каждую из декад весеннего периода зависит от местных климатических особенностей территории. Так, в юго-восточном (предгорном) районе повторяемость умеренно холодной погоды еще велика и в мае. В первой декаде мая она составляет 47 %. При этом преобладают декады с неблагоприятной умеренно холодной погодой в течение 1...2 дней. Даже в третьей декаде мая умеренно холодная погода отмечается здесь один раз в три года.

Жаркая погода начинает преобладать в Северо-Западной Туркмении и Северных (Заунгузских) Каракумах с первой декады мая. В остальных районах такая погода чаще всего устанавливается в третьей декаде апреля.

Для весенней стрижки овец наиболее оптимальны декады, в которых жаркая погода отмечается в 7...8 из 10 лет, а умеренно холодная –

не более чем в 2...4 из 10 лет. Это связано с тем, что в такие декады овцы уже находились ранее под воздействием жаркой погоды. В дальнейшем жаркая погода наблюдается ежегодно, а число дней с ней достигает 8...9 в декаду (Орловский Н.С., Волосюк З.И., 1974) [139].

Зоны наиболее вероятных (в 70...80 % и чаще) сроков прекращения периода с неблагоприятными и холодными для стриженных овец погодными условиями на территории Казахстана представлены на рис. 7.7.

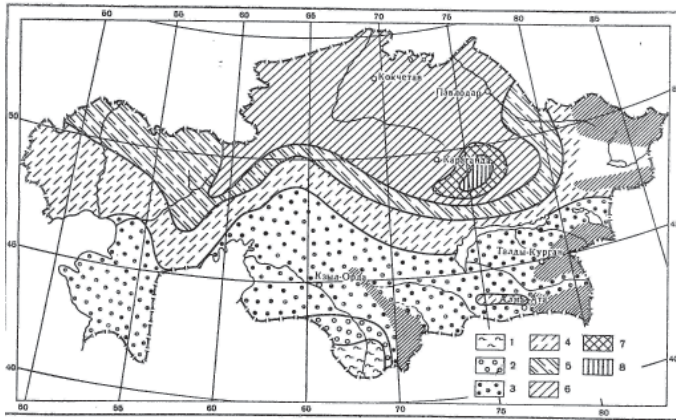


Рис. 7.7. Зоны наиболее вероятных (в 70...80 % лет и чаще) сроков прекращения периода с неблагоприятными холодными условиями погоды для стриженных овец: 1 – 3-я декада апреля; 2 – 1-я декада мая; 3 – 2-я декада мая; 4 – 3-я декада мая; 5 – 1-я декада июня; 6 – 2-я декада июня; 7 – 3-я декада июня; 8 – 1-я декада июля (по Чекересу А.И., 1973) [192]

Однако известно, что холодная погода является не единственным фактором, обуславливающим сроки стрижки овец. Жаркая погода также должна учитываться при определении сроков стрижки животных (рис. 7.8). Стрижку нельзя начинать, если в предшествующий период не отмечалась жаркая погода в течение нескольких дней. Выше отмечалось, что такая погода необходима для того, чтобы шерсть на животных покрылась жиропотом, способствующим хорошему отделению руна при стрижке.

Анализ многолетних зооклиматических условий в зоне овцеводства на территории бывшего СССР показал, что через 15...20 дней

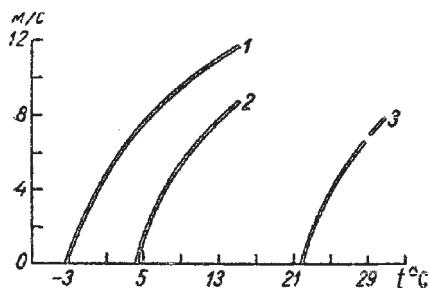


Рис. 7.8. Сочетания температуры воздуха и скорости ветра, неблагоприятные холодные для стриженных овец (поле слева от кривых 1 и 2) и жаркие для нестриженных овец (поле справа от кривой 3). Северная половина Казахстана (по Конюхову Н.А., 1955 б) [102]

после первого дня с жаркой погодой в большинстве лет создаются благоприятные условия для проведения весенней стрижки животных. Таким образом, первый за весну жаркий день является своеобразным сигналом, по которому возможно наметить сроки стрижки овец, целесообразные по погодным условиям в каждом конкретном году (Чекерес А.И., 1972) [191]. В табл. 7.7 приведены данные о вероятности наступления неблагоприятных холодных условий для остриженных животных в основных овцеводческих регионах бывшего СССР.

Сроки установления первых жарких дней и начала периода с благоприятными для остриженных овец погодными условиями в горных районах Кыргызстана различны и зависят в основном от абсолютной высоты местности (Чекерес А.И., 1972) [191]. Например, на высоте 2000 м над уровнем моря средние многолетние сроки наступления первых жарких дней приходятся на начало 2-й декады мая, на высоте 3000 м – на конец 1-й декады июня и т.п. (рис. 7.9).

Как видно на рис. 7.10, критерии жаркой, сухой погоды для овец, находящихся на высокогорных пастбищах в Кыргызстане, не одинаковы и зависят от различных высотных уровней.

По данным Акбарова С. и Давыдова А.Ф. (1967) [4], весной при температуре 19...20 °С у овец после стрижки в течение первых шести часов наблюдается некоторое снижение уровня обмена и теплопродукции.

Таблица 7.7

Вероятность (%) наступления неблагоприятных холодных условий для стриженных овец в некоторых регионах бывшего СССР (по Конюхову Н.А., Чекересу А.И., 1959) [110]; (Чекересу А.И., 1972) [191]

Регионы России	Вероятность, % холодной погоды через 15 дней после первого жаркого дня	Республика	Вероятность, % холодной погоды через 15 дней после первого жаркого дня
Западный Прикаспий	3	Туркменистан	13
Горный Алтай	11	Таджикистан	12
Республика Хакасия	20	Казахстан	23
Республика Тыва	12		
Забайкалье	16		

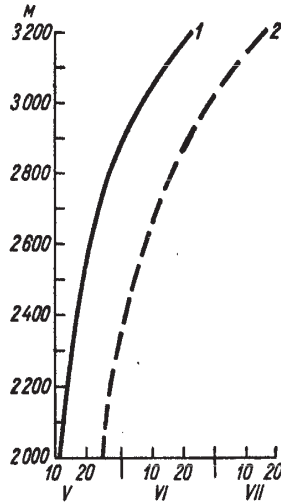


Рис. 7.9. Изменения с высотой средних сроков наступления жарких погод для нестриженных овец (1) и прекращение периода с холодной погодой для стриженных овец (2). Горные районы Кыргызстана

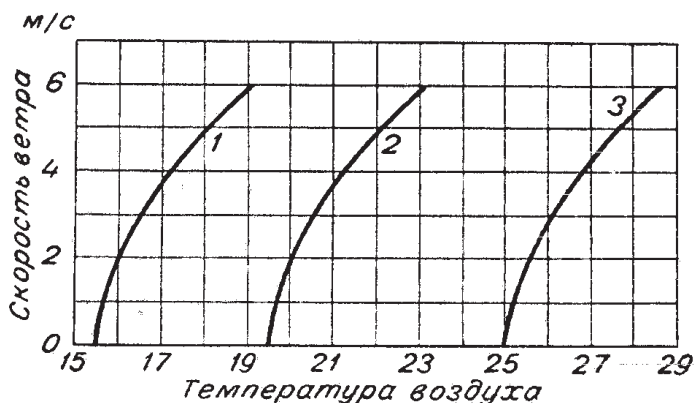


Рис. 7.10. Сочетания температуры воздуха и скорости ветра, неблагоприятно жаркие для овец (справа от кривых 1, 2, 3). Горные районы Кыргызстана: 1 – граница для высот 3000 м над уровнем моря; 2 – граница для высот 2000 м над уровнем моря; 3 – граница для высот 400...700 м над уровнем моря (по Штинову Н.А., 1965) [199]

В большей степени такое понижение происходит у взрослых овец на 24 %, тогда как у ягнят всего на 8...10 %. Для взрослых овец характерны более высокий дыхательный коэффициент и меньшая температура тела. Стрижка овцы и ягненка в середине лета равноценна по реакции комплекса физиологических параметров переводу нестриженных животных в среду с температурой -5... -8 °С. Следовательно, теплоизоляция шерстного покрова обеспечивает животным защиту от воздействия холода при перепаде внешних температур на 25...30 °С. Охлаждение стриженной овцы вызывает у нее понижение температуры тела на 0,4...0,5 °С, снижение легочной вентиляции за счет более редкого дыхания. В период наступления нередких в весенние месяцы похолоданий в организме животного происходит перестройка физиологических процессов, направленная на повышение уровня потребления кислорода и теплопродукции на 25...30 %. Такое повышение обеспечивается усилением энергетической активности в виде терморегуляционного тонуса и холодной дрожи во всех мышцах.

Весенняя стрижка овец проводится в периоды прекращения холодной и установления теплой погоды. Однако в большинстве случаев эти переходные периоды характеризуются большой изменчивостью

погодных условий. В связи с этим основной показатель, характеризующий отличительные свойства каждого климатического района во время стрижки овец, должен отражать особенности рассматриваемого переходного периода от холодной погоды к теплой.

Зооклиматическое районирование южной половины Казахстана применительно к весенней стрижке овец было выполнено Кожакметовым П.Ж., Малявиной Н.А., Пушняком М.К. (1990) [95]. При этом рассматривалось распределение дат прекращения холодной погоды и появления первого жаркого дня, то есть дня, в который хотя бы в один из сроков наблюдений отмечались неблагоприятно жаркие для стриженных овец условия.

В основу районирования положены значения вероятности прекращения холодной погоды (P_x) относительно начала месячного периода с даты появления первого жаркого дня; такая дата в основном совпадает с датой перехода средней суточной температуры воздуха через 15°C . В зависимости от степени вероятности прекращения холодной погоды авторы выделили три района (рис. 7.11): I – район с благоприятными погодными условиями (P_x не более 25 %); II – район с менее благоприятными погодными условиями (P_x от 26 до 50 %); III – район с неблагоприятными погодными условиями (P_x от 51 до 75 %). В зависимости от сроков наступления первых жарких дней в каждом районе были выделены подрайоны (табл. 7.8).

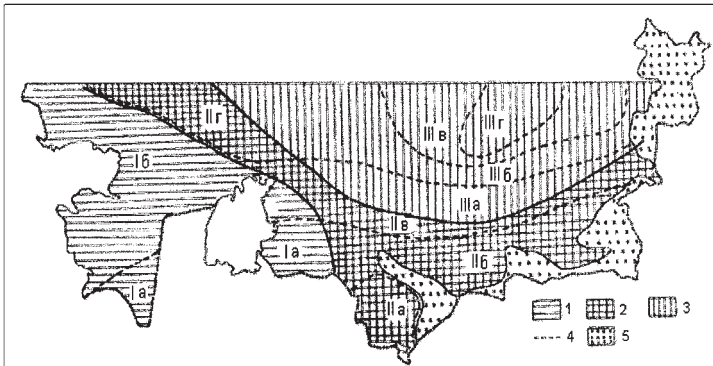


Рис. 7.11. Климатическое районирование южной половины Казахстана применительно к весенней стрижке овец (Кожакметов П.Ж., Малявина Н.А., Пушняк М.К., 1990) [95]: 1 – район с благоприятными погодными условиями (I), 2 – район с менее благоприятными погодными условиями (II), 3 – район с неблагоприятными погодными условиями (III), 4 – границы подрайонов, 5 – горные районы, Ia, Ib, IIa и т.д. – подрайоны

Ниже приведены основные зооклиматические особенности каждого района.

Район с благоприятными погодными условиями (I), где вероятность прекращения холодной погоды (P_x) составляет менее 25 %, в период стрижки овец охватывает юго-западную часть исследуемой территории и отличается от других районов более отчетливым периодом перехода холодной погоды к теплой.

Наступление первых дней с жаркой погодой отмечается в среднем в конце апреля (подрайон I а, рис. 7.11.) – начале мая (подрайон I б, рис. 7.11). Днем средняя температура воздуха доходит до 27...28 °С, а ночью понижается до 12...14 °С.

Т а б л и ц а 7.8

**Даты наступления первых жарких дней по подрайонам
(по Кожахметову П.Ж. и др., 1990) [95]**

Район	Подрайон	Даты
I	Iа	3 декада апреля
	Iб	1 декада мая
II	IIа	2 декада апреля
	IIб	3 декада апреля
	IIв	1 декада мая
	IIг	2 декада мая
III	IIIа	1 декада мая
	IIIб	2 декада мая
	IIIв	3 декада мая
	IIIг	1 декада июня

Вероятность наступления жарких погод с каждым днем резко возрастает. Число дней с неблагоприятной жаркой погодой для неостриженных овец составляет 12...15 дней, причем почти половина (шесть дней) приходится на последнюю десятидневку. Как известно, с началом устойчивого периода с жаркой погодой (не менее шести дней за декаду) привес овец прекращается, а если в декаду отмечается не менее семи жарких дней, то овцы теряют в массе (Конюхов Н.А., Чекерес А.И., 1965) [113]. В связи с этим стрижку овец в рассматриваемом районе необходимо закончить до наступления жаркой погоды (третья декада мая).

Проведению стрижки овец в кратчайший срок (10...20 дней) способствуют благоприятные условия переходного периода с незначительным количеством выпадающих осадков (10...13 мм).

Прекращение неблагоприятной холодной погоды для стриженных овец в среднем отмечается на 6...12 дней раньше сроков наступления первых жарких дней, поэтому в период стрижки овец вероятность проявления холодной погоды не превышает 10...25 %. Причем чаще холодная погода в мае бывает непродолжительной (1...2 метеорологических срока). Только в редких случаях (один раз в 20 лет) холодная погода для стриженных овец отмечается в конце мая.

Район с менее благоприятными погодными условиями (II), где вероятность прекращения холодной погоды (P_x) составляет от 26 до 50 %, простирается почти в широтном направлении, охватывая южные области Казахстана (за исключением горных районов) и часть территории Кызыл-Ординской и Актюбинской областей.

В связи с различными физико-географическими особенностями сроки наступления первых жарких дней в данном районе изменяются от второй декады апреля (подрайон IIa) до второй декады мая (подрайон IIг). Отличительной чертой рассматриваемого района является то, что здесь средняя дата наступления первых жарких дней совпадает со средней датой прекращения холодной погоды для стриженных овец. Это означает, что почти половина случаев прекращения холодной погоды отмечается в переходный период. Максимальная продолжительность периода прекращения холодной погоды для остриженных овец относительно начала переходного периода составляет 20...34 дня.

В переходный период среднее число дней с жаркой погодой для нестриженных овец не превышает 7...10. Несмотря на высокие температуры воздуха в дневные часы (25...27 °C) из-за усиления скорости ветра чаще выпас овец проходит при благоприятных погодных условиях.

Неблагоприятные погодные условия для стриженного поголовья овец отмечается при достижении температуры воздуха и скорости ветра критических значений для различных пород животных. Такие условия могут наблюдаться в ночные часы, а также днем при прохождении холодных фронтов с сильными ветрами и интенсивными осадками. Как известно, осадки оказывают существенное влияние не только на организм овцы, но и на ход стрижки овец, так как почти

во всех хозяйствах Казахстана овцы перед стрижкой находятся под открытым небом. Выпадение даже незначительного дождя приводит к увлажнению шерсти, вследствие чего стрижка приостанавливается. При этом, чем больше выпадает осадков, тем продолжительнее вынужденный простой.

Суммарное количество осадков в рассматриваемом районе в 2–3 раза больше (17...32 мм), чем в районе I, что указывает на увеличение продолжительности вынужденных простоев из-за неблагоприятных погодных условий.

Район с неблагоприятными погодными условиями (III), где вероятность прекращения холодной погоды (P_x) составляет от 51 до 75 %, охватывает пустынные и полупустынные территории Центрального Казахстана и отличается преобладанием в переходный период неблагоприятной холодной погоды для стриженных овец. В отличие от других районов, здесь после первых жарких дней часто отмечаются дни с неблагоприятной холодной погодой. Наступление первых жарких дней продолжается от первой декады мая (подрайон III а) до первой декады июня (подрайон III г).

Днем максимальная температура воздуха повышается в среднем до 23...25 °С, что ниже критических значений жаркой погоды для нестриженных овец. Для большинства территорий характерны умеренные скорости ветра (4–5 м/с) с явным усилением в дневные часы. В связи с этим среднее число дней с жаркой погодой для нестриженных овец здесь не превышает 5...7.

Более частая повторяемость (50...75 %) неблагоприятной жаркой погоды для стриженных овец в переходный период отмечается относительно низкими значениями температуры воздуха (средний минимум 7...11 °С), увеличением количества выпадающих осадков (12...42 мм) и скорости ветра (3...5 м/с). В отдельные годы неблагоприятные холодные погодные условия для стриженных овец наблюдаются даже в середине лета. Резкие изменения погоды связаны с прохождением через эту территорию с северо-запада холодных атмосферных фронтов со значительными осадками и ветрами. В отличие от рассмотренных районов (I, II), в этом районе четко прослеживается суточный ход осадков. Максимум осадков отмечается во второй половине дня, когда овцы находятся на пастбище на некотором удалении от места базиро-

вания. Это свидетельствует о том, что здесь вероятность падежа стриженных овец в неблагоприятных погодных условиях резко возрастает. Особенно часто такие условия наблюдаются в подрайонах Шв и Шг (Карагандинская область и северо-восточная часть Джезказганской области). Средний минимум температуры воздуха составляет всего 7...9 °С.

Как известно, при выпадении значительного количества осадков (не менее 5 мм за 12 ч) такие температуры воздуха оказывают отрицательное воздействие на организм стриженных овец (Чекерес А.И., 1973) [192]. Сооружение крытых загонов (кошар) в этих подрайонах позволило бы не только защитить поголовье овец от неблагоприятных воздействий погодных условий, но и своевременно, в кратчайшие сроки произвести их стрижку.

В Узбекистане стрижка обычно проводится во второй половине апреля – первой половине мая. Как более ранние, так и более поздние сроки стрижки приводят к потерям настрига и качества шерсти, отражаются на здоровье и нагуле овец. Слишком раннее проведение стрижки приводит к тому, что увеличивается вероятность попадания стриженных овец под действие весенних похолоданий и переохлаждения организма в результате возросших теплопотерь с оголенной поверхности тела. Особенно опасен для стриженных овец дождь при низкой температуре воздуха, сопровождаемый ветром, что может привести к массовому падежу поголовья из-за переохлаждения (Алексеева Г.И., 1960) [8].

Наглядным примером пагубного воздействия холодных условий на стриженных овец могут служить аномальные условия мая 1991 года (Бабушкин О.Л., Мухтаров Т.М., 1996) [21]. В тот год весенняя активизация циклонической деятельности вызвала понижения температуры воздуха до 13...17 °С при усилении ветра до 8...10 м/с и более, сопровождаемые осадками 7...14 мм/сутки. В результате этого в отдельных районах центральной части Кызылкума в отарах, находившихся вдали от укрытий, отмечался падеж стриженных овец из-за переохлаждения. У оставшихся в живых животных отмечено снижение живой массы.

Задержка с проведением стрижки оказывает отрицательное действие на организм каракульской овцы, приводя к снижению активности выпаса, ослаблению организма. Стрижка при температуре 25...30 °С

оказывает благоприятное влияние на физиологическое состояние овец. При более высокой температуре воздуха стрижка приводит к нарушению процесса терморегуляции, а при наиболее неблагоприятных условиях может сопровождаться падежом поголовья. Поэтому в каждом отдельном случае сроки стрижки должны регулироваться в зависимости от конкретно складывающихся условий весны.

Граничные значения холодных температурно-ветровых условий, неблагоприятно воздействующих как на стриженных овец, так и на ягнят, близки между собой. Поэтому для оценки условий выпаса стриженных овец используются представленные ранее кривые рис. 7.8. Эти граничные значения сопоставимы с соответствующими критериями неблагоприятных холодных условий, разработанными Конюховым Н.А. и Чекересом А.И. (1965) [113]. Неблагоприятно жаркие условия, приводящие к угнетению овец после стрижки, отмечаются при более высоких значениях температуры воздуха, по сравнению с предшествующим ей окотом и первым периодом лактации. Так, в ясные дни при безветрии угнетение стриженных овец наступает при 23–24 °С.

Особенно неблагоприятное воздействие оказывает повышение температуры воздуха до 35 °С и выше, когда у стриженных овец отмечается перегрев организма (Алексеева Г.И., 1960) [8]. Поэтому стрижка должна проводиться с таким расчетом, чтобы до отрастания шерсти овцы не попадали под действие такой высокой температуры воздуха.

При анализе материалов в теплый период года рекомендуется придерживаться следующего порядка проведения оценки. Сначала выясняется, превышала ли температура воздуха критические для каракульских овец значения: 35 °С – для стриженных и 38 °С – для нестриженных овец, при которых угнетение отмечается вне зависимости от наличия облачности. При температуре воздуха ниже этих значений учитывается закрытость небосвода облаками. При облачности не менее 5 баллов условия для овец относятся к благоприятным. В безоблачную погоду или при облачности менее 5 баллов оценка проводится на основе анализа температурно-ветровых условий по представленным ранее графикам (рис. 7.3 б).

Погодные условия оцениваются по графикам, которые выбираются в зависимости от проводимых хозяйственных мероприятий. С мая по август, когда отмечается наиболее высокое стояние солнца,

температурно-ветровые условия оцениваются в 07, 10, 13 и 16 ч местного поясного времени. В другие месяцы оценка проводится в три дневных срока: 10, 13 и 16 ч. Поскольку на тепловое состояние овец большое влияние оказывает солнечная радиация, то учитываются только случаи ясной погоды или при облачности менее 5 баллов. Если сочетание значений температуры и скорости ветра в рассматриваемый срок попадает на графиках правее кривой, то условия являются неблагоприятно жаркими, левее – благоприятными.

Жарким принято считать день, в который хотя бы в один из метеорологических сроков наблюдений погодные условия явились неблагоприятно жаркими для овец (Чекерес А.И., 1965 а) [188].

Зооклиматическое обоснование сроков проведения весенней стрижки каракульских овец. Зависимость стриженных каракульских овец, как от холодных, так и жарких условий погоды вызывает необходимость обосновать оптимальные сроки проведения весенней стрижки. Сроки стрижки должны выбираться с таким расчетом, чтобы стриженные овцы не попадали под действие неблагоприятных холодных условий. С другой стороны, задержка со стрижкой приводит к потерям шерсти при линьке и снижению ее качества, а действие неблагоприятных жарких условий вызывает перегрев организма стриженных овец. Нестриженные овцы также плохо переносят жару, вяло пасутся и худеют. У подсосных маток уменьшается молочность, что сказывается на развитии ягнят. Своевременная стрижка снимает эти проблемы.

Повторяемость холодных и жарких условий погоды в каждую из декад весеннего периода приводится в табл. 7.9 (по Бабушкину О.Л., Сумочкиной Т.Е., Ситниковой М.В., 2007) [25].

Неблагоприятно холодные условия на большей части пастбищной территории, исключая южные и западные районы Кызылкума, в третьей декаде апреля отмечаются более чем в 50% лет. Эти условия ограничивают раннее проведение стрижки овец.

Однако запаздывание со стрижкой приводит к тому, что стриженные овцы попадают под действие жаркой погоды. Уже в конце апреля на большей части пастбищной территории в более 70 % лет отмечаются жаркие дни с продолжительностью неблагоприятных условий более трех часов.

Таблица 7.9

**Повторяемость (%) лет с неблагоприятно холодными
и неблагоприятно жаркими условиями в период весенней стрижки**

Районы Кызылкума	Апрель			Май		
	1	2	3	1	2	3
Холодные условия						
Северо-западный	96	60	52	28	–	12
Северный	96	84	72	48	20	28
Западный	76	64	44	36	16	4
Центральный	75	64	52	28	36	32
Восточный	92	78	68	40	20	16
Нуратинский	76	64	52	32	8	12
Южный	44	44	40	28	8	8
Жаркие условия						
Районы Кызылкума	Апрель			Май		
	1	2	3	1	2	3
Северо-западный	20	60	76	80	96	92
Северный	28	44	48	52	80	96
Западный	32	60	76	80	84	92
Центральный	20	52	52	78	92	96
Восточный	24	56	60	68	88	92
Нуратинский	16	56	80	88	100	100
Южный	36	60	80	96	100	100

Особенно неблагоприятно для стриженных овец повышение температуры воздуха ≥ 35 °С. Такая температура может наблюдаться, исключая северные районы, уже во второй декаде апреля, но вероятность этого мала. Во второй декаде мая ее повторяемость достигает 60 %. В последней декаде мая в этих районах повторяемость таких температур достигает 90 %, а на остальной территории она превышает 60% (табл. 7.10).

Таблица 7.10

Повторяемость (%) лет с температурой воздуха $\geq 35^{\circ}\text{C}$

Районы Кызылкума	Апрель		Май		
	2	3	1	2	3
Северо-западный	0	4	10	23	80
Северный	0	12	8	28	64
Западный	12	16	40	60	96
Центральный	4	20	12	36	76
Восточный	4	17	25	71	92
Нуратинский	4	4	8	40	68
Южный	4	24	36	64	92

Анализ всего комплекса холодных и жарких условий позволяет выделить наиболее оптимальные в климатическом аспекте декады для проведения весенней стрижки каракульских овец.

Распределение по территории оптимальных по климатическим условиям декады для начала проведения стрижки каракульских овец представлено на рис 7.12.

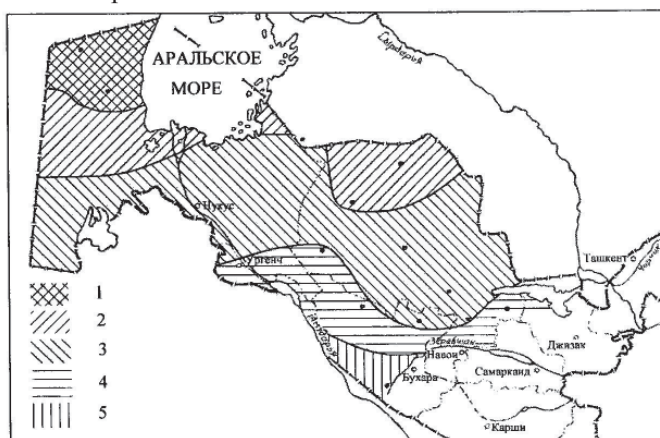


Рис. 7.12. Сроки проведения весенней стрижки каракульских овец: 1 – третья декада мая, 2 – вторая декада мая, 3 – первая декада мая, 4 – третья декада апреля, 5 – вторая декада апреля (по Бабушкину О.Л., Сумочкиной Т.Е., Ситниковой М.В., 2007) [25]

Эти данные согласуются с соответствующими сроками по сопредельным территориям, рассчитанным Н.А. Конюховым и А.И. Чекересом (1965) [113] для Казахстана и Н.С. Орловским и З.И. Волосюк для Туркменистана (1974) [139]. Эти материалы показывают средние многолетние сроки проведения стрижки. Однако в зависимости от сложившихся и прогнозируемых погодных условий весеннего периода конкретного года начало стрижки может сдвигаться как на более ранние, так и более поздние сроки.

В южных районах пастбищной территории Узбекистана (метеостанция Каракуль) уже во второй декаде апреля повторяемость холодных условий составляет 44 %, а жарких – 60 %, что позволяет говорить о возможности проведения стрижки уже в эту декаду. Аналогичная ситуация создается в третьей декаде апреля в западном районе.

На территории пустыни Кызылкум неблагоприятные холодные условия погоды в первой декаде мая отмечаются в 28...40 % лет. Одновременно в 68...88 % лет в этих районах наступают неблагоприятно жаркие для стриженных овец условия. Это показывает, что позднее этой декады стрижку здесь проводить не следует.

В северных районах Кызылкума сроки стрижки сдвигаются на вторую декаду мая в связи с большой повторяемостью неблагоприятных холодных условий в начале месяца (от 48 до 68 % лет) в ряде случаев, сопровождаемых осадками (32 %), повторяемость наступления жарких дней достигает 56 %.

Методика прогноза сроков начала весенней стрижки овец. Незнание погодно-климатических особенностей территории, малая оправдываемость долгосрочных прогнозов погоды, отсутствие надежных методов прогноза начала весенней стрижки овец приводят на практике к отклонениям сроков стрижки овец от оптимальных. Например, необоснованное проведение ранней стрижки овец часто обуславливает массовой падеж остриженных овец из-за неблагоприятных холодных погод (Чекерес А.И., 1973) [192]. Для уменьшения подобных ошибок расчет средних характеристик (даты наступления $\sum T = 550$ °С) при ранней (поздней) стрижке производился как средний за три года, в которых отмечалась самая ранняя (поздняя) стрижка овец (табл. 7.11). Средняя дата наступления $\sum T = 550$ °С при средних сроках стрижки овец рассчитывалась также с использованием данных трех лет, когда

начало стрижки овец было близко к многолетнему. Таким образом были получены средние даты наступления первых жарких дней (сигнальные даты).

Таблица 7.11

Средние даты наступления $\Sigma T = 550^\circ\text{C}$ и первых жарких дней при разных сроках начала весенней стрижки овец в Казахстане (по Чекересу А.И., 1973)

Метеостанции Казахстана	Дата наступления ΣT = 550 °C			Дата наступления первого жаркого дня		
	Сроки стрижки овец					
	ранний	средний	поздний	ранний	средний	поздний
Брали	15 V	16 V	21 V	11 V	10 V	22 V
Тушибек	18 IV	10 V	15 V	28 IV	14 V	9 V
Калмыково	8 V	15 V	20 V	14 IV	15 V	9 V
Аяккум	20 IV	22 IV	1 V	4 IV	27 III	22 IV
Новый Ушто- ган	8 V	12 V	15 V	1 V	26 V	5 V
Тасты	3 V	6 V	7 V	20 IV	11 V	3 V
Кызылтау	29 V	4 VI	3 VI	5 VI	13 VI	1 VI
Айдарлы, АМС	2 V	3 VI	8 V	22 IV	27 IV	3 V
Байркум	23 IV	24 IV	30 IV	10 IV	13 IV	3 IV
Карак	2 V	6 V	6 V	2 V	6 V	6 V
Сам	2 V	8 V	10 V	28 IV	8 V	16 V
Уланбель	6 V	7 V	8 V	1 V	24 IV	1 V

Анализ данных табл. 7.11 показывает, что в целом изменение даты накопления $\Sigma T = 550^\circ\text{C}$ совпадает с фактическим изменением времени начала весенней стрижки овец. Незначительная разница дат наступления $\Sigma T = 550^\circ\text{C}$ при разных сроках начала стрижки овец на некоторых метеостанциях объясняется их осреднением, а также отмеченными выше некоторыми возможными ошибками субъективного характера. Несмотря на большую изменчивость, сигнальная дата не всегда характерна для начала весенней стрижки овец.

Весной, благодаря высокой питательности зеленых кормов, которые в этот сезон содержат много легкоусвояемого белка и витаминов, рост шерсти у овец значительно ускоряется. Благоприятные погодные условия с постепенным повышением температуры воздуха к летнему сезону способствуют у тонкорунных и полутонкорунных овец отложению жира на волокнах и улучшению их технологических свойств. У грубошерстных и полугрубошерстных овец под действием благоприятных зоометеорологических условий весеннего периода рост пуховых волокон приостанавливается и общая масса руна как бы несколько «приподнимается», происходит так называемое «подрунивание» шерсти. В таких случаях говорят, что шерсть «созревает» для стрижки.

В зависимости от зоометеорологических условий весны и условий содержания овец созревание шерсти наступает в разное время. Например, раннее созревание шерсти может быть обусловлено высокой урожайностью пастбищной растительности с ранним наступлением теплой погоды.

Но изменение урожайности пастбищной растительности не всегда определяет начало весенней стрижки овец. Лишенный шерстного покрова организм овцы очень чувствителен к колебаниям температуры воздуха, столь характерным для весенних месяцев. Внезапное похолодание с осадками и сильными ветрами может привести к массовому падежу стриженных овец. Поэтому начало весенней стрижки овец в большинстве случаев зависит от зоометеорологических условий этого периода.

Методика прогноза сроков начала весенней стрижки овец в Казахстане предложена Кожихметовым П.Ж., Малявиной Н.А., Пушняк М.К., 1990 [95] и Кожихметовым П.Ж., 1994 [96].

Расчеты показали, что дату наступления $\sum T = 550^\circ\text{C}$ можно прогнозировать по дате накопления суммы температуры воздуха, равной 300°C , совпадающей с началом выпаса овец по зеленому травостою, а, следовательно, с началом улучшения технологических свойств шерсти животных. Для прогноза даты наступления $\sum T = 550^\circ\text{C}$ могут быть привлечены и прогностические данные температуры воздуха. При этом, если после даты наступления $\sum T = 300^\circ\text{C}$ в течение 16–17 дней ожидается температура воздуха выше (ниже) нормы, то дата наступления $\sum T = 550^\circ\text{C}$ наступает на 3...5 дней раньше

(позже) обычного (16 дней). Хотя дата наступления $\sum T = 550^\circ\text{C}$ является показателем времени начала «созревания» шерсти и наступления теплой погоды, в некоторые годы после указанной даты возможно проявление неблагоприятных холодных погодных условий для стриженных овец, находящихся под открытым небом.

Наиболее характерным показателем начала весенней стрижки овец является накопление суммы положительных среднесуточных температур воздуха ($\sum T$). В пределах исследуемой территории Казахстана (южнее 50° с. ш.) эта сумма температур воздуха к началу весенней стрижки овец составляет не менее 550°C , поэтому дата накопления $\sum T = 550^\circ\text{C}$ принята авторами как нижний предел оптимального срока для начала весенней стрижки овец.

Предлагаемая сумма положительных среднесуточных температур воздуха является лучшим показателем влияния теплой погоды на организм овцы до ее стрижки, нежели сигнальная дата (набор суммы температур 300°C), характеризующая только один день. Продолжительность периода накопления $\sum T = 550^\circ\text{C}$ (после устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C в сторону повышения) в среднем составляет 50–60 дней. Дату накопления $\sum T = 550^\circ\text{C}$ следует ожидать через 16 дней, начиная с даты накопления $\sum T = 300^\circ\text{C}$. Коэффициенты корреляции между рассматриваемыми датами в большинстве случаев превышали 0,8.

В среднем накопление 550°C происходит через 16 дней после даты накопления суммы температур 300°C . Однако в отдельные годы после накопления 550°C возможен кратковременный возврат холодной погоды для остриженных овец, находящихся на пастбищах без укрытия.

В этой связи в схему прогноза начала весенней стрижки овец должны быть включены параметры, учитывающие вероятность появления холодной погоды. Однако использование для этой цели долгосрочных прогнозов метеорологических величин в комплексе (температуры воздуха, скорости ветра и осадков) нецелесообразно в связи с низкой их оправдываемостью. Для этого используются климатические характеристики прекращения холодной погоды: среднее значение суммы среднеквадратического отклонения дат прекращения холодной погоды (σ_x) и разности между сигнальной датой и датой прекращения холодной погоды (ΔT). За сигнальную дату (по Чекересу А.И., 1973)

[192] принимается дата, в которую хотя бы в один срок метеорологических наблюдений регистрируются неблагоприятные для стриженных овец жаркие условия. При этом корректировка к прогнозу вводится только для районов, где она положительна, т.е. когда прекращение холодной погоды отмечается позже, чем появление первого жаркого дня. Чем больше σ_x и $\Delta\Pi$, тем неустойчивее погода в период стрижки овец.

В целом схема прогноза начала весенней стрижки овец ($D_{н.с.}$) с учетом вероятности появления холодной погоды выглядит так:

$$D_{н.с.} = D_{300} + \Delta D_1 + \Delta D_2, \quad (7.1)$$

где D_{300} – дата накопления суммы положительных температур $300\text{ }^{\circ}\text{C}$; ΔD_1 – разность дней между датами наступления сумм температур 300 и $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в среднем 16 дней); $\Delta D_2 = \sigma_x + \Delta\Pi / 2$. Оправданность этой методики составляет, по данным авторов, 76...95 %.

Авторы рассмотренной методики прогноза отмечают следующие ее преимущества, по сравнению с методикой, предложенной ранее Конюховым Н.А и Чекересом А.И. (1965) [113]:

- сумма положительных температур воздуха до начала стрижки овец является лучшим показателем наступления теплой погоды, нежели сигнальная дата, характеризующая только один день;

- изменение даты накопления суммы положительных температур $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ по годам вполне согласуется с фактическими данными о начале весенней стрижки овец;

- накопление суммы положительных температур воздуха до $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ продолжительностью 50...60 дней характеризует не только возрастающее влияние на организм овец теплой погоды; по ней можно судить и о времени начала выпаса овец по зеленому травостою, имеющее большое значение для улучшения технологических свойств шерсти;

- в методике прогноза учитываются не только сроки наступления теплой погоды, но и сроки прекращения холодной погоды;

- выявлена высокая пространственная корреляция даты накопления сумм температур 300 и $550\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- заблаговременность прогноза по этой методике составляет 16...28 дней, вполне приемлемая для использования в практической работе на животноводческих фермах.

Для использования этой методики в других животноводческих районах целесообразно уточнение предложенных параметров.

Существенное увеличение оправдываемости (в среднем на 10%) предложенной методики прогноза начала весенней стрижки овец получено для пастбищной территории Центрального Казахстана, для которого в период стрижки овец характерна частая смена холодных и жарких погод. В среднем по территории Казахстана оправдываемость нового метода на 5% выше, чем метода, предложенного ранее Конюховым Н.А. и Чекересом А.И. (1965) [113], а по некоторым метеостанциям оправдываемость прогноза увеличилась на 15...26 %.

7.3. Зооклиматические условия весеннего перегона овец

В главе 1 даны пояснения причинам проведения систематических перегонов скота: в основном это овцы, лошади, реже верблюды; последние используются для перемещения грузов и домашнего скарба животноводов. Главная причина перегона животных связана с сезонным использованием пастбищ, формирование растительной массы которых также определяется складывающимися агрометеорологическими условиями каждого конкретного года. Когда на равнинах в республиках Средней Азии и Казахстане наступает устойчивый переход средних суточных температур воздуха через 20°C, а запасы продуктивной влаги в верхних горизонтах почвы (0...50 см) сокращаются до 4...6 мм, происходит интенсивное высыхание мелкотравья – основного подножного корма выпасающегося весной скота (Грингоф И.Г., 1967) [61]. Это наблюдается в конце апреля, в мае в южных районах территории и в начале июня – в ее северных районах.

В эти же сроки под влиянием весеннего прогрева воздуха снежный покров в горах тает, и снеговая линия поднимается до 2000...2500 м над уровнем моря. Пояс гор, расположенный ниже 2000 м, в это время покрывается свежей, молодой, высокопитательной травой. В тех районах, где трассы перегона скота в горы из равнинных и предгорных районов проходят через перевалы, учет зоометеорологических условий необходим. Известно, что в горах изменчивость погодных условий особенно велика. Когда отары, находящиеся на трассах перегона, попадают в неблагоприятные условия (обильные осадки, мокрый

снег, сильный холодный ветер, отрицательные температуры), весьма часто наблюдаемые весной и даже летом на высотах более 2500...3000 м над уровнем моря, переохлаждение животных приводит не только к простудным заболеваниям, но и к гибели овец, особенно молодняка.

На рис. 7.13 представлен график с границами неблагоприятных холодных и жарких зоометеорологических условий, удобный для оценки влияния погодных условий в период перегона скота на летние пастбища.

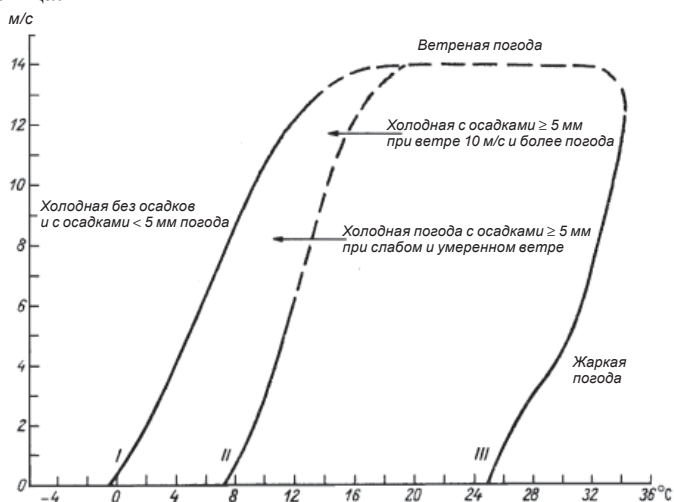


Рис. 7.13. График для оценки влияния погодных условий в период перегона овец (по Конюхову Н.А., 1956) [103]

Применительно к весеннему перегону овец зоометеорологи различают три типа неблагоприятной погоды:

1. Погодные условия, которые могут вызвать в период перегона простудные заболевания ягнят в возрасте до месяца и слабых взрослых животных. К таким условиям относятся дни без осадков или с осадками менее 5 мм при сочетаниях значений температуры воздуха и скорости ветра, попадающих на графике (рис. 7.13) слева от кривой I или на эту кривую, хотя бы в один из сроков метеорологических наблюдений за сутки.

2. Погодные условия, неблагоприятные для овец, перегоняемых в первые 10...15 дней после стрижки; таковыми являются дни с осадками

не менее 5 мм за 12 часов, попадающие на графике по значениям температуры воздуха и скорости ветра слева от кривой II; этот тип погоды вызывает обычно простудные заболевания.

3. При осадках более 5 мм, отрицательных или низких положительных температурах воздуха и скорости ветра более 10 м/с зоометеорологические условия считаются непригодными для перегона овец; в случаях, когда отары, уже находящиеся высоко в горах, на трассах перегона попадают в такие условия, вероятность массового заболевания и гибели животных становится очень высокой.

4. Зоометеорологические условия в пределах 8...24 °С при ветре до 14 м/с являются благоприятными в период перегона овец на высокогорные пастбища.

Следует при этом учесть, что горные маршруты перегона пролегают обычно по автотрассам, серпантинами поднимающимся к перевалам, когда вокруг трасс на крутых склонах нет доступного для животных подножного корма (рис. 7.14 а и 7.14 б).

Трудности «пешего» перегона скота, отсутствие подножного корма и внезапно развивающиеся неблагоприятные и опасные для уставших животных погодные условия нередко оказываются причиной массового падежа овец, особенно молодых ягнят и заболевших взрослых животных.



Рис. 7.14 а. Перевоз домашнего скарба животноводов, возвращающихся с высокогорных пастбищ в равнины (фото И.Г. Грингофа, 1955)

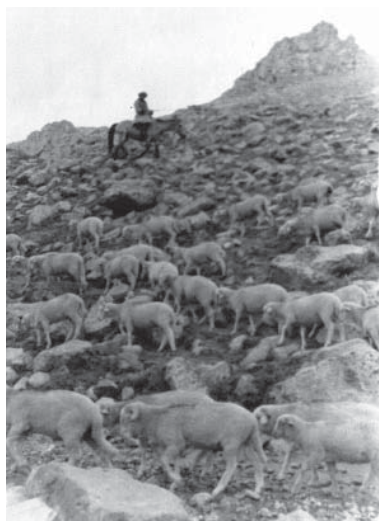


Рис. 7.14 б. Осенний перегон отар овец из высокогорной Сусамырской долины через перевалы Киргизского хребта (фото И.Г. Грингофа, 1955)

Высокие дневные температуры воздуха также изнуряют животных во время перегона. Для оценки жарких условий перегона также возможно использование графика (рис. 7.13). К жарким относятся дни, когда температура воздуха достигает $25...26^{\circ}\text{C}$ при скорости ветра до 1 м/с и облачность оценивается в 5 и более баллов; при температурах воздуха $\geq 34^{\circ}\text{C}$ и при любой скорости ветра зоометеорологические условия являются неблагоприятными для перегона скота (на графике – поле справа от кривой III). Сильные ветры ($12...14\text{ м/с}$ и более) в сочетании с любыми значениями температуры воздуха оказывают вредное механическое

воздействие на скот, находящийся на перегоне.

Средние сроки наступления жаркой погоды в горах для нестриженных и стриженных овец зависят от абсолютной высоты местности над уровнем моря. На рис. 7.9 были показаны эти изменения, установленные для горных районов Кыргызстана.

Кроме взрослого поголовья на отгонные пастбища перегоняется также молодняк, который менее стоек к воздействию неблагоприятных зоометеорологических факторов. Критерии по оценке погодных условий в период перегона ягнят разработаны для высокогорных трасс Заилийского Алатау ($1800\text{--}2200\text{ м}$ над уровнем моря). При расположении трасс перегона на других высотах температурная граница неблагоприятных погод для молодняка на каждые 400 м с подъемом понижается, со спуском повышается в июне-июле на $2,5...3,0^{\circ}\text{C}$, в сентябре-октябре – на $2,0\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$ (Петрашин В.П., Иванов И.Г., Пушняк М.К., 1974 б) [145].

Неблагоприятной для перегона является погода с температурой воздуха от 0 до 4°C; при скоростях ветра 8...10 м/с и более при температуре воздуха от 5 до 7°C. Во время осеннего перегона молодняка в дни без осадков или с осадками до 5 мм при слабом ветре (до 1 м/с) неблагоприятные условия складываются только при отрицательных температурах воздуха.

При выпадении осадков в дневное время в сумме ≥ 5 мм условия для перегона молодняка в горах как в летний, так и в осенний периоды значительно ухудшаются. Температурная граница неблагоприятных погодных условий при слабых скоростях ветра в данном случае смещается в сторону более высоких значений температуры воздуха (3,5...4,0 °C), по сравнению с температурой в дни без осадков или с суммой осадков менее 5 мм. Если же при выпадении осадков одновременно наблюдается и повышение скорости ветра (≥ 5 м/с), то граница неблагоприятных температур смещается вправо до 3,0 °C. Неблагоприятные значения температуры воздуха в сочетании со скоростью ветра осенью имеют меньшие показатели, по сравнению с летними условиями. Влияние таких погодных условий усиливается с увеличением продолжительности периода их воздействия.

Благоприятные зоометеорологические условия для выпаса овец в среднем поясе гор (1000...2000 м над уровнем моря) складываются обычно в середине июня, выше 3000 м – в середине июля. Естественно, что в географически различных горных системах (Алтай, Тянь-Шань, Памиро-Алай, Копетдаг и др.) эти условия складываются по-разному, в зависимости от экспозиции преобладающих склонов, их абсолютной высоты и от ориентации основных горных хребтов по отношению к влагонесущим потокам воздуха.

На равнинных пастбищных массивах Западного Прикаспия зоны средних многолетних периодов, благоприятных для перегона овец на новые пастбища, приведены на рис. 7.15. Однако на этой территории благоприятные зоометеорологические условия для перегона овец устанавливаются в конце апреля – начале мая в любой по погодным условиям год.

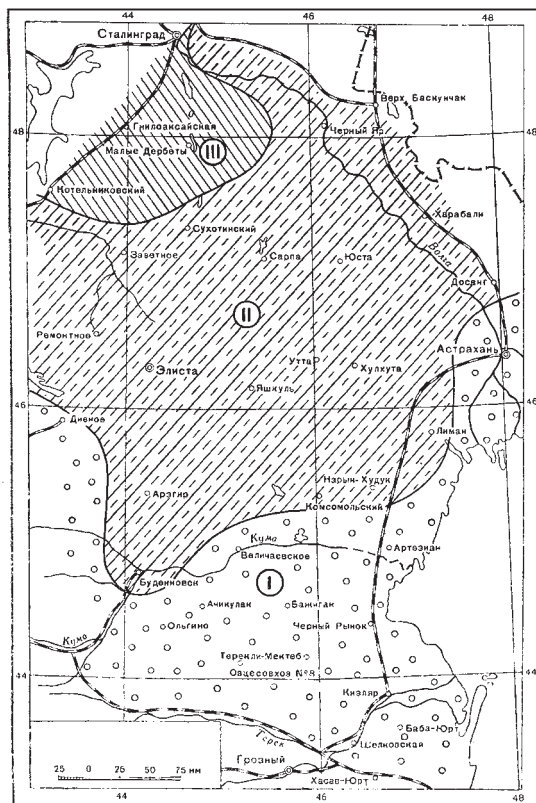


Рис. 7.15. Зоны средних многолетних периодов установления благоприятных условий для перегона овец: I, II, III – первая, вторая и третья декады апреля (по Конюхову Н.А. и Чекересу А.И., 1959 б) [109]

ГЛАВА 8

ЗООКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛЕТНЕГО И ОСЕННЕГО ВЫПАСА ОВЕЦ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ИХ СОСТОЯНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

8.1. Зооклиматические условия летнего периода

Летний пастбищный период является основным временем, когда происходит нагул выпасающегося поголовья. Степень благоприятности этого периода определяет уровень производства мяса, шерсти, и последующего воспроизводства поголовья. Кроме того, успешность проведения летнего выпаса оказывает влияние на подготовку животных к предстоящему зимнему периоду. Главными условиями успешности летнего выпаса скота являются достаточный уровень обеспеченности кормами и водопоем. В южных районах Среднеазиатского региона и Казахстана питательные качества растительной массы на пастбищах летом значительно ниже, чем весной. Однако лето не является периодом недоедания для овец. Например, на пастбищах пустынной зоны содержание переваримого протеина в кормах обеспечивает потребности овец в питательных веществах на 118 % (Гаевская Л.С., 1971) [53]. Однако и в этот период зооклиматическим и зоометеорологическим условиям принадлежит огромная роль, поскольку они, наряду с режимом, качеством питания и водопоя, обуславливают уровень энергетического обмена у животных: «наиболее ярко проявляется отношение животного к температуре окружающей среды в особенностях его поведения при пастьбе» (Слоним А.Д., 1962) [162], т.е. при выпасе в складывающихся зоометеорологических условиях.

Высокая температура воздуха, большая интенсивность солнечной радиации в летний период оказывают не только сильное влияние на водный и тепловой баланс организма животных, но и на целый комплекс физиологических процессов, обеспечивающих его жизнедеятельность и формирование биомассы. Неблагоприятные условия летнего выпаса, угнетая животных, снижают активность выпаса, а, следовательно, и нагула скота.

Критерии для оценки степени благоприятности зооклиматических условий были установлены сотрудниками Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института на большом материале полевых экспедиционных наблюдений за состоянием поголовья различных пород овец и сопряженно – за метеорологическими условиями (Чекерес А.И., 1965 б [189]; Штинов Н.А., 1965 [199]. Основными метеорологическими параметрами, влияющими в летний период на выпасающееся поголовье, являются интенсивность солнечной радиации, температура воздуха и почвы, скорость ветра и облачность. На рис. 8.1 представлен график для оценки условий неблагоприятной жаркой погоды. Размещение точек на графике (относящихся к различным породам овец) позволяет достаточно точно определить нормальное и угнетенное состояние животных по данным о температуре воздуха, скорости ветра.

Так, на рис. 8.1 а точки, относящиеся к каракульской породе овец, расположенные в зоне справа от кривой, свидетельствуют о неблагоприятных, жарких условиях, угнетающих овец. Например, температура 27 °С при штиле и температура 32 °С, но при ветре 6 м/с одинаково угнетают животных. Параллельными (сопряженными) наблюдениями установлено, что оптимальный температурный интервал для овец в пустынной зоне является температура воздуха в пределах 10...25 °С, поскольку в таких условиях у животных сохраняется нормальный и стабильный ход всех физиологических процессов (Барышников И.А., 1959) [34]. С повышением температуры воздуха у животных происходит увеличение частоты пульса, дыхания и объема легочной вентиляции, вызывающие рост потребления кислорода и повышение температуры тела.

Тонкорунные и полутонкорунные породы овец, районированные в пустынно-степной зоне, менее приспособлены к высоким летним температурам: физиологические изменения от перегрева происходят уже при 24 °С.

На рис. 8.2 показаны сочетания различной температуры воздуха и величин суммарной солнечной радиации (Q), обуславливающие угнетенное или нормальное состояние животных, находящихся на пастбище. Например, при температуре воздуха 19 °С слабое угнетение у животных отмечается при суммарной радиации, равной $0,92 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ ($0,642 \text{ кВт/м}^2$),

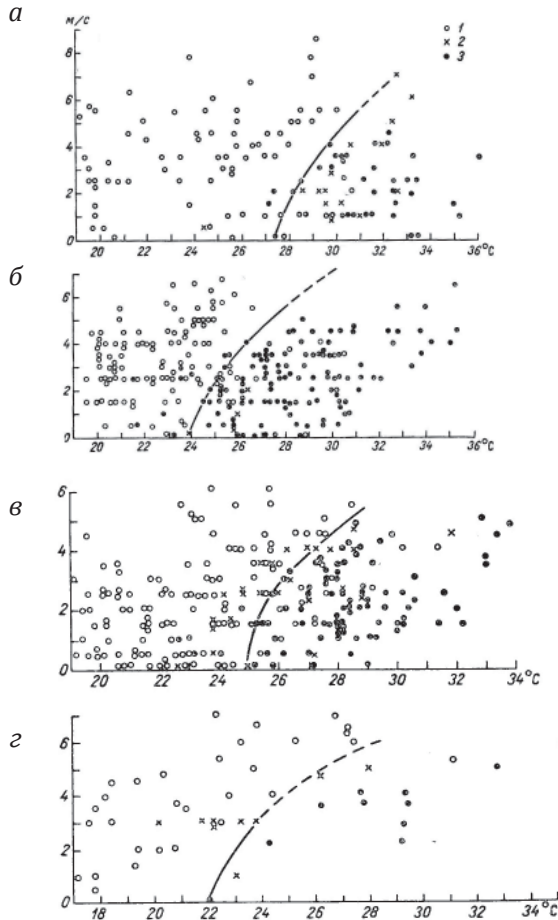


Рис. 8.1. Сочетания температуры воздуха и скорости ветра в ясные дни, обуславливающие различное состояние овец различных пород: а – каракульские; б, г – тонкорунные; в – грубошерстные. 1 – случаи, когда состояние животных бодрое (нормальное); 2 – случаи, когда состояние животных слабо угнетенное; 3 – случаи, когда большинство животных в состоянии явного угнетения (по Чекересу А.И., 1973) [192]

а полное угнетение – при $1,20 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ ($0,838 \text{ кВт/м}^2$). При температуре 25°C слабое угнетение животных отмечается при Q , равном $0,50 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$ ($0,349 \text{ кВт/м}^2$), а полное угнетение при Q , составляю-

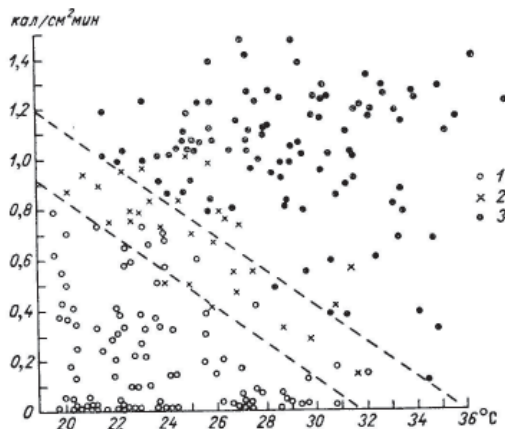


Рис. 8.2. Сочетания температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и суммарной солнечной радиации ($\text{кал}/\text{см}^2$), обуславливающие различное состояние овец при ветре $0\text{--}1\text{ м/с}$. Условные обозначения см. к рис. 8.1 (по Чекересу А.И., 1973 [192])

щем $0,75\text{ кал}/\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ ($0,524\text{ кВт}/\text{м}^2$). Температура воздуха $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ вызывает слабое угнетение при более низком напряжении солнечной радиации Q , равном $0,30\text{ кал}/\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ ($0,207\text{ кВт}/\text{м}^2$).

При температуре $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ полное угнетение у животных наступает независимо от напряжения солнечной радиации.

Хорошо известно, что в горах в связи с увеличением абсолютной высоты местности над уровнем моря интенсивность солнечной радиации возрастает. По данным Чекереса А.И. (1967, 1973) [190, 192], на высотах $2200\text{--}2500\text{ м}$ овцы испытывают угнетение при температуре воздуха $17\text{--}18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Поэтому границей неблагоприятных летних условий для овец принята температура воздуха $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ в ясные и безветренные дни. Автором было показано, что изменение величины напряжения суммарной солнечной радиации на $0,07\text{--}0,08\text{ кал}/\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ ($49\text{--}56\text{ Вт}$) в сторону увеличения или уменьшения может быть компенсировано соответствующим изменением температуры воздуха на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Увеличение интенсивности потока солнечной радиации на 20% по своему воздействию на организм животного равноценно повышению температуры воздуха на $7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В равнинных и предгорных районах, расположенных недалеко от горных массивов на юге Казахстана, весной скот выпасается на высотах от $400\text{--}500\text{ м}$ над уровнем моря до наступления устойчиво жар-

кой погоды и выгорания зеленого подножного корма. Затем овец перего- няют на горные и высокогорные пастбища, расположенные на высотах 1800...3200 м над уровнем моря. С увеличением абсолютной высоты местности над уровнем моря летние зоометеорологические условия для животных оказываются различными. Полевые зоометеорологические на- блюдения позволили Штинову Н.А. (1964) [198] установить неблагоприятные сочетания значений температуры воздуха и скорости ветра для овец, пасущихся на разных высотах, в горах Казахстана (рис.7.10, глава 7).

При неблагоприятных погодных условиях в течение 7...8 дней даже взрослые животные снижают упитанность в условиях достатка подножного корма.

С увеличением скорости ветра при одной и той же температуре воздуха угнетение выпасающихся овец наступает только с увеличе- нием величины радиационного потока (Конюхов Н.А., Чекерес А.И. 1957 [107]; Штинов Н.А., 1965 [199]). Наиболее благоприятными ус- ловиями в жаркое время суток является ветер 2...7 м/с. Суммарный тепловой эффект погоды зависит и от влажности воздуха. Высокая влажность воздуха в сочетании с высокими температурами, особен- но в условиях безветрия, усиливает угнетение животных, нарушая их терморегуляцию и другие физиологические процессы в организме.

По данным Петрашина В.П., Иванова И.Г., Пушняка М.К. (1974 б) [145], в период перегона на высокогорные пастбища (1800...2200 м) ягнята быстрее взрослых животных утомляются, скучиваются и пре- кращают выпас под влиянием нарушения у них процессов терморегу- ляции. При расположении трасс перегона на других высотах темпе- ратурная граница неблагоприятной погоды для молодняка на каждые 400 м с подъемом понижается на 2,5...3,0 °С (июнь – июль), а при спуске повышается на 2,0...1,5 °С. Авторы установили критерии не- благоприятных зоометеорологических условий для молодняка казах- ской тонкорунной породы (рис. 8.3).

В 1974–1977 гг. на высокогорных пастбищах (2500 м над уровнем моря) в Арагацком массиве Армянской ССР были проведены зооме- теорологические исследования с целью установления критериев вли- яния летних погодных условий на выпас тонкорунных и полутонко- рунных пород овец (Еганян В.А., 1977) [70]. Зависимость состояния пасущихся овец (сильное угнетение, слабое угнетение, нормальное

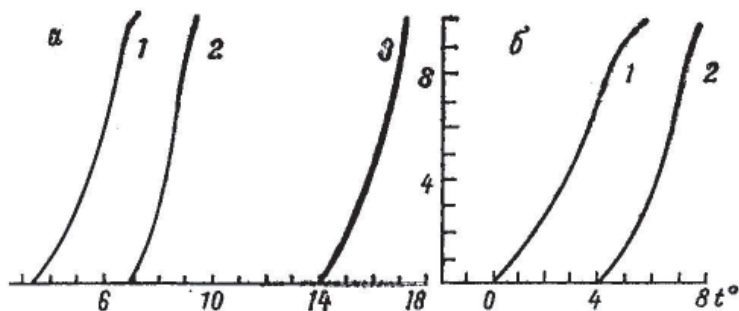


Рис. 8.3. Сочетания температуры воздуха и скорости ветра, неблагоприятные для перегона молодняка («холодные» условия – слева от кривых 1 и 2; «жаркие» – справа от кривой 3); а – летний перегон, б – осенний перегон; 1 – дни без осадков и с осадками < 5 мм; 2 – дни с осадками ≥ 5 мм; 3 – дни без осадков

состояние) и продолжительности выпаса от зоометеорологических условий была установлена методами графического, регрессионного и дискриминантного анализов. Был подтвержден комплексный характер влияния погодных условий на состояние животных.

Сопоставление характеристик дневного режима пасущихся овец позволило установить корреляционные связи с погодными условиями. Например, продолжительность невыпаса (*ПН*) овец предлагается рассчитывать по формулам:

$$ПН = 3,463x_1 + 0,281x_2 - 0,047x_3 - 0,166x_4 - 0,223, \\ R = 0,893, S = \pm 0,87r, \quad (8.1)$$

$$ПН = 3,309x_1 + 0,183x_2 - 0,0839x_3 - 0,0277x_5 + 1,412, \\ R = 0,889, S = 0,89r, \quad (8.2)$$

где R – множественный коэффициент корреляции, S – ошибка уравнения; x_i – пояснено в табл. 8.1.

Автор установил, что по размеру вкладов метеорологических элементов в дисперсию ПН летнего дня решающая роль принадлежит

высоким температурам (44 %), затем – солнечной радиации (36 %). Вклад остальных метеорологических параметров небольшой – 1...15 %.

Таблица 8.1

Показатели	Парные коэффициенты корреляции						
	x_1	x_2	x_2^2	x_3	x_4	x_5	x_6
Продолжительность выпаса	-0,701	-0,754	-0,783	0,352	0,047	0,727	0,637
Продолжительность невыпаса	0,812	0,830	0,845	-0,428	0,040	-0,760	-0,719
Отношение выпаса к общей продолжительности дня	-0,776	-0,816	-0,834	0,437	0,034	0,741	0,714

Примечание: x_1 – интенсивность суммарной радиации, кал/(см²·мин); x_2 – температура воздуха, °С; x_3 – скорость ветра, м/с; x_4 – абсолютная влажность воздуха, мбар; x_5 – относительная влажность воздуха, %; x_6 – облачность, баллы.

На рис. 8.4 представлен материал для анализа влияния основных факторов: интенсивности солнечной радиации и температуры воздуха. В табл. 8.2 показано влияние различных уровней температуры воздуха и скорости ветра.

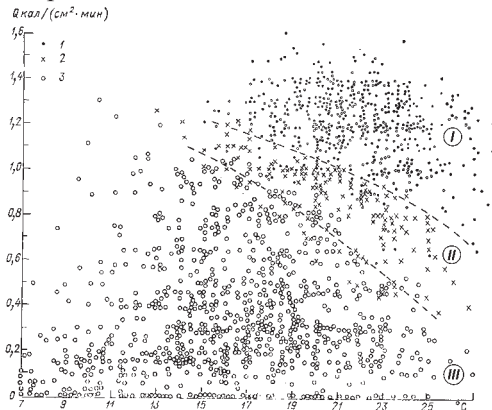


Рис. 8.4. График для оценки состояния овец в зависимости от интенсивности солнечной радиации и температуры воздуха при летнем выпасе на высокогорных пастбищах Арагацкого массива Армянской ССР. 1 – сильное угнетение; 2 – слабое угнетение; 3 – нормальный выпас овец

Таблица 8.2

Степень угнетенности на выпасах в высокогорье в зависимости от различных сочетаний температуры воздуха и скорости ветра при ясной погоде (по Еганян В.А., Варчевой С.Е., Федосееву А.П., 1980) [71]

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха	
	Степень угнетенности овец	
	сильная	слабая
0	> 18,5	16,5...18,5
2	> 19,0	17,0...19,0
4	> 21,0	18,5...21,0
6	> 22,0	19,5...22,0
8	—	21,0...23,5

Из рис. 8.4 и табл. 8.2 видно, что с возрастанием скорости ветра от 0 до 8 м/с граница неблагоприятной температуры воздуха смещается в сторону увеличения на 4,5...5,0 °С.

При температуре воздуха 15 °С и суммарной радиации 1,1 кал/(см² · мин) наблюдается слабое угнетение овец. При температуре 20 °С слабое угнетение наступает при суммарной радиации 0,85 кал/(см² · мин), полное угнетение – при 1,0 кал/(см² · мин). При высоких температурах – 23...25 °С слабое угнетение отмечается у животных при значениях радиации 0,3–0,4 кал/(см² · мин), полное угнетение – при суммарной радиации 0,8 кал/(см² · мин). При температурах воздуха 27...30 °С угнетенное состояние животных отмечается независимо от интенсивности солнечной радиации. На рис. 8.4 видно, что между зоной (I) благоприятных зоометеорологических условий для овец и зоной (III), характеризующей сильное угнетение животных, находится зона (II), в которой наблюдаются случаи как угнетенного состояния овец (III), так и нормального их состояния. То есть зона (II) является «переходной» и в целом характеризует слабое угнетение выпасающихся животных.

Дискриминантный анализ материалов полевых зоометеорологических наблюдений (Еганян В.А., 1977 [70]) был проведен Еганяном В.А., Варчевой С.Е., Федосеевым А.П. (1980) [71]. Авторы установили,

что вероятность (P) правильности разделения состояния пасущихся в высокогорье животных по метеорологическим факторам на три класса (I, II, III, см. рис. 8.4) составляет:

$$P_{I...III} = 88\%; \quad P_{I...II} = 81\%; \quad P_{II...III} = 82 \, \%.$$

Следовательно, метеорологические факторы ($x_1...x_6$) позволяют объективно оценивать состояние животных, находящихся на высокогорных пастбищах Армении; «...дискриминатор разделяет действительно различные совокупности условий, а имеющиеся данные о состоянии выпасающихся животных статистически значимо отличаются друг от друга» (Еганян В.А. и др., 1980) [71].

При сравнении выносливости различных пород овец в условиях перегрева установлено, что каракульская порода наиболее приспособлена к летним условиям пустыни, но очень чувствительна к зимним понижениям температуры воздуха.

На каракулеводческих пастбищах Средней Азии летом овцы оказываются в жестких тепловых условиях. По оценке Балабана Г.И. и Ибрагимова И.М. (1939) [31], это второй после зимней кормовой депрессии неблагоприятный фактор в условиях жизни каракульских овец. Высокая температура воздуха, отсутствие облачности и осадков, значительная инсоляция угнетающе действуют на жизнедеятельность каракульских овец, нарушают процесс терморегуляции, отрицательно действуют на газовый и энергетический обмен, дыхание, пищеварительную, сердечную и половую деятельность (Алексеева Г.И., 1953 [6]; Лысов А.М., Севастьянов Н.А., 1960 [120]; Осипов В.А., Чугункин Л.Н., 1985[140]).

Активизация деятельности всех механизмов теплоотдачи в целях сохранения теплового баланса приводит к непродуктивным энергетическим затратам питательных веществ, когда 30...45 % энергии нерационально используется на процессы терморегуляции, что является одной из причин снижения живой массы овец в летний период (Алексеева Г.И., 1953) [6].

Большой урон каракулеводству в летний период наносит заболеваемость каракульских овец пневмонией, что связано с застойными явлениями в легких при тепловой одышке (полипноэ), ухудшением питания легочной ткани из-за поверхностного дыхания и появления

в них патологических изменений (Сытдыков А.К., 1960) [171]. Особенно подвержены ей ягнята и ослабленные овцы. Заболеваемость пневмонией ягнят достигает своего максимума в июле–августе, а наибольший отход из-за нее отмечается в августе–сентябре.

Угнетение каракульских овец при отсутствии ветра в солнечную погоду наступает при температуре воздуха выше 30...31 °С. При ветре угнетенное состояние овец отмечается при более высоких значениях температуры воздуха. При температуре воздуха выше 38 °С наступает зона «перегревания» у каракульских овец (Алексеева Г.И., 1953) [6] вне зависимости от величины суммарной солнечной радиации.

Критерии оценки неблагоприятных жарких условий для каракульских овец в Узбекистане в период летнего и в начале осеннего периодов представлены на рис. 8.5, где поле правее кривой характеризует неблагоприятно жаркие условия, левее – благоприятные (Бабушкин О.Л., Никулина С.П., Шульгина Н.В., 2003) [22].

В начале осени угнетение наступает при более низких значениях температуры воздуха, по сравнению с летним периодом (рис. 8.5, кривая б). При безветрии осенью угнетение наступает при 26 °С. Различия в критериях жарких условий связаны со снижением интенсивности солнечной радиации в осенний период.

В зависимости от вида, породы животного, приспособленности его организма к определенным климатическим условиям в различных почвенно-климатических зонах критерии неблагоприятности погодных условий будут различны.

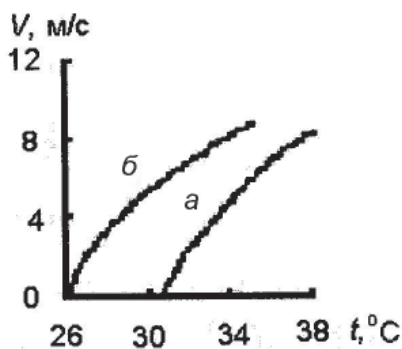


Рис. 8.5. Граничные значения сочетания температуры воздуха и скорости ветра, разделяющие благоприятные и неблагоприятно жаркие условия для каракульских овец во время лета (а) и в начале осени (б). Пустыня Кызылкум

Установлено, что в летний период при безветрии угнетение тонкорунных овец лесостепной зоны наступает при 22 °С, тонкорунных и полутонкорунных овец пустынно-степной зоны – при 24 °С, грубошерстных и полугрубошерстных овец этой же зоны – при 25 °С, а каракульских овец пустынной зоны в Казахстане, относящихся также к грубошерстным овцам, – при 27 °С (Чекерес А.И., 1965 а [188]; Бабушкин О.Л., Никулина С.П., Шульгина Н.В. , 2003 [22]). Каракульские овцы Узбекистана, выпасающиеся значительно южнее, чем казахстанские в другой климатической зоне, прекращают выпас при 30...32 °С.

Таким образом, для каждой территории каждого вида и породы животных должны быть найдены свои критерии неблагоприятных погодных условий их выпаса в летний и раннеосенний периоды.

У каракульских овец, имеющих слабо развитые потовые железы, терморегуляция в условиях высоких температур воздуха и почвы осуществляется за счет учащенного дыхания, усиливающего испарение с поверхности дыхательных путей. Посредством полипноэ в жаркий день овца испаряет до 100 г воды в час, благодаря которому обеспечивается энергичная отдача тепла. Так, при температуре воздуха около 30 °С овцы при тепловой одышке отдают во внешнюю среду до 40 % образующегося тепла, а при 40 °С и выше теплоотдача дыханием доходит до 60 % (Падучева А.Л., 1955) [142].

Явление полипноэ сопровождается значительным уменьшением его глубины и представляет «тончайший механизм уравнивания температуры внутренней среды организма с внешней средой» (Алексеева Г.И., 1960) [8]. Это дает основание считать важнейшим показателем состояния животных в жаркий период частоту дыхания. Экспериментально установлено, что при благоприятных температурных условиях овцы производят от 15 до 30 вдохов в минуту, при повышении температуры воздуха и почвы и увеличении тепловых нагрузок частота дыханий превышает 100 вдохов в минуту, а в экстремальных условиях – до 200 и более вдохов.

В условиях жаркого среднеазиатского лета максимальное использование овцами подножного корма невозможно из-за высокой интенсивности солнечной радиации, высоких дневных температур воздуха и почвы и яркого, ослепительного солнечного света и низкой влажности воздуха. Под воздействием летнего комплекса зоометеорологи-

ческих условий овец постепенно переводят на режим ночного выпаса, когда становится прохладнее и спадает угнетающее влияние насекомых. Так, в пустынях Средней Азии ночной выпас каракульских овец начинается вечером в 18 ч и с несколькими перерывами на отдых продолжается до 9 ч утра. В дневное время животных перегоняют на водопой и дневной отдых. Установлено, что круглосуточный выпас с коротким отдыхом ночью и длительным отдыхом днем способствует лучшему насыщению овец подножным кормом и сохранению упитанности животных (Кедрова С.И., 1969) [92].

В многочисленных исследованиях по физиологии пустынных животных отмечается, что адаптация к жарким условиям летнего периода происходит, в частности, у овец путем сокращения времени выпаса в дневное время, а, следовательно, и энергетических затрат на передвижение. При этом за счет меньшего потребления пищи снижается теплопродукция организма. В экспедиционных биометрических исследованиях Чекереса А.И. (1963–1965 и др.) была определена средняя продолжительность времени невыпаса, т.е. перерыва в выпасе овец (в часах) из-за неблагоприятных зоометеорологических условий летнего дня (табл. 8.3).

Характеристикой зоометеорологических условий дня служит число часов с жаркой погодой (от восхода до захода солнца).

Статистическая зависимость продолжительности дневного перерыва в выпасе от числа часов с неблагоприятной для овец жаркой

Таблица 8.3

**Продолжительность невыпаса овец в теплый период года
в различных природных зонах Казахстана
(по Чекересу А.И., 1965 б) [189]**

Природная зона	Породная группа овец	Продолжительность невыпаса, ч		
		средняя	максимальная	минимальная
Лесостепная	тонкорунные	3	8	0
Пустынно-степная	тонкорунные и полутонкорунные	6	11	2
Пустынная	грубошерстные и полугрубошерстные	5	8	2
Пустынная	каракульские	5	11	0

погодой выражена коэффициентом корреляции $0,83 \pm 0,01$ при достоверности коэффициента $0,99$ (Чекерес А.И., Рябикина Г.И., 1964) [187].

На рис. 8.6 показано изменение продолжительности дневного невыпаса (в процентах светлого времени суток) различных пород овец в некоторых природных зонах Казахстана от числа часов с жаркой погодой.

Увеличение числа часов невыпаса животных на пастбище из-за жаркой погоды также отрицательно сказывается на суточных привесах массы овец. В табл. 8.4 приведены средние значения изменения массы 50 животных, выпасающихся в пустыне Бетпакдала (Казахстан).

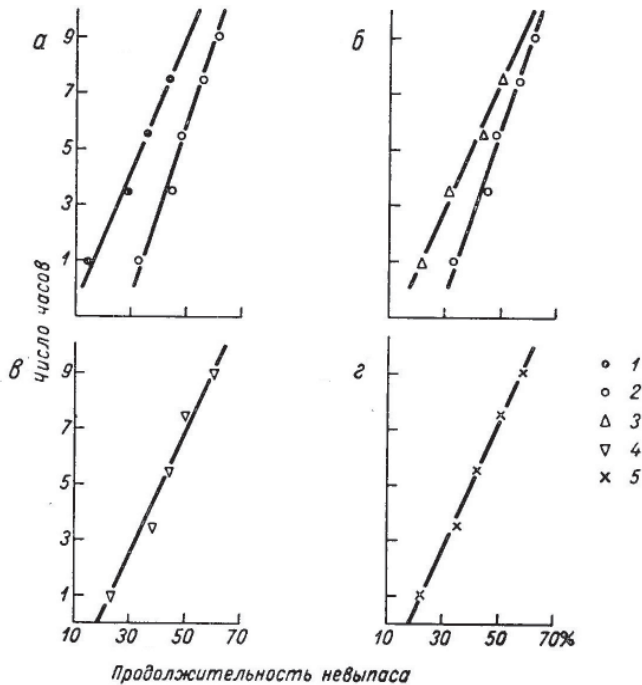


Рис. 8.6. Изменения продолжительности дневного невыпаса овец (% светлого времени суток) по породным группам и природным зонам в зависимости от числа часов с жаркой погодой: а – тонкорунные лесостепной (1) и пустынно-степной (2) зон; б – тонкорунные (2) и грубошерстные (3) пустынно-степной зоны; в – каракульские (4) пустынной зоны; г – среднее (5) по четырем породным группам (по Чекересу А.И., Рябикиной Г.И., 1964) [187]

Таблица 8.4

**Влияние продолжительности часов невыпаса овец
на суточные средние привесы из 50 подопытных животных
(по Чекересу А.И., 1973) [192]**

Число часов с жаркой погодой	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Изменение массы тонкорунных овец, кг /сутки	+0,35	+0,31	+0,24	+0,18	+0,08	-0,02	-0,15	-0,29
Изменение массы полутонкорунных овец, кг /сутки	+0,33	+0,28	+0,24	+0,20	+0,12	+0,03	-0,08	-0,23

Согласно многочисленным полевым наблюдениям за продолжительностью времени выпаса в условиях жаркой летней погоды и измерениям динамики массы конкретных животных установлено, что при выпасе в дневное время овцы, угнетенные зноем, не наедаются и быстро теряют накопленную живую массу.

При числе жарких дней за декаду менее пяти, как правило, отмечалось приращение в массе подопытных животных. При семи и более жарких дней за декаду у всех животных преобладало снижение их массы. Это подтверждает целесообразность ночного выпаса овец в пустыне, обеспечивающего положительную динамику нагула животных при наличии кормов и водопоя даже в неблагоприятных условиях всего летнего периода.

Для характеристики зооклиматических условий летнего периода Чекерес А.И. (1973) [192] предложил индекс K_d , выражающий отношение числа жарких дней (N_d) к продолжительности периода, в котором наблюдаются неблагоприятные жаркие дни (L_d). Жарким принято считать день, в который хотя бы в один из метеорологических сроков погодные условия являются неблагоприятно жаркими для овец. Этот индекс отражает «насыщенность» теплого периода жаркими днями. Он изменяется географически. Так, в северных регионах Казахстана, где неблагоприятное влияние жаркой погоды на животных наблюдается редко, K_d стремится к нулю. К югу количество жарких, неблагоприятных дней для выпасающихся животных возрастает, K_d стремится к 1. В целом на территории Казахстана этот индекс изменяется от 0,22 на севере до 0,74 – на юге республики (рис. 8.7).

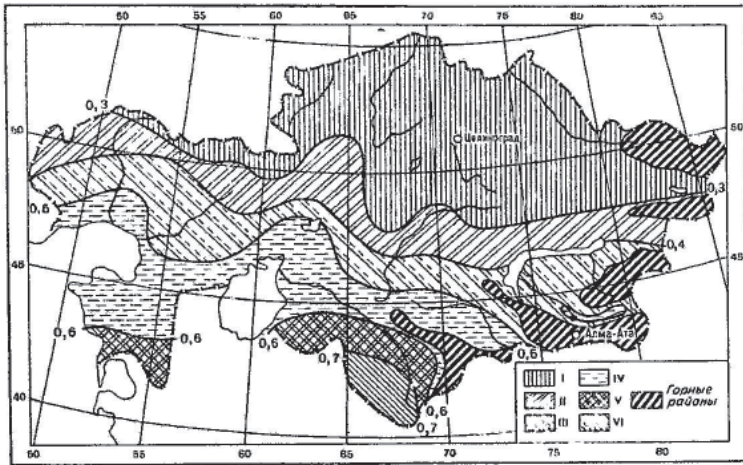


Рис. 8.7. Зональная характеристика зооклиматических условий Казахстана применительно к летнему выпасу овец: I – $K \leq 0,30$; II – $K = 0,31 \dots 0,40$; III – $K = 0,41 \dots 0,50$; IV – $K = 0,51 \dots 0,60$; V – $K = 0,61 \dots 0,70$; VI – $K \geq 0,71$ (по Чекересу А.И., 1965 б) [189]

Применительно к каракульской породе овец в Узбекистане (пустыня Кызылкум) установлено среднее число неблагоприятно жарких дней с различной продолжительностью жарких условий (табл. 8.5). Самые неблагоприятные условия создаются в июле, когда отмечается наибольшее количество жарких дней. Общее число неблагоприятных жарких дней (ЧНЖД) в этот месяц по большей части территории превышает 25, а на севере территории колеблется от 19 до 23 дней. Среднее число дней с продолжительностью жарких условий более 6 ч почти по всей территории, исключая северные районы, превышает 12, достигая в районе Нуратинских гор 17 дней.

В отдельные годы количество дней с жаркими условиями свыше 6 ч изменяется в целом за три летних месяца от 6 до 63. Наиболее жаркие условия наблюдались в 1984 году, когда за лето почти по всей территории отмечено максимальное ЧНЖД от 27 в северных районах Кызылкума и до 63 – в районе Нуратинских гор. В этот год были отмечены дни, когда продолжительность неблагоприятных жарких условий составляла более 12 часов.

Таблица 8.5

**Среднее число неблагоприятно жарких дней (1966–2000 гг.)
с различной продолжительностью неблагоприятных условий
(по Бабушкину О.Л., Сумочкиной Т.Е., Ситниковой М.В., 2007) [25]**

Районы Кызыл- кума	Июнь	Июль	Август	Июнь	Июль	Август	Июнь	Июль	Август
	Всего			Более 3 ч			Более 6 ч		
Северо- западный	16,1	22,6	17,4	10,2	17,2	12,7	5,8	12,0	7,0
Север- ный	13,7	19,3	15,1	8,7	13,4	10,2	5,1	8,1	5,2
Запад- ный	19,6	28,4	21,9	14,2	21,3	16,4	8,8	14,8	9,9
Цент- ральный	18,5	24,9	20,9	13,0	20,3	16,0	8,5	14,3	9,2
Восточ- ный	19,2	25,6	22,2	14,8	21,0	17,4	8,6	14,7	9,5
Нуратин- ский массив	19,3	26,0	22,4	15,2	23,4	18,9	9,9	17,1	11,4
Южный	21,5	27,4	23,4	17,3	23,4	19,5	10,9	15,5	10,0

Раз в десятилетие в северных районах Кызылкума ЧНЖД с продолжительностью неблагоприятных условий более 6 ч составляет 25 дней, достигая 33 в северо-западной его части. В центральных и восточных районах их количество повышается до 39...43 дней. На крайнем юге Кызылкума, в западной его части, а также в полупустынных районах число жарких дней такой обеспеченности достигает 45...48 (табл. 8.6).

Средние из максимальных тепловых нагрузок за период 1969–2000 гг. составили в мае от 117,5 Вт на севере Кызылкума до 135,9 Вт на юге; в июле – от 117,3 до 126,4 соответственно; в сентябре – от 101,2 до 119,2 Вт. В мае овцы, оказавшиеся после стрижки, испытывали наибольшие тепловые нагрузки. В июле в результате отрастания шерстного покрова на животных такие нагрузки оказались ниже майских, хотя уровень максимальных

температур воздуха был значительно выше, чем в мае. Следствием естественного снижения температурного фона в сентябре тепловые нагрузки на животных, находящихся на выпасах, становятся более низкими.

Ход максимальных значений тепловых нагрузок за исследованные 40 лет, наряду с межгодовыми колебаниями, имеет тенденцию к увеличению, что связано с потеплением климата (Бабушкин О.Л., Никулина С.П., Шульгина Н.В., 2003) [22].

Таблица 8.6

**Среднее число неблагоприятно жарких дней для овец в летний период различной обеспеченности за 1966–2000 гг.
(по Бабушкину О.Л. и др., 2007) [25]**

Районы Кызылкума	Обеспеченность, %						Среднее
	10	20	40	50	70	90	
Более 3 ч							
Северо-западный	48,0	45,0	40,0	37,5	32,0	25,5	40,6
Северный	41,0	36,5	30,5	28,0	24,0	18,5	32,4
Западный	64,0	60,5	54,0	50,0	43,0	29,0	52,0
Центральный	64,0	60,0	54,0	52,0	47,0	35,0	54,9
Восточный	62,0	58,5	55,0	52,5	46,5	36,0	53,3
Нуратинский массив	72,5	68,0	60,0	55,5	47,5	37,5	57,6
Южный	70,0	66,0	60,0	57,5	53,5	46,0	60,4
Более 6 ч							
Северо-западный	33,0	29,5	25,0	20,0	15,0	10,0	24,8
Северный	25,0	21,5	16,5	14,5	11,5	7,0	18,4
Западный	46,0	42,0	38,0	32,0	23,5	13,5	33,5
Центральный	40,0	36,5	32,0	31,0	28,0	17,0	31,5
Восточный	39,0	36,5	32,0	30,5	28,0	15,5	32,8
Нуратинский массив	47,5	43,0	39,0	37,0	29,0	23,0	38,6
Южный	45,5	43,0	38,0	35,5	30,0	20,0	36,4

Названными авторами были выполнены оценочные расчеты тепловых нагрузок, которые испытывают животные в летний жаркий период. Расчеты проводились по методу теплового баланса животных (Айзенштат Б.А., 1974) [2] на материалах наблюдений (1960–2000 гг.) сети метеорологических станций, расположенных в пустынной зоне Узбекистана. Было количественно установлено, что тепловые нагрузки достаточно тесно связаны с уровнем температуры воздуха. Уравнения регрессии для различных периодов представлены авторами в следующем виде на обширном материале (304 случая):

а) для нестриженных овец весной:

$$Y = 4,92 x - 50,98; \quad r = 0,90; \quad S_y = 6,03; \quad (8.3)$$

б) для летнего периода:

$$Y = 4,08 x - 50,86; \quad r = 0,92; \quad S_y = 4,05; \quad (8.4)$$

в) для периода осенней стрижки:

$$Y = 5,56 x - 89,29; \quad r = 0,95; \quad S_y = 5,27, \quad (8.5)$$

где x – средняя максимальная за декаду температура воздуха, °С; Y – тепловая нагрузка, Вт; S_y – ошибка уравнения.

Эти уравнения показывают, что при одинаковых изменениях температуры воздуха для стриженных овец (по сравнению с нестриженными животными) происходят более значительные изменения величины тепловой нагрузки. Например, для стриженных овец при возрастании температуры воздуха на 1°С повышение тепловой нагрузки составляет 4,9...5,6 Вт, а для нестриженных животных – 4,1 Вт. По мнению авторов, в связи с потеплением климата возможно увеличение тепловых нагрузок на животных, находящихся на пустынных пастбищах в летний период.

8.2. Особенности водного режима сельскохозяйственных животных, находящихся на пастбищах в летний период

Исторически использование пастбищной растительности в пустынях и полупустынях Средней Азии и Казахстана определяется не только состоянием и качеством растительного покрова, но и в значительной степени наличием водных источников (естественных водоемов, колодцев, водоводов, доставка воды водовозами к пунктам

водопоя и т.п.). Такие источники обеспечивают водопой сельскохозяйственных животных и водопользование пастушьих (чабанских) бригад. Размещение овечьих отар на пастбищах планируется с учетом дебита водных источников и сезонных запасов кормов на прилегающих пастбищных массивах.

Вода и минеральные соли создают в основном внутреннюю среду организма, являясь основной частью плазмы, лимфы и тканевой жидкости (Маркосян А.А., 1949) [122]. Вода в организме теплокровного животного является основой для всего физиологического цикла: реакций растворения, обмена минеральными солями, гидролитических расщеплений. Вода – важнейший растворитель переваренных питательных веществ и конечных продуктов обмена веществ. С водой переносятся сложные продукты, вырабатываемые железами внутренней секреции, с водой выделяются излишки тепла путем испарения с поверхности кожи и органов дыхания. *Отношение количества потребляемой воды к количеству выведенной (в единицу времени, например сутки) называется водным балансом организма.* Для нормального функционирования всех физиологических систем животного необходимо, чтобы приход воды полностью покрывал ее расход, иначе при отрицательном балансе воды наступают серьезные нарушения водно-солевого баланса организма. Полное обновление воды в теле овцы при низких температурах в среднем происходит за 7...10 дней, при высоких температурах – в пределах 3...5 дней (Слоним А.Д., 1966) [164]. Вода и минеральные соли должны непрерывно поступать в организм, т.к. деятельность всех органов выделения (почек, потовых желез, легких и пищеварительного тракта) сопровождается не только потерей воды, но и выведением из организма значительного количества солей. Нарастающий недостаток солей в клетках организма усиливает чувство жажды, именно поэтому жажда не снижается при употреблении дистиллированной воды.

Кедрова С.И. (1969) [92] отмечает, что содержание воды в теле овец различного возраста и упитанности колеблется в пределах 35,2...57,3 %. В теле жирных, старых овец ее меньше, чем у тощих и ягнят. Вода в эмбрионе в начале развития составляет 95...97 %. Вода в организме распределяется неравномерно. Наибольшее количество ее имеется в мышцах, в крови содержится 8,3 % всего количества в организме.

Не только отсутствие воды, но и нерегулярный водопой очень вредно отражается на состоянии и развитии ягнят. Ягнята начинают пить воду уже с двухдневного возраста. В первые дни после рождения они выпивают только несколько глотков, а в четырехмесячном возрасте, в июле, уже до 3,5 литров на голову в сутки.

Овцы должны быть обеспечены водой в зависимости от их потребности с учетом климатических и кормовых условий. Недостаток воды в теле плохо переносится всеми животными, в частности каракульской овцой, являющейся наиболее приспособленной к обитанию в условиях жаркого климата среди других сельскохозяйственных животных. Например, если при голодании эта порода выдерживает потерю в массе до 40 %, то при длительной жажде потеря всего 10 % массы вызывает сильное ослабление организма, а при потере 33 % массы наступает гибель животного.

В различные сезоны и месяцы года, в зависимости от температуры и влажности воздуха, от режима выпадения и количества осадков, потребность выпасающихся животных в воде различна. Эта потребность неодинакова для видов и пород скота, возраста и состояния животных. Например, на каждый килограмм сухого вещества корма в условиях умеренных температур воздуха коровы потребляют 4...6, лошади и овцы – 2...3, свиньи – 7...8 литров воды. Вода, поступившая с кормом в организм, всасывается в желудочно-кишечном тракте, через печень попадает в круг кровообращения. Из капилляров она переходит в ткани, а ткани выделяют воду обратно в кровеносную систему. Кроме этого кругооборота, вода из клеток тканей поступает частично в межклеточные пространства, в лимфатические сосуды и затем вновь через почки возвращается в кровеносную систему. Этот механизм обеспечивает перемещение воды и питательных веществ плазмы из кровеносного русла в ткани и поступление в кровь продуктов тканевого обмена (Кожебеков З.К., 1991) [98].

Немаловажное значение имеет степень сочности (влажности) поедаемого корма. Экспериментально показано, что влага, попадающая в организм овцы с сочным подножным кормом, лучше усваивается в процессе пищеварения, чем сухие остатки растений.

Алексеева Г.И. (1953) [6] установила, что для водного баланса каракульской овцы безразлична форма поступления воды в организм животного: влага, содержащаяся в растениях в период вегетации,

и вода, поступающая при водопое, имеют различное воздействие на рефлекторный процесс организма, связанный с деятельностью центральной нервной системы животного.

Для поддержания нормального состояния выпасающимся животным необходим ежедневный водопой, особенно в жаркие месяцы года. В весенний период, когда в зеленых растениях травяного покрова содержится от 88 до 71 % влаги, потребность в водопое животных снижается. В осенние месяцы при влажности подножного грубого корма 46...15 % такая потребность заметно возрастает.

Считается установленным, что на 1 кг сухого корма овца потребляет в среднем 2...3 литра воды. В условиях среднеазиатских пустынь практикуется и разреженный (не ежедневный) водопой овец: осенью – через 1...2 дня, зимой – в зависимости от осадков – через 1...10 дней, весной – через 1...3 (7...10) дней, а также в зависимости от выпадающих осадков. Летом, в наиболее жаркий период практикуется двукратный водопой (утром и вечером) при ночном выпасе животных.

В условиях каракулеводческих хозяйств пустынь Средней Азии для водопоя овец обычно используют шахтные колодцы. Вода из них по санитарным требованиям является наилучшей. Поднимается она из колодцев с помощью ленточных водоподъемников.

Температура воды из колодцев осенью и зимой равняется 11...14 °С, весной – 17...21 °С, летом – 17...24 °С. Незначительные колебания температуры колодезной воды по сезонам года при водопое овец имеют большое значение для их здоровья. Зимой такая температура воды позволяет избежать переохлаждения и простудных заболеваний, летом приводит к большой теплоотдаче организма в знойный период, что снижает повышенные тепловые нагрузки в это время.

Известными учеными в области ведения пастбищного хозяйства в пустыне Каракумы Нечаевой Н.Т. и Мосоловым И.А. (1953) [132] была разработана схема времени водопоя животных, продолжительности выпаса и дневного отдыха в различные сезоны года. В жаркий период года они рекомендовали применение двухразового водопоя в течение суток. При этом основная продолжительность выпаса – ночного, а утреннего и вечернего – незначительна; днем в самое жаркое время овцы вынуждены отдыхать по 6...8 часов вблизи колодца. Эти рекомендации используются и поныне.

По данным Кедровой С.И. (1969) [92], в зимний период поедание овцами сухого травостоя приводит к раздражению слизистой оболочки полости рта, что вызывает постоянную потребность в ее увлажнении. Поэтому при залегании снежного покрова животные в течение часа захватывают снег от 70 до 100 раз по 3...4 г за один прием, что составляет 210...300 г за час или около 2 литров воды за 6 часов выпаса. Для нагревания съеденного снега до температуры тела затрачивается тепло организма. При нагревании 2...3 литров холодной воды овца расходует 70 ккал (293 кДж) тепла. Такая потеря тепла нарушает нормальное течение физиологических процессов и может привести к простудным заболеваниям.

В весенние месяцы, когда кратковременные ливневые осадки создают дождевые лужи на такырах, овцы пользуются этой водой, что опасно возможностью их заражения глистными инвазиями.

Физиологами и экологами подробно изучены предельно допустимые концентрации соли в воде, пригодной для питья сельскохозяйственными животными. Согласно исследованию Минервина В.Н. (1955) [123] оценка качества питьевой воды для водопоев животных, выпасающихся в пустыне, проводится по плотному остатку солей (табл. 8.7). По его материалам многолетних детальных наблюдений в пустыне Каракумы суточное количество воды, используемое овцами, зависит от условий погоды, состояния подножного корма и самого животного. Так, в период с конца марта до середины апреля при наличии зеленого, активно вегетирующего растительного покрова водопойная потребность овец в среднем на одну голову составляла 0,9...2,5 литра в сутки. Потребность в воде овцы, выкармливающей молоком ягненка, почти вдвое выше, чем суягно⁵ животного.

Т а б л и ц а 8.7

Характеристика питьевой воды для водопоя сельскохозяйственных животных в пустыне (по Минервину В.Н., 1955) [123]

Характеристика качества воды	Плотный остаток, г/л
Пресные воды, пригодные в течение всего года	до 2
Слабозасоленные (солончатые), пригодные в течение всего года	до 6
Засоленные, годные только осенью и зимой	до 13
Засоленные, годные только зимой	13...16
Чрезмерно засоленные, не пригодные для водопоя	> 16

⁵Суягное – беременное животное.

В суховейные дни второй половины апреля и в первую-вторую декады мая их суточная потребность в воде увеличивается до 2,8...5,1 литра. С наступлением устойчивой жаркой погоды и по мере усыхания зеленого разнотравья жажда животных возрастает до 8...12 (до 16) литров воды в сутки. Такая динамика связана с тем, что теплая, сухая погода повышает интенсивность водного обмена у животных, которые получают возможность выборочного поедания трав различной сочности и калорийности. Вторая половина весны – время наиболее эффективного пастбищного откорма овец и быстрого нагула животных – характеризуется наиболее благоприятными зоометеорологическими условиями, когда отсутствуют угнетающие их состояние высокие температуры воздуха и почвы, высокие значения солнечной радиации и суховейные явления.

По данным Алексеевой Г.И. (1953) [6] в среднем за два года наблюдений каракульские овцы выпивали зимой 2, весной 1,9, летом 6,3, осенью 2,8 литра воды на голову в сутки. При этом во влажный год потребление воды варьировало от 0,7 в декабре до 5 литров в июле, а в сухой год – от 1,6 в апреле до 7,5 литров в июле.

Практика ведения многовекового пустынного овцеводства привела к выработке у животных возможности и даже потребности в использовании воды, содержащей более высокие концентрации солей. Этому способствовало и то обстоятельство, что содержание солей в воде колодцев обычно повышается от весеннего, влажного периода, к сухому летнему и осеннему и даже зимнему периодам. Такой режим изменения степени солёности воды в колодцах сочетается и с динамикой влажности (сочности) подножного корма и содержания в нем солей. Весенние зеленые травы обычно содержат незначительное количество солей, а летние и особенно осенне-зимние травы и полукустарники (различные солянки, полыни и др.) отличаются высоким содержанием солей. В этой связи в весенний период в организм пасущихся животных поступает значительно меньше солей, чем в осенне-зимнее полугодие. По мнению физиологов, поддержание нормального водно-солевого обмена у пустынных животных тесно связано с режимом их водопотребления.

На солевое равновесие в организме пустынных животных одновременно воздействуют два фактора: значительные потери воды, связанные с испарением (терморегуляцией), и значительное содержание

солей в воде и в пустынных растениях. Эти влияния отражаются на водно-солевом обмене сельскохозяйственных животных. Так, в крови каракульских овец содержание хлористого натрия повышалось в летние месяцы, по сравнению с зимними, с 459 до 683 мг (Слоним Д.А., 1962) [162].

Еще одним механизмом «экономного расхода влаги» у пустынных копытных животных является снижение ее потерь при выдыхании. Например, при редком водопое (один раз в три дня) у каракульской овцы происходит снижение потерь влаги через легкие, по сравнению с животными, имеющими ежедневный неограниченный водопой: в апреле – на 1,4 %, а в июле на – 23,2 %. Однако при длительном обезвоживании организма происходит отравление продуктами обмена веществ, особенно азотистого, и как следствие – гибель животного.

Таким образом, правильно организованный водопойный режим сельскохозяйственных животных, учитывающий их видовые, породные (биологические) особенности на фоне складывающихся зоометеорологических условий каждого конкретного года, является обязательным зоотехническим приемом выращивания здорового и продуктивного поголовья скота.

8.3. Зооклиматические условия осеннего выпаса овец и проведения хозяйственных мероприятий в овцеводстве

Осенний период в условиях засушливых регионов страны наступает в середине – конце сентября или в октябре, в зависимости от географического расположения пастбищных угодий и высоты над уровнем моря. Он характеризуется не только спадом дневной жары, сокращением светлой части суток, более прохладным ночным временем суток, но и переходом выпасаемого поголовья на иной подножный корм, в основном это высохшее разнотравье и различные формы солянок (однолетние травы, полукустарники и кустарники), в фитомассе которых содержится большое количество различных солей.

Осенний сезон в овцеводстве – время проведения таких хозяйственных мероприятий, как осенняя стрижка овец, перегон их на равнинные пастбища, проведение случной кампании, нагул овец к началу перезимовки.

Отары овец, находящиеся в горных районах, с наступлением утренних заморозков перегоняются в равнины, в места расположения

животноводческих ферм. Процесс перегона многочисленных отар овец ежегодно связан с риском наступления резких похолоданий, особенно на высокогорных перевалах. Известны случаи массовой гибели животных, застигнутых в пути метелями и снежными заносами при отрицательных температурах. Поэтому подразделения гидрометеорологических служб проводят обеспечение специализированной информацией о сложившихся условиях и краткосрочными прогнозами об ожидаемых погодных условиях на трассах перегона.

Успешность перегона зависит от своевременного начала движения многочисленных отар по трассам, степени упитанности, состояния животных (остриженных, неостриженных) и благоприятности погодных условий. Если осенняя стрижка проведена до начала перегона, то вероятность заболеваний и даже гибели животных от переохлаждения возрастает.

В случаях, когда проводится перегон неостриженных овец, неблагоприятные условия создаются в дни с осадками 5 мм и более при отрицательных или слабоположительных температурах воздуха, особенно при скорости ветра не более 10 м/с. Установление на горных перевалах снежного покрова высотой 20 см и более делает невозможным перегон скота. Мокрый снег, дождь, особенно гололедные явления, затрудняют, а в экстремальных условиях и останавливают перегон отар, что при отсутствии подножного корма приводит к значительным потерям летнего нагула (привеса) животных и даже к их массовой гибели. Из-за плохой устойчивости овец на горных тропах осадки, промачивающие почву на 3...5 см, создают опасные условия для передвижения животных. В период осеннего перегона опасными также являются сильные ветры в сочетании с дождем. В дни без осадков в период перегона животных при температуре воздуха около 0 °С и со слабым ветром (1...3 м/с) или при температуре 6...8 °С и ветре 10 м/с и более погода является неблагоприятной для большинства пород овец.

Жаркая погода в дневные часы (17...18 °С) усложняет условия перегона, поскольку быстро утомляет животных. Если при этом они попадают в холодные струи высокогорного ветра, возникают массовые простудные заболевания овец.

Критерии для оценки условий весеннего и осеннего перегона овец представлены на рис. 7.13 (глава 7). При соблюдении зоотехнических

норм ведения овцеводства осеннюю стрижку животных проводят за 35...45 дней до установления осенне-зимних холодов. Продолжительность этого важного хозяйственного мероприятия не должна превышать 10...15 дней. Опоздание в сроках проведения осенней стрижки овец приводит к развитию массовых простудных заболеваний животных, не успевающих обрасти шерстью (не менее 1 см) до наступления периода холодных осенних дождей и заморозков. В течение 20...30 дней после стрижки и особенно в течение первых 7...10 дней животные наиболее восприимчивы к осенним неблагоприятным условиям погоды. В отдельные годы еще до наступления устойчивого осеннего ненастья не исключены непродолжительные похолодания, которые могут причинить вред состоянию животных в первые дни после их стрижки. Поэтому после осенней стрижки практикуется выпас животных в непосредственной близости к местам укрытий животных в случае вторжения неблагоприятных условий погоды (Конюхов Н.А., 1957 [104]; Чекерес А.И., 1972 [191]).

Следствием ранних сроков осенней стрижки овец становится значительный недобор в заготовке ценного сырья – шерсти. Таким образом, продолжительность содержания овец на летних пастбищах определяется состоянием пастбищ, особенностями погодных условий в районах выпаса, в период стрижки и на трассах перегона, а также от хозяйственных решений о выборе сроков стрижки и перегона.

Конюховым Н.А. (1957) [104] установлено, что в условиях равнинного Казахстана даты наступления неблагоприятной для стриженных овец холодной погоды совпадают со средними датами устойчивого перехода средних суточных температур воздуха через +5 °С в сторону понижения; отклонения обычно не превышают 1...2 дня (рис. 8.8).

Вследствие этого к осенней стрижке овец необходимо приступать за 50 дней до этого срока. В различных регионах овцеводства эти сроки, естественно, неодинаковы.

До начала устойчивого периода с холодной погодой не исключены непродолжительные похолодания, которые могут причинить значительный вред овцам в первые дни после стрижки.

На осенних пастбищах юга и юго-востока Казахстана в среднем многолетнем период с неблагоприятной холодной погодой устанавливается в 3-й декаде октября. В годы с ранней осенью это явление опережает средние даты на 15...25 дней, а в годы с поздней осенью

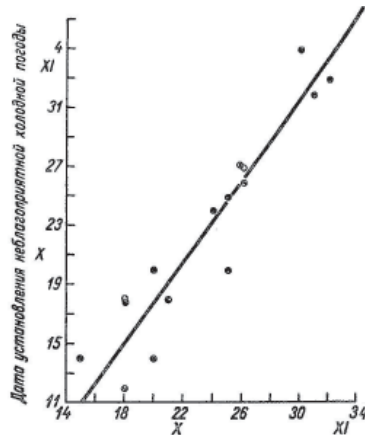


Рис. 8.8. Связь сроков установления неблагоприятной холодной погоды с датой перехода средней суточной температуры воздуха через 5 °С осенью (по Конюхову Н.А, 1957) [104]

отстает на 10...20 дней. В зависимости от складывающихся метеорологических условий в первом случае (холодная осень) осеннюю стрижку необходимо заканчивать в 1-й декаде сентября, а во втором (теплая осень) – в начале октября (Чекерес А.И., 1973) [192].

Осень для каракульских овец в Узбекистане является наиболее спокойным по погодным условиям сезоном. К началу осени проводится отбивка ягнят от овцематок и перевод их полностью на подножный корм. Это позволяет организму овец более полно использовать питательные вещества пастбищной растительности. В результате повышается их упитанность, чему способствует и уменьшение тепловых нагрузок в связи со снижением температуры воздуха.

Осенью отмечаются как неблагоприятно жаркие, так и неблагоприятно холодные для овец дни. Особенно неблагоприятны они для стриженных овец. Оценка метеорологических условий для них проводится по соответствующим критериям для стриженных овец в весенний период (см. рис.7.13, глава 7). Жаркие дни с продолжительностью неблагоприятных условий в течение более 3...6 ч в сутки наблюдаются в основном в сентябре. В октябре их повторяемость незначительна (табл. 8.8). Среднее декадное количество жарких дней сокращается от 9,3...5,1 в 1-ю декаду сентября до 0,8... 0,0 – в конце октября.

Т а б л и ц а 8.8

**Среднее число неблагоприятных жарких дней за осенний период
различной продолжительности (1966–2000 гг.)
(по Бабушкину О.Л. и др., 2007) [25]**

Районы Кызылкума	Сентябрь			Октябрь		
	1	2	3	1	2	3
Всего						
Северо-западный	6,2	5,1	3,9	0,8	0,2	0,1
Северный	6,0	5,4	3,9	1,1	0,2	0,2
Западный	7,1	6,4	5,6	2,0	0,7	0,4
Центральный	7,1	6,3	4,8	1,6	0,6	0,4
Восточный	6,8	6,1	5,0	2,2	1,0	0,5
Нуратинский массив	8,2	6,5	5,4	2,1	0,8	0,5
Южный	9,3	8,7	7,9	3,2	1,9	0,8
Более трех часов						
Северо-западный	4,5	3,6	2,6	0,5	–	–
Северный	4,3	3,9	2,8	0,7	–	–
Западный	5,8	5,0	3,8	1,4	0,3	0,2
Центральный	5,8	5,2	3,5	1,2	0,2	0,2
Восточный	5,8	5,2	3,7	0,9	0,2	0,4
Нуратинский массив	6,8	5,7	4,1	1,4	0,4	0,3
Южный	8,8	8,0	6,9	2,2	0,9	0,4
Более шести часов						
Северо-западный	2,7	1,7	1,5	–	–	–
Северный	2,3	2,2	1,4	0,2	–	–
Западный	3,9	3,0	1,8	0,5	–	–
Центральный	3,8	2,8	1,6	0,3	–	–
Восточный	5,4	3,4	1,9	0,3	–	–
Нуратинский массив	5,4	4,1	2,1	0,5	–	–
Южный	6,9	5,7	4,5	1,0	–	–

Число наиболее жарких дней, когда продолжительность жарких условий в течение суток составляет не менее 6 ч, снижается от 6,9...2,0 в начале сентября до 1,0...0,0 дня – в начале октября. Среднее число жарких дней по территории за осенние месяцы имеет характер, близкий к зональному распределению.

Наряду с жаркими условиями стриженные каракульские овцы сильно подвержены воздействию холода. В первую очередь это относится к значительным понижениям температуры воздуха, которые могут привести к стрессу от холода, снижению упитанности овец и простудным заболеваниям.

Из-за этого ухудшается их подготовленность к условиям перезимовки. К началу ноября стриженные овцы обрастают настолько, что могут спокойно переносить ноябрьские похолодания.

В сентябре по большей части пастбищной территории преобладают благоприятные дни. Только в северных районах в 3-й декаде сентября количество неблагоприятно холодных дней в среднем составляет 0,6...0,9. В отдельные годы в этих районах отмечались случаи по 3...5 неблагоприятных холодных дней подряд. К концу октября в Кызылкуме среднее их количество увеличивается: в южных районах до 2,6 и до 7,0 дней – в северо-западных районах (табл. 8.9).

Поскольку холодные условия отрицательно действуют на стриженных овец, было проведено исследование для обоснования оптимальных

Таблица 8.9

**Среднее число неблагоприятных холодных дней осенью
за период 1966–2000 гг. (по Бабушкину О.Л. и др., 2007) [25]**

Районы Кызылкума	Сентябрь			Октябрь		
	1	2	3	1	2	3
Северо-западный	0	0	0,6	3,0	4,1	7,0
Северный	0	0,2	0,9	2,4	3,0	5,4
Западный	0	0,1	0,2	1,3	2,2	4,5
Центральный	0	0,1	0,1	0,6	1,7	3,4
Восточный	0	0,0	0,4	1,5	2,7	4,7
Нуратинский массив	0	0	0,1	0,4	1,3	2,8
Южный	0	0	0,1	0,4	1,8	2,6

сроков проведения осенней стрижки. Выбор сроков диктуется простым расчетом: обеспечить максимально возможный настриг шерсти, для этого следует проводить стрижку как можно позже. С другой стороны, за время после стрижки шерсть на животных должна отрасти настолько, чтобы первые осенние похолодания не оказали на них пагубного воздействия. Установлено, что грубошерстные породы овец, к которым относятся и каракульские овцы, необходимо стричь за 30...35 дней до наступления неблагоприятной холодной погоды (Конюхов Н. А., 1957) [104]. Основным фактором, определяющим время проведения осенней стрижки, являются сроки наступления похолоданий, неблагоприятно воздействующие на стриженных овец. Для определения этих сроков необходимо знать декаду, начиная с которой преобладают неблагоприятно холодные условия. Декада наступления неблагоприятно холодной погоды в многолетнем разрезе определяется по времени наступления таких условий в 50 % лет. Повторяемость их наступления для стриженных овец осенью представлена в табл. 8.10.

В сентябре на большей части территории пустыни Кызылкум преобладают благоприятные дни. В первой декаде сентября были зафиксированы единичные случаи с ранним похолоданием только в отдельных районах северной и центральной части Кызылкума. К концу сентября повторяемость неблагоприятно холодных условий возрастает в северных районах до 28...36 %, южнее – до 5...21 % лет. Наиболее

Таблица 8.10

Повторяемость (%) холодных условий погоды для стриженных овец за период 1966–2000 гг. (по Бабушкину О.Л. и др., 2007) [25]

Районы Кызылкума	Сентябрь			Октябрь		
	1	2	3	1	2	3
Северо-западный	0	0	28	92	92	100
Северный	4	12	36	80	92	96
Западный	0	8	8	52	68	100
Центральный	0	12	12	32	60	80
Восточный	0	4	21	71	71	92
Нуратинский массив	0	3	10	35	58	83
Южный	0	3	5	28	52	83

благоприятными в этом отношении оказались центральные районы (8 %) и крайний юг Кызылкума (5 %).

В октябре количество холодных дней увеличивается. В первой декаде на значительной части этой пустыни повторяемость неблагоприятно холодных условий превышает 50 % лет, а на крайнем севере достигает 80...92 %. В конце октября повторяемость таких условий составляет не менее 80 %.

Исходя из этого выделяются следующие средние сроки проведения осенней стрижки, которые должны корректироваться в зависимости от сложившихся погодных условий конкретного года (рис. 8.9).

В северных районах пастбищной территории стрижку овец следует завершать до конца августа. Южнее, вплоть до 40° с. ш., стрижка может проводиться, включая 1-ю декаду сентября. В центральных и восточных районах пастбищной территории она должна быть закончена в первых числах сентября. В районе Нуратинских гор и на крайнем юге Кызылкума (южнее 40° с.ш.) климатические условия позволяют проводить стрижку до середины сентября.



Рис. 8.9. Сроки проведения осенней стрижки каракульских овец: 1 – 2-я декада августа; 2 – 3-я декада августа; 3 – 1-я декада сентября; 4 – 2-я декада сентября (по Бабушкину О.Л. и др., 2007) [25]

В Туркменистане выделено пять зон со сроками окончания осенней стрижки овец (рис. 8.10). Самое раннее завершение стрижки характерно для районов предгорий Карабиля. Здесь овцы должны быть острижены в 3-й декаде августа. Если стрижка будет проводиться в более поздние сроки, то велика вероятность, что ежегодно (за редким исключением) овцы будут подвергаться воздействию умеренно холодной погоды до того, как их шерсть отрастет на 1 см.

В 1-й декаде сентября стрижка должна быть закончена в урочище Бадхыз, в Северных (Заунгузских) Каракумах и в юго-восточной части Центральных Каракумов. На остальной территории Центральных и Юго-Восточных Каракумов стрижку необходимо завершить во 2-й декаде сентября, на подгорной равнине Копетдага и в Юго-Западной Туркмении – в 1-й декаде октября.

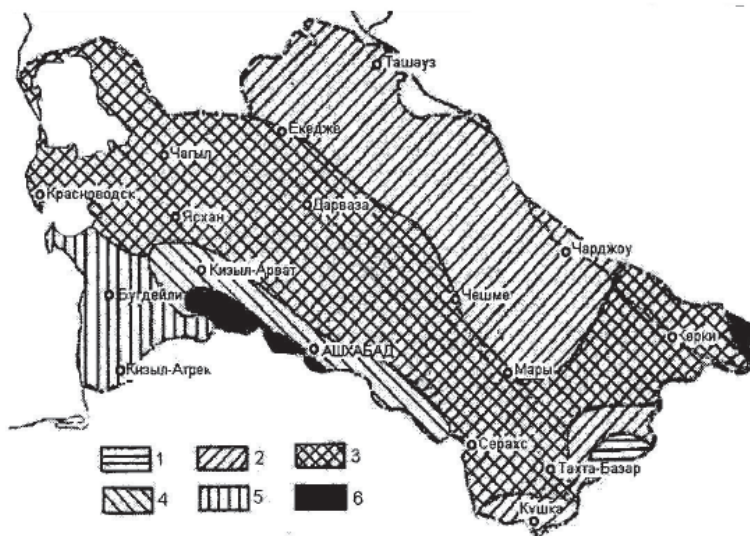


Рис. 8.10. Целесообразные по погодным условиям сроки окончания осенней стрижки овец: 1 – 3-я декада августа; 2 – 1-я декада сентября; 3 – 2-я декада сентября; 4 – 3-я декада сентября; 5 – 1-я декада октября; 6 – горные районы (по Орловскому Н.С., Волосюк З.И., 1974) [139]

8.4. Теоретические основы моделирования влияния погодных условий на продуктивность овец

Как уже отмечалось выше, в исследованиях А.П. Федосеева, А.С. Утешева, Н.А. Конюхова, А.И. Чекереса, Е.К. Балакирева и др., в 60...70 гг. прошлого столетия были созданы научные основы качественной зоометеорологической оценки состояния выпасающихся сельскохозяйственных животных. Методы таких оценок были ориентированы применительно к различным породам и возрастным категориям овец для основных регионов овцеводства в стране. Путем проведения сопряженных наблюдений за поведением и состоянием выпасающихся животных и погодными условиями были выявлены критерии, характеризующие степень благоприятности погодных условий для выпаса животных в различные сезоны года, для проведения хозяйственных мероприятий, таких, как перегон скота на новые пастбищные массивы, профилактическое купание животных, проведение весенней и осенней стрижки и др.

В ряде отечественных и зарубежных работ приведены результаты изучения составляющих теплового и радиационного баланса сельскохозяйственных животных, в том числе и овец, а также изучены их энергетические потребности в онтогенезе и сделаны попытки моделирования процессов их роста (Bond T.E., Kelly C.F., 1960 [203]; Ярошевский В.А., 1968 [201]; Айзенштат Б.А., 1974 [2]; Ханин М.А., 1982 [182] и др.).

Опираясь на синтез основных результатов этих исследований и достижений современной агрометеорологии в области моделирования продукционного процесса растений, была создана одна из версий динамико-статистической модели «погода – сельскохозяйственное животное» при активном участии проф. А.Н. Полевого (Грингоф И.Г., Даниелов С.А., 1988 [63]; Даниелов С.А., Грингоф И.Г., 1990 [66]).

В основу динамико-статистической модели овцы было положено уравнение энергетического баланса биологической особи (М.А. Ханин, 1982), выражающее процесс динамики суммарных энергетических потребностей животного в течение его индивидуального развития за счет потребления пищи:

$$П C_{II} \varphi_{II} = W_0 + W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = \sum_{i=0}^4 W_i, \quad (8.6)$$

где P – масса потребляемой пищи; C_P – средняя удельная калорийность пищи; φ_P – коэффициент усвоения пищи; W_0 – основной обмен особи; W_1 – энергетические затраты на поддержание постоянной температуры тела; W_2 – мощность (затраты энергии), развиваемая особью при передвижении и выполнении механической работы, в том числе при добывании пищи; W_3 – энергетические затраты, связанные с перевариванием и усвоением пищи (калоригенический эффект); W_4 – затраты мощности, связанные с процессом роста особи.

В процессе роста и развития животным присущи и другие виды энергетических затрат (например рост шерсти, роговых образований и т.п.), однако, по сравнению с основными, перечисленными выше затратами, они невелики и поэтому в расчет не включены.

Затраты мощности, связанные с ростом особи, определяются, согласно Ханину М.А. (1982), как:

$$W_4 = (C_0 / \eta) \cdot (\delta P / \delta \tau), \quad (8.7)$$

где $\delta P / \delta \tau$ – изменения масс особи P за время τ ; C_0 – средняя удельная калорийность тела особи; η – энергетический коэффициент полезного действия (КПД) в процессе роста.

Принимается, что средняя удельная калорийность тела особи не зависит от возраста ($C_0 = \text{const}$). Величина η выражает долю энергетических потерь в процессе роста тканей животного. В общем виде она является функцией скорости роста и должна определяться с помощью экспериментальных данных.

Представим уравнение (8.6) с учетом уравнения (8.7) в виде:

$$(C_0 / \eta) \cdot (\delta P / \delta \tau) = P C_P \varphi_P - (W_0 + W_1 + W_2 + W_3). \quad (8.8)$$

Тогда, разделив обе части этого уравнения на C_0 / η , получим:

$$\delta P / \delta \tau = \eta / C_0 [P C_P \varphi_P - (W_0 + W_1 + W_2 + W_3)]. \quad (8.9)$$

Последнее уравнение позволяет на основе расчета его составляющих (отдельных энергетических затрат) определить динамику изменения массы животного в процессе его жизнедеятельности.

Определим составляющие (8.6). Основной обмен (W_0), согласно Слониму А.Д. (1971) [165], представляет собой затраты энергии овцы, находящейся в состоянии полного покоя за единицу времени, отнесенные к массе тела животного. Следовательно, основным обменом овцы является тепловая мощность, вырабатываемая животным в состоянии покоя в условиях, когда отсутствуют калоригеническое воздействие пищи и внешние (экзогенные) перегрузки. Тогда, согласно Ханину М.А. (1982) [182]:

$$W_0 = \chi \cdot (P)^{0.75}, \quad (8.10)$$

где χ – константа, свойственная виду животного; P – масса животного.

Величина W_1 выражает количество энергии, затрачиваемое животным на терморегуляцию. Механизмы терморегулирования направлены, как отмечалось выше, на поддержание постоянной температуры тела. Они обеспечивают выведение тепла из организма путем испарения через органы дыхания и потоотделения с поверхности тела в шерстном покрове, путем эффективного излучения, турбулентного теплообмена между кожей, шерстным покровом и воздухом (Айзенштат Б.А., 1974 [2]; Чекеpec А.И., 1973 [192]; Hamilton C.L., 1965 [210]; Jonson H.D., Ragsdale A.C et al., 1963 [212]).

В работах Айзенштата Б.А. (1974) [2] и Ярошевского В.А. (1968) [201] предложены методы оценки воздействия метеорологических условий на тепловой обмен животных на основе использования уравнений радиационного и теплового баланса. Теплообмен овцы включает в себя следующие компоненты:

$$W_1 = T_{ш} + E_s + U + LE + LE_{л} + F_{л}, \quad (8.11)$$

где $T_{ш}$ – поток тепла в шерстном покрове; E_s – эффективное излучение; U – турбулентный обмен; L – скрытая теплота испарения; E – испарение с поверхности тела; $E_{л}$ – испарение с поверхности органов дыхания; $F_{л}$ – затраты энергии на нагревание вдыхаемого воздуха. Для конкретных метеорологических условий скрытая теплота испарения рассчитывается (по Ярошевскому В.А., 1968) [201], как:

$$L = 597 - 0,6 t_n \text{ кал/г}, \quad (8.12)$$

где t_n – температура испаряющей поверхности.

Поток тепла в шерстном покрове является основным видом теплообмена для поверхности тела овцы, покрытой шерстью. Он является интегральной характеристикой, учитывающей совместное влияние эффективного излучения, турбулентного теплообмена и солнечной радиации. Расчет интенсивности тепловых потоков в шерстном покрове производится по Ярошевскому В.А. (1968) [201]:

$$T_{ш} = \lambda(t_{ш} - t_k) / h \cdot 60 \text{ кал} / \text{см}^2 \cdot \text{мин}, \quad (8.13)$$

где λ – коэффициент теплопроводности шерсти; h – длина шерсти; $t_{ш}$ и t_k – температуры поверхности руна и кожи, покрытой шерстью соответственно.

В формировании теплового состояния овцы важнейшими факторами являются турбулентный теплообмен (v) и радиационный баланс поверхности тела, не покрытого шерстью (E_s). Роль этих факторов особенно велика в ночные часы суток, когда температура деятельной поверхности значительно отличается от температуры нижнего слоя воздуха (Ярошевский В.А., 1968) [201]. Расчеты производятся по формулам:

$$E_s = R_0 + (K \sigma T_{k.o.}^4 - K \sigma T^4); \quad (8.14)$$

$$v = \rho C_p D_{(0-200)} (t_{k.o.} - t^0), \quad (8.15)$$

где R_0 – радиационный баланс без учета разности температуры деятельной поверхности и воздуха; $T_{k.o.}, t_{k.o.}$ – абсолютная температура и температура открытых участков кожи соответственно; T, t^0 – абсолютная температура и температура воздуха; K – коэффициент, характеризующий отклонение излучения конкретной поверхности от излучения абсолютно черного тела; σ – постоянная Стефана–Больцмана; ρ – плотность воздуха у земной поверхности; C_p – удельная теплоемкость воздуха; D_{0-200} – коэффициент внешней диффузии, являющийся интегральной характеристикой условий вертикального турбулентного переноса между деятельной поверхностью и атмосферой. Согласно Бройдо А.Г. (1957) [44]:

$$D_{0-200} = 0,39 \nu (1 + 0,06 - (t_n - t^0) / \nu^2) \quad (8.16)$$

где ν – скорость ветра, м/с.

Расчет температур деятельных поверхностей осуществляется на основании общей формулы уравнения теплового баланса (Будыко М.И., 1971) [49]; для поверхностей различного рода учитываются специфические тепловые потоки. В частности:

$$t_u = t + (R_0 - E - T_u) / (\rho C_p D + 4k\sigma T^3); \quad (8.17)$$

$$t_{k.o.} = t + (P_0 / \rho C_p D + 4k\sigma T^3); \quad (8.18)$$

$$t_k = t_u - (h \cdot T_u / \lambda \cdot 60). \quad (8.19)$$

Радиационный баланс рассчитывается, согласно (Берлянд Т.Г., 1961 [41]), как:

$$R_0 = Q(1 - A) - E_e^0, \quad (8.20)$$

где Q – суммарная солнечная радиация; A – альбедо; E_e^0 – эффективное излучение.

Величина Q с учетом облачности может быть определена по формулам, приведенным Берлянд М.Е. и Берлянд Т.Г. (1961 [40]):

$$Q = Q_0 [1 - 0,72n_n - 0,26(n_0 - n_n)]; \quad (8.21)$$

$$Q_0 = (S_0 \cdot \sinh_{\oplus}) / (1 + f \coth_{\oplus}). \quad (8.22)$$

где Q_0 – суммарная радиация при безоблачном небе; n_0 – общая облачность; n_n – облачность нижнего яруса; S_0 – солнечная постоянная; h_{\oplus} – высота Солнца; f – коэффициент.

E_e^0 рассчитывается по формуле Берлянд М.Е., Берлянд Т.Г. (1961) [40]:

$$E_e^0 = k\sigma T^4 (0,39 - 0,058 \cdot \sqrt{e}). \quad (8.23)$$

Роль испарения с поверхности кожи (E) в тепловом балансе организма у овец, несмотря на отсутствие видимого потоотделения и наличие густого шерстного покрова, очень велика. В жаркие солнечные дни при

штиле или слабом ветре, когда теплоотдача проведением через шерстный покров сменяется внешней тепловой нагрузкой, а эффективное излучение и турбулентный теплообмен достигают минимальных значений, главная роль в сохранении теплового равновесия организма у овец принадлежит испарению с поверхности кожи (Ярошевский В.А., 1968) [201]. В модели используются предложенные этим автором расчеты, по которым получено хорошее совпадение с результатами фактического определения испарения с поверхности тела животного:

$$E = 0,03d + 0,1v + 0,69, \quad (8.24)$$

где d – дефицит упругости водяного пара.

Теплообмен в процессе дыхания складывается из теплоотдачи за счет испарения с поверхности дыхательных путей (E_d) и теплообмена между поверхностью дыхательных путей и воздухом (F_d). Расчет этих величин предложен Айзенштамом Б.А. (1974) [2]:

$$E_d = 0,0008v[(e_s - e)/(1 + 0,00367t_d)] ; \quad (8.25)$$

$$F_d = \rho C_p v(t - t_d) \cdot (b/b_0), \quad (8.26)$$

где v – объем вентиляции легких; e, e_s – упругость водяного пара вдыхаемого и выдыхаемого воздуха соответственно; t, t_d – температура вдыхаемого и выдыхаемого воздуха соответственно; b – давление атмосферы; b_0 – давление атмосферы на уровне моря.

Учитывая характерные значения t_d, ρ, C_p, b_0 в формулах (8.25) и (8.26), преобразуют их в виде:

$$E_d = 0,41v(e_s - e); \quad (8.27)$$

$$F_d = 0,0003v(t - 35,0)b. \quad (8.28)$$

Как было показано в работе Айзенштата Б.А. (1974) [2]:

$$v = \nu \mu P, \quad (8.29)$$

где ν – частота дыхания; μ – объем воздуха одного выдоха.

Для овец, на основе экспериментального материала Ярошевским В.А. (1968) [201] были получены формулы для вычисления μ и ν :

$$\mu = 1,795v^{-1,686} + 0,0022; \quad (8.30)$$

$$\nu = 29 \cdot (t_{ш} - t_k) / h + 169. \quad (8.31)$$

Упругость водяного пара выдыхаемого воздуха e_d по Ярошевскому В.А., 1968 [201] равна:

$$e_d = e + 0,2d + 0,04\nu + 20,3. \quad (8.32)$$

Помимо обеспечения основного обмена и тепловой мощности, необходимой для сохранения постоянства температуры тела, животное расходует энергию на передвижение и добывание пищи.

Вопросы режима выпаса овец, распределения времени между отдыхом и поеданием корма при выпасе, влияния метеорологических факторов на поведение животных рассматриваются во многих специальных исследованиях (Минервин В.Н., 1955 [123]; Конюхов Н.А., 1965 [106]; Конюхов Н.А. и Чекерес А.И., 1967 [114]; Johnson H.D., Ragsdale A.C. et al., 1963 [212]; Hahn G.L., 1985 [209] и др.). В основу расчета мощности W_2 , развиваемой овцой при передвижении и кормлении положена модифицированная формула механической работы животного (Гермогенов М.Т., Полевой А.Н., Грингоф И.Г., 1987) [54]:

$$W_2 = (d_v \cdot \psi_w \cdot P \cdot l \cdot K_p) / l_n \cdot \eta. \quad (8.33)$$

где d_v – величина вертикального смещения центра тяжести тела при одном шаге; ψ_w – параметр, характеризующий сопротивляемость среды передвижению; l – расстояние, пройденное овцой в сутки; K_p – коэффициент, характеризующий рельеф местности; l_n – длина шага; η – коэффициент полезного действия мышц, учитывающий неизбежные потери.

Расстояние, проходимое овцой в сутки, является функцией состояния и продуктивности подножного корма и погодных (зоометеорологических) факторов (Грингоф И.Г., 1967 [61]; Чекерес А.И., 1973

[192]). Обозначим через v_{max} максимальную скорость передвижения овцы при благоприятных погодных условиях и при средней плотности (урожайности) кормов. Тогда в любой i -тый день средняя скорость передвижения v_i будет определяться как:

$$v_i = k_1 \cdot v_{max}, \quad (8.34)$$

где k_1 – коэффициент, характеризующий влияние погодных условий на скорость передвижения.

Поскольку скорость передвижения овцы в каждый час при максимальной продолжительности выпаса k определяется как некоторая функция от $t_{вып}$ есть продолжительность дневного выпаса. В то же время эта величина является некоторой характеристикой погод данного дня, поскольку под воздействием жарких условий животные днем пасутся более короткий промежуток времени, чем в светлую часть суток или переводятся на ночной выпас (Чекерес А.И., 1973 [192]). Поэтому величина v_{max} может быть выражена как:

$$v_{max} = k_2 \cdot v_{max}, \quad (8.35)$$

где v_{max} – максимальная скорость передвижения овцы при благоприятных условиях погоды и достаточном количестве корма; k_2 – коэффициент, зависящий от плотности (количества) подножного корма на единице площади.

Функции $k_1(t_{вып})$ и $k_2(y)$ определяются экспериментально. Полагая, что $k_1 \cdot k_2 = v_{max}$, запишем (8.35) в виде:

$$v_i = k_v \cdot v_{max}. \quad (8.36)$$

В монографии Чекереса А.И. (1973) [192] разработана методика оценки зоометеорологических условий – благоприятных и неблагоприятных применительно к овцеводству; предложены критерии жарких погод для овец, характеризующие условия внешней среды, с которыми связано нарушение пастбищного режима и, как следствие, снижение продуктивности (уровня нагула) животных (рис. 8.11).

По материалам этого рисунка получены уравнения дискриминантных функций, описывающие разделяющую на графике границу

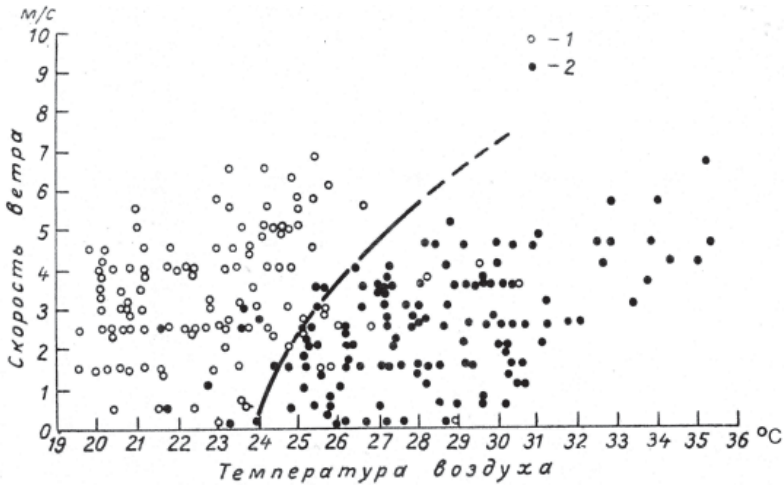


Рис. 8.11. Сочетания температуры воздуха и скорости ветра в ясные дни, обуславливающие нормальное (1) и угнетенное (2) состояние овец. Пустынно-степная зона (по Чекересу А.И., 1973) [192]

(Грингоф И.Г., Даниелов С.А., 1988) [63]. В частности, для температуры воздуха:

$$\text{для } t < 29,5^\circ\text{C} : \quad d_v = v - 2t + 55, \quad (8.37)$$

$$\text{для } t \geq 29,5^\circ\text{C} : \quad d_v = 1,5v - 2t + 53, \quad (8.38)$$

где d_v – значение дискриминантной функции.

Отрицательные значения свидетельствуют о неблагоприятных условиях для выпаса овец, а положительные – о благоприятных. Продолжительность выпаса ($t_{\text{вып}}$) определяется как сумма часов светлого времени с благоприятной погодой. Обязательный перерыв в выпасе предусмотрен как равный трем часам. При этих допусках количество потребляемой пищи (Π) овцой в сутки будет составлять:

$$\Pi = v^* \cdot y \cdot k \cdot v_{\text{max}} \cdot t_{\text{вып}}, \quad (8.39)$$

где v^* – коэффициент использования подножного корма; y – плотность кормов (или урожайность на единице площади), кг/га.

Для определения энергетических затрат животных на калоригенический эффект используется уравнение:

$$W_3 = k_w \cdot W_0, \quad (8.40)$$

где k_w – параметр, характеризующий долю основного обмена (W_0), приходящегося на калоригенические затраты энергии.

Для реализации описанной динамической модели целесообразно использовать стандартную метеорологическую информацию, получаемую с сети метеорологических станций, расположенных в зоне действия пастбищного животноводства. При этом величины, характеризующие энергетические затраты животного на перемещение и поддержание постоянной температуры тела, определяются с шагом по времени один час. Для остальных характеристик шаг модели принят равным одни сутки.

Эта модель продуктивности овец предназначена для условий засушливого и жаркого климата среднеазиатских пустынь, на пастбищах которых животные выпасаются в течение круглого года. Идентификация параметров модели проводилась в экспедиционных условиях в пустыне Каракумы на базе Центрально-Каракумского стационара Института пустынь АН Туркменистана и агрометеорологической станции Карыкуль Управления гидрометеорологической службы Туркменистана. С помощью модели были выполнены численные эксперименты, которые подтвердили закономерности влияния изменяемых зоометеорологических условий на динамику основных физиологических реакций животного, в частности физической терморегуляции, турбулентного теплообмена, энергетических затрат овцы на поддержание относительно постоянного уровня температуры тела и др. Было показано, что в весенний, благоприятный период для выпасаемого поголовья уровень нагула животных определяется не зоометеорологическими условиями, а наличием достаточного количества (и качества) подножного корма. В экстремальных, неблагоприятных условиях энергетические затраты животного на их преодоление возрастают, при этом вначале величина нагула (привеса массы) снижается, а при длительном воздействии таких условий происходит значительная потеря массы тела животного.

Проверка модели проводилась путем сопоставления результатов численных экспериментов с фактическими данными полевых измерений

(Даниелов С.А., Грингоф И.Г., 1990) [66]. На рис. 8.12 приведены расчетные данные динамики массы овцы, контрольные данные взвешивания животных и расчетные значения потребления кормов и расходов на физическую терморегуляцию (включая основной обмен) в единицах энергии. Все расчеты выполнены для периода с 1 по 30 апреля 1988 года. Оперативной входной информацией служили восьмисрочные значения температуры воздуха, облачности, относительной влажности воздуха, дефицита насыщения, давления, скорости ветра, кормовой массы мелкотравья (за каждые сутки). Метеорологическая информация была предоставлена агрометеорологической станцией Карыкуль (Центральные Каракумы) Туркменского управления гидрометеорологической службы.

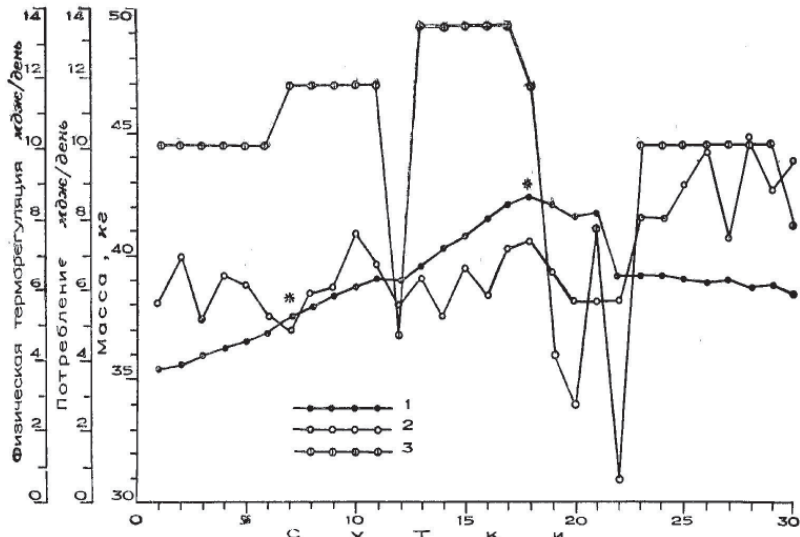


Рис. 8.12. Динамика продуктивности и отдельных составляющих энергетического баланса овцы (Центральные Каракумы, агрометеорологическая станция Карыкуль, апрель 1988 г.). 1 — расчетные данные динамики массы овцы; * — контрольные данные взвешивания животных

В динамике потребления овцы (рис. 8.12) можно выделить два периода: первый (примерно до 17 апреля) характеризуется благоприятными погодными условиями как для выпаса овец, так и для нормального развития основного весеннего растения на песчаных пастбищах — песчаной осоки (*Carex physodes*) и некоторых других весенних трав.

Среднесуточная температура воздуха в эти дни варьировала в пределах 9...24 °С. Нарастание и формирование максимального урожая фитомассы мелкотравья обеспечивало постепенное увеличение потребления корма выпасающимися овцами. Однако 12 апреля суточное потребление кормов овцами резко снизилось, по сравнению с остальными днями этого периода. Это объясняется тем, что во второй половине дня температура воздуха поднялась до 32 °С при отсутствии облачности и при слабом ветре (1...3 м/с). Поэтому во время дневного отдыха животные испытывали угнетение и возобновили выпас только в конце светового дня, когда жара несколько спала. Снижение потребления овцами корма в этот день было отмечено в ходе полевых наблюдений, что нашло подтверждение при проведении численных экспериментов.

В первые 18 дней месяца средняя живая масса овец увеличилась с 35 до 42 кг, что в среднем соответствует приросту по 400 г в сутки.

Вторая половина апреля характеризовалась в основном жаркой, сухой погодой с небольшим снижением температуры воздуха к концу месяца. После 20 апреля овцы были переведены на ночной режим выпаса. К концу месяца вегетация мелкотравья практически завершилась, травы высохли в связи со снижением запасов продуктивной влаги в слое почвы 0...20 см до уровня ≤ 4 мм (Грингоф И.Г., 1967) [61]. Выпасаемое поголовье овец перешло на сухой, более грубый и менее питательный подножный корм. В этот период, когда изменение массы животных было незначительно, 22 апреля был отмечен резкий спад массы животных, связанный с проведением весенней стрижки овец на фермах: средняя потеря массы составила 1,5 кг за счет настига шерсти.

Расходы на физическую терморегуляцию в течение апреля оставались примерно на одном уровне. Увеличение расходов произошло в конце месяца в связи с установлением жаркой погоды. Аппарат математического моделирования позволил провести численные эксперименты влияния отдельных факторов внешней среды на продуктивность овец. По метеорологическим данным станции Карыкуль был проведен расчет динамики массы овцы для 3-й декады марта 1988 года. Расчеты показали, что в этот период увеличение массы животных происходит за счет улучшения состояния и роста пастбищной растительности в условиях роста температуры воздуха и достаточной влагообеспеченности трав. При средних суточных температурах воздуха 15 °С происходит постепенное увеличение нагула животных, но с дальнейшим повышением

температуры темп прироста массы замедляется (Даниелов С.А., Грингоф И.Г., 1990) [66]. Почасовой шаг модели позволил исследовать влияние погодных условий в течение суток на отдельные составляющие энергетического баланса, в частности на основные процессы физической терморегуляции – проведение тепла в шерстном покрове, испарение с поверхности тела, эффективное излучение, турбулентный теплообмен, испарение с поверхности органов дыхания, нагревание выдыхаемого животными воздуха (рис. 8.13).

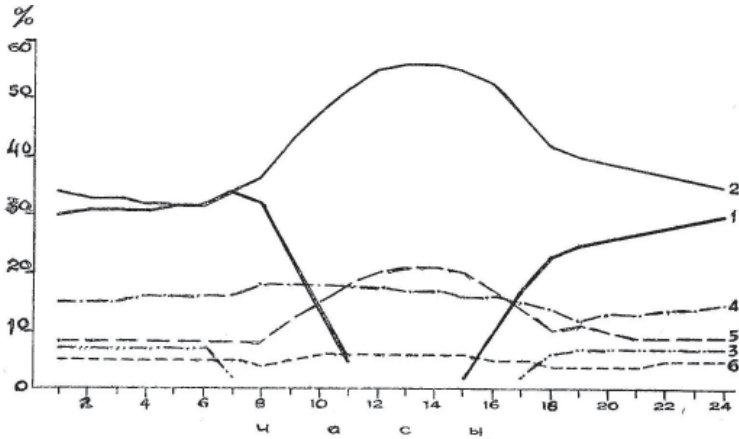


Рис. 8.13. Динамика составляющих физической терморегуляции овцы (% от суммарных значений). Условные обозначения: 1 – проведение тепла в шерстном покрове; 2 – испарение с поверхности тела; 3 – эффективное излучение; 4 – турбулентный теплообмен; 5 – испарение с поверхности органов дыхания; 6 – нагревание выдыхаемого воздуха (по Даниелову С.А., Грингофу И.Г., 1990) [66]

Значения параметров по каждому часу рассчитывались интерполяцией по данным восьмисрочных наблюдений. Как видно, в ночное время значительную роль в поддержании постоянной температуры тела овцы играют теплоотдача проведением тепла в шерстном покрове и испарение с поверхности кожи (для этих составляющих величины изменяются в пределах 30...33 %). В дневное время с повышением температуры воздуха и увеличением значений радиационного баланса существенно меняется характер физической терморегуляции. Теплоотдача проведением в шерстном покрове резко снижается и к

12 ч сменяется внешней тепловой нагрузкой. Затраты энергии на испарение с поверхности тела значительно возрастают и приобретают решающее значение (их доля в дневные часы увеличивается до 50...56 %). До 21 % увеличиваются расходы энергии на испарение с поверхности органов дыхания. Энергозатраты на нагревание вдыхаемого воздуха в течение суток изменяются незначительно как в абсолютном, так и в относительном значении и составляют 4...6 %.

Доля турбулентного теплообмена в течение суток также варьирует незначительно – 12...18 %. Это связано с тем, что при расчетах использовались значения скорости ветра, равные 3 м/с в ночные часы и 4 м/с – в дневные часы, причем для других сроков наблюдений эти значения в расчетах не изменялись. В реальных условиях значения скорости ветра изменяются в более широких пределах, поэтому доля турбулентного теплообмена будет меняться в зависимости от изменений скорости ветра: чем выше скорость ветра, тем интенсивнее турбулентное перемешивание. На турбулентный теплообмен животного также оказывают влияние радиационный и термический факторы.

Установлено, что снижение температуры воздуха на 17 °С вызывает у животного увеличение расходов энергии на турбулентный теплообмен более чем в 2,5 раза. Это связано с возрастанием разности между температурой воздуха и температурой деятельной поверхности овцы и, соответственно, увеличением коэффициента внешней диффузии. Облачность, а, следовательно, и радиационные условия изменяют турбулентный теплообмен незначительно, в пределах 3...10 % от его абсолютных значений. Увеличение скорости ветра в холодную погоду вызывает большие энергетические потери, нежели в теплую погоду.

Практическое применение описанной динамико-статистической модели в оперативной работе Северо-Кавказского УГМС давало вполне удовлетворительные результаты, однако дальнейшее развитие исследований в этой области было приостановлено по ряду объективных причин.

В 2000 г. в Монголии была опубликована монография «Climat change and its impacts in Mongolia» [214], где, в частности, в разделе 4 «Влияние на сельское хозяйство», авторы обозначили контуры динамико-статистической модели, предложенной доктором Дж. Туваансуреном. Модель, построенная на учете ежедневного энергетического баланса овцы,

описывает энергетические затраты животного не только на потребление пищи, перемещение и т.п., но и на развитие плода в утробе овцы, на выработку молока и др. К сожалению, в этой работе отсутствует информация о практическом использовании предложенной модели.

В заключение отметим, что оперативное зоометеорологическое обеспечение производится подразделениями Гидрометеорологической службы на основе разработанных и апробированных методов оценки и прогноза состояния и продуктивности сельскохозяйственных животных. Следствием прекращения исследований в области зоометеорологии стало сокращение объемов информации, выдаваемой потребителям оперативными подразделениями Гидрометеорологической службы страны. Кроме того, в последние два десятилетия, после распада СССР, произошло изменение социально-экономических условий и смена форм собственности в сельскохозяйственном секторе, изменилась структура районирования пород скота, содержащегося в различных регионах страны. Например, в последние годы в Казахстане 87 % всех сельскохозяйственных животных оказались сосредоточенными в мелких частных хозяйствах, а 13 % принадлежат сельскохозяйственным предприятиям (Хусаинов Б.Д., 2005) [185].

В условиях наблюдающегося потепления климата происходят изменения в закономерностях формирования урожайности различных типов растительности (сдвиг в сроках развития растений, рост повторяемости и интенсивности неблагоприятных и опасных явлений для сельскохозяйственных животных и т.п.). Разработанные учеными в 50...80-х гг. XX столетия зооклиматическое районирование пород скота и зоометеорологические методы оценок и прогнозов состояния и продуктивности сельскохозяйственных животных устаревают, нуждаются в уточнениях и привязке к реальному функционированию животноводческой отрасли. Особо стоят проблемы развития селекционных работ по выведению новых пород животных, более адаптированных к изменяющимся климатическим условиям. Все эти причины сказываются на уровне эффективности современного оперативного зоометеорологического обеспечения животноводства.

Комплекс законодательных, социальных, научных и организационных проблем, связанных с восстановлением в условиях Республики Казахстан отгонно-пастбищной системы ведения овцеводства,

сформулирован в работе Байшоланова С.С., Кожахметова П.Ж. (2008) [29]. Отметим основные предложения авторов в области совершенствования всей системы ведения овцеводства в Казахстане и развития зоометеорологии:

- проведение исследовательских работ по выявлению более устойчивых и адаптированных пород овец к стрессовым (неблагоприятным) условиям погоды во всех почвенно-климатических регионах Казахстана;

- проведение уточненного зооклиматического районирования пород овец с учетом изменения климата;

- внедрение системы регулируемого выпаса животных с учетом реальной емкости пастбищ и климатических условий;

- проведение масштабных фитомелиоративных работ на деградированных пастбищах с целью коренного повышения их продуктивности;

- восстановление отгонно-пастбищной системы ведения овцеводства;

- усовершенствование системы гидрометеорологического обеспечения животноводства;

- эффективная реализация государственных и общественных программ по развитию села и животноводства в республике.

ГЛАВА 9

ЗООКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ НА ПАСТБИЩАХ И ПРОВЕДЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОЛЕНЕВОДСТВЕ

9.1. Северное оленеводство – специфическая отрасль животноводства

Оленеводство – одно из важных направлений животноводства, занимающееся разведением и хозяйственным использованием северных и пантовых оленей. Это ведущая отрасль животноводства в районах Крайнего Севера России, Республики Саха (Якутия), Магаданской области и Хабаровского края. В России находится примерно две трети мирового поголовья домашних северных оленей. Они пасутся на территории более трех млн км² в тундре, лесотундре, тайге и в горных областях. Оленеводство в России составляет основу культуры многих коренных народов, имеющих разнообразные традиции и богатый исторический опыт разведения оленей в различных ландшафтах. Домашний олень дает им возможность жить в гармонии с суровой природой Крайнего Севера (из главы «Оленеводство России», 2000–2002. Интернет [137]). Северное оленеводство развито также в тундровой и лесотундровой зонах некоторых стран: Финляндии, Швеции, Норвегии, Канады и Аляски (США). Основной зоной пантового оленеводства (пятнистый олень, марал, изюбр) является Приморский и Алтайский края и южные районы Красноярского края.

Северный олень является важнейшим компонентом высокоширотных биогеоценозов Старого и Нового света (рис. 9.1).

Специалисты различают два типа ведения оленеводства: тундровое и таежное. *Тундровый тип* охватывает почти все зоны тундры и лесотундры России (за исключением полуострова Таймыр, занятого крупной популяцией дикого оленя), а также горно-таежные области северо-востока страны. В тундре стада совершают сезонные



Рис. 9.1. Северные олени в лесотундре на летних пастбищах. Якутия (фото Ю.И. Мызина)

миграции, измеряемые сотнями километров: летом стада пасутся на побережьях северных морей, а зимой – в лесотундре и в северной тайге. Для этого типа характерны крупные стада, насчитывающие от 1 до 3 тыс. голов и более. Применяется так называемый *стадный выпас*, когда стадо находится под наблюдением пастухов в течение круглого года. Основная цель тундрового оленеводства – производство мяса. В последние годы отдельные предприятия ориентированы на получение не только мяса, но и пантов, шкуры, рогов, крови, эндокринных желез и т.п. При этом для производства мяса необходимо увеличение маточного поголовья, а для получения пантов – поголовья самцов.

Таежный тип оленеводства сильно отличается от тундрового. Стада в нем небольшие: по несколько сотен голов. Длинные миграции животных не практикуются. Применяется *вольный* или *вольно-загонный* способ выпаса. Во многих случаях олени пасутся в изгородях (рис. 9.2).

Этот тип ориентирован в основном на использование животных в качестве транспорта (особенно в сезоны пушного промысла) и для бытовых потребностей оленеводов. До начала 60-х гг. прошлого столетия олени этого типа широко использовались для перевозки грузов и почты, в частности такие олени сдавались в аренду для транспортных целей (рис. 9.3).

Численность домашних оленей заметно изменялась в различные годы. В 1968–1972 гг. она достигла 2400 тыс. голов, в том числе в частном пользовании было всего 11...13 %. К 1989 г. таежное



Рис. 9.2. Таежный тип оленеводства. Северные олени в загоне при вольно-загонном способе их содержания (фото из Интернета)



Рис. 9.3. Транспортный обоз оленьих упряжек зимой (фото из Интернета)

олeneводство насчитывало всего около 150 тыс. голов (в 1970-х гг. было 300 тыс. животных). В то же время ресурсы таежных пастбищ позволяли содержать до 1,5 млн голов оленей.

В годы перехода к рыночным условиям хозяйствования и распада общественного оленеводства поголовье оленей существенно сократилось (в три раза). Частные олени составляют около 50 % поголовья.

В крупнейшем северо-восточном оленеводческом регионе России в 2002 г. осталось всего 48 % поголовья от максимальной численности животных (2467 тыс. голов в 1969 году). В европейской части страны (Карелия и лесные районы Республики Коми) таежное оленеводство исчезло (материал заимствован из «Оленеводство в России» [137], Интернет).

В современной России северное оленеводство находится в трех видах собственности: общественной, государственной и частной (фермерской и личной собственности). Земли оленьих пастбищ в хозяйствах, созданных на базе бывших колхозов и совхозов, находятся в бессрочном пользовании хозяйств, но принадлежат государству.

Мясо северных оленей занимает значительное место в питании северных народов. Из шкур вырабатывают замшу, хром и другие сорта кожи, шьют теплую одежду; из шкурок молодняка выделяют легкие меха – пыжик, выпороток⁶ и др.

От самок получают за лактацию до 85 кг молока жирностью 17...19 %. Северный олень является основным транспортным средством (частного пользования) на Крайнем Севере, его используют в упряжках и под выюком. В тундровой, лесотундровой (горно-таежной) и таежной зонах Крайнего Севера распространены северные олени нескольких типов, различающихся по своим биологическим особенностям и по направлениям их хозяйственного использования. Например, в тундровой зоне Якутии разводят оленей в основном для получения мясной продукции, а в горно-таежной и таежной зонах оленеводство имеет мясное и транспортное направление (рис. 9.4).



Рис. 9.4. Северный олень широко используется в качестве «всепогодного» транспорта (фото из Интернета)

⁶ Недоношенный плод, шкурка с которого имеет различную ценность в зависимости от степени развития шерстного покрова.

В процессе эволюционного развития северный олень приспособился к этим суровым условиям существования. Особая структура волосяного покрова (каждый волос по форме напоминает трубку, воздух в которой является хорошим теплоизолятором), плотность всего шерстного покрова, особое строение конечностей и копыт, интенсивный рост телят, способность к быстрому нагулу взрослых оленей, отложения к зиме подкожного жира – все это позволяет оленям выживать в климатических условиях, не доступных для других видов сельскохозяйственных животных (Хлыновская Н.И., 1982) [184].

Живая масса северных оленей, зависящая от возраста, пола и условий кормления, служит важнейшим показателем биологических и хозяйственных качеств животных (табл. 9.1).

Таблица 9.1

**Средняя живая масса оленей (кг), в зависимости
от упитанности, обитающих в различных зонах Якутии
(по Курилюк А.Д., 1982) [116]**

Зона	Упитанность	Важен- ки ⁷	Быки-кас- траты	Самцы 1,5 лет	Самки 1,5 лет
Тундровая	выше средней	96	118	92	87
	средняя	90	105	86	76
	ниже средней	86	103	82	74
Лесотундровая (горно-таежная)	выше средней	95	115	86	81
	средняя	89	107	80	77
	ниже средней	85	103	77	74
Таежная	выше средней	107	134	101	94
	средняя	103	123	99	90
	ниже средней	100	118	91	82

Уровень экономического и социального развития коренных народов Севера во многом связан с использованием домашних и диких северных оленей.

Особенности северного оленеводства заключаются в круглогодичном содержании животных без каких-либо укрытий (т.е. под открытым небом) и заготовок кормов в условиях сурового холодного климата:

⁷ Важенка – взрослая, стельная самка оленя.

- 1) в совместном существовании популяций диких оленей и домашних животных;
- 2) в совместном использовании одних и тех же пастбищных угодий;
- 3) в кочевой системе выпаса животных.

Ареал дикого северного оленя охватывает тундровую и таежную зоны Европы, Азии и Северной Америки (Канада, Аляска). К середине 80-х гг. прошлого столетия во всем мире насчитывалось около пяти млн голов северных оленей, из них примерно 40 % – диких и 60 % – домашних, в том числе на территории Российской Федерации – около 2,2 млн голов домашних и 0,9 млн – диких оленей (Сыроечковский Е.Е., 1986) [170]. Домашние олени являются лишь одомашненной формой биологического вида (дикого оленя) *Rangifer tarandus*. Дикий северный олень стал родоначальником домашних северных оленей, играющих основную роль в хозяйственном жизнеобеспечении народов Крайнего Севера. Между дикими и домашними оленями – экологическими антогонистами – возникают противоречия (Сыроечковский Е.Е. 1986) [170] и др. Специалисты выделяют три аспекта этих противоречий:

1. Увод из стада домашних оленей дикими животными. В специальной литературе имеются указания, что вероятность ухода части домашнего поголовья в стада диких животных наиболее высока в регионах, являющихся основным ареалом распространения дикого оленя (Таймыр, северная часть Эвенкии, некоторые области Якутии и Чукотки). Так, по данным («Оленеводство в России» [137], Интернет), за период с 1958 по 1967 г. дикие олени увели 15 тыс. домашних, т.е. в среднем по 1,5 тыс. в год. В 1999 г. в Чукотском автономном округе дикие олени увели 2,5 тыс. домашних животных или 7 % всего непроизводительного отхода домашних оленей. Такому уводу способствуют пересечения миграционных путей диких и домашних оленей. Различия в поведении домашних и диких оленей стираются после совместного выпаса в течение одного месяца. Позже вернуть домашних животных уже невозможно. Поскольку дикие и домашние олени зачастую пасутся вместе, они легко скрещиваются в периоды гона. Это одна из важнейших особенностей ведения северного оленеводства, создающая трудности в управлении передвижением оленьих стад, особенно во время их перегона (и миграции), а также опасность передачи различных инфекционных заболеваний в стадах животных.

2. Пастбищная конкуренция, когда животные выпасаются на одной и той же пастбищной территории. Дикие и домашние олени занимают различные экологические ниши в биоценозах. Дикие олени кормятся на ходу, не задерживаясь на одном месте, совершая длинные переходы в течение года (до 2,5 тыс. км). Кроме того, стада диких животных часто меняют маршруты своей миграции, осуществляя таким образом естественный «пастбищеоборот», способствующий восстановлению растительного покрова.

При выпасе домашних оленей, находящихся подолгу на одних и тех же пастбищных участках, происходит чрезмерная нагрузка на растения, особенно вблизи стоянок пастушьих бригад. Спектр поедаемых дикими и домашними оленями растений также различается.

3. Роль дикого северного оленя в сохранении очагов инфекционных заболеваний, по-видимому, сильно преувеличена, что связано с удобством «списать» непредвиденные потери в стадах домашних животных на «дикарей».

Специалисты считают, что сочетание домашнего оленеводства с промыслом дикого оленя – очень сложная проблема. С биологической точки зрения, в использовании ресурсов дикого оленя много преимуществ, по сравнению с оленеводством. Продуктивность популяций диких оленей выше: они используют пастбища более рационально, меньше страдают от инфекционных и паразитических заболеваний, а также от всех видов кровососущих паразитов. Естественными «санитарами» диких оленей являются хищники, добывающие себе ослабленных и больных животных. Продолжительность жизни домашних северных оленей составляет в среднем 20...25 лет.

Экосистемы любой почвенно-климатической зоны представляют собой исторически сложившиеся комплексы биогеоценозов. *Биогеоценоз* (от гр. *bios* – жизнь, *ge* – земля, *koinos* – общий) – эволюционно сложившаяся, относительно ограниченная пространственно, внутренне однородная природная система функционально взаимосвязанных живых организмов с окружающей их абиотической средой, характеризующаяся определенным энергетическим состоянием, типом и скоростью обмена веществом, энергией и информацией.

Биогеоценозы рассматриваются специалистами, как природные эталоны выхода биомассы и энергии на единицу площади. Реальные

возможности продуцирования первичной (растительной, пастбищной) и вторичной (животной, животноводческой) биомассы определяются воздействием комплекса природных и антропогенных факторов.

9.2. Кормовая база северного оленеводства

Общая площадь оленьих пастбищ в России составляет более 3,3 млн км² (около 19 % территории страны). Около 20 % этих пастбищ расположено в таежной зоне, но там выпасается всего 7 % общего поголовья домашних оленей. На пастбищах тундрового типа площадью 2,7 млн км² могут выпасаться почти 1,9 млн голов домашних оленей. Кроме того, около 15...20 % этой площади занято дикими северными оленями. В различных регионах домашнего оленеводства пастбищные ресурсы используются не полностью. Например, в 80-е – 90-е гг. прошлого века эти ресурсы осваивались выпасаемым поголовьем на 80...90 % (в Республике Коми до 100 %), а после распада СССР использование кормовой емкости пастбищ (оленеемкость) снизилось до 30...10 %, что связано с резким сокращением поголовья животных. С другой стороны, кормовые ресурсы пастбищной растительности получили возможность для естественного восстановления.

Основу кормовой базы составляет естественная пастбищная растительность, круглогодично используемая стадами домашних и диких северных оленей. В суровых климатических условиях Крайнего Севера кормовая база оленеводства включает летне-зеленые травы, зимне-зеленые корма, кустарники, различные лишайники и грибы (Андреев В.Н., 1968, [9]; Скрябин С.З., Караваев М.Н., 1991 [159]).

К летне-зеленым кормам относятся осоковые, злаки, бобовые, разнотравье и различные кустарники. Кормовая ценность этих растений определяется их биологическими особенностями и сезоном использования.

Массовое весеннее отрастание пастбищных трав происходит в зависимости от складывающихся агрометеорологических условий, во второй половине мая – середине июня. Однако первая зелень появляется обычно на проталинах южных склонов, освобождающихся от снежного покрова в конце апреля – начале мая. Молодые побеги пушицы начинают отрастать еще под снегом. Осоковые травы имеют

значительный удельный вес в кормовом рационе оленей в течение круглого года. Наибольшую кормовую ценность они приобретают весной, в начале лета и осенью. К середине лета осоки грубеют, и олени при выпасе переходят на поедание злаков, бобовых трав, разнотравья и листьев некоторых кустарников и кустарничков: виды рода береза, брусника, голубика, черника, виды рода ива и др. Из злаков основными являются лисохвост луговой, арктофила, вейник, пырей, овсяница, вика, клевер и др. Злаки сохраняют свою питательную ценность в течение лета, а зимой используются в качестве менее питательного корма, добываемого из-под снега. Особую ценность представляет разнотравье в условиях северной тундры, где небольшой удельный вес имеют полярные кустарники. В летнем рационе оленей разнотравье (представители различных семейств) занимает от 50 до 80 % общего объема потребляемого корма. Наибольшие запасы поедаемой фитомассы формируют летне-зеленые кустарники, составляющие на пастбищах южной тундры и лесотундры 75...80% всего потребляемого оленями корма. Возможности использования пастбищ северной тундры возрастают благодаря преобладанию прохладной ветреной погоды, способствующей спокойному выпасу оленей (Курмис Т.И., Софина В.С., 1986) [117]. В «Наставлении ...» (2007) [131] приведены краткие описания основных пастбищных растений тундры и лесотундры, даны красочные иллюстрации растений.

Зимне-зеленые корма – это травянистые растения, сохраняющие в течение всей зимы зелеными стебли или их части, листья. К числу таких растений относятся осоки, хвощи, пушица, овсяница, кошачья лапка, щучка извилистая и другие травы. У осок, арктофилы, хвощей (и у кустарниковых форм) в зеленом состоянии сохраняются только нижние части стеблей и основания не опавших листьев. При обычной короткой осени и ранней зиме под снег в зеленом состоянии уходит до 30...50% растений. В условиях затянувшейся осенней погоды, при частых оттепелях такие растения буреют и превращаются в малоценную в питательном отношении ветошь. Наибольшее количество зимне-зеленых кормов встречается в понижениях рельефа, по берегам рек и водоемов.

Лишайники (ягель) являются основным кормом северных оленей (рис. 9.5).



Рис. 9.5. Лишайник (ягель) – важнейшее кормовое растение, которое широко распространено в зоне северного оленеводства. Якутия (фото Ю.И. Мызина)

Из годового количества потребляемого оленями корма лишайники составляют две трети общего объема. В зимнее время кормовой рацион животных состоит на 80...95 % из ягеля. От весны к лету с появлением свежей зелени поедание ягеля сокращается почти до нуля. Поскольку ягель состоит на 90...95 % из углеводов и на 1...2 % из минеральных солей, к концу зимы олени испытывают минерально-белковое голодание. Ягель широко распространен в тундре, в таежных массивах и горных районах Севера. В таежной зоне он образует местами сплошной покров, в тундре и в горах встречается пятнами или рассеянно-мелкими группами среди трав и кустарников (рис. 9.6).



Рис. 9.6. Сплошной покров из ягеля в лесотундре. Якутия (фото Ю.И. Мызина)

Олени охотно поедают различные лишайники: виды рода кладония, цетрария, алектория и др. В конце зимы, когда из-за наста и гололедных явлений подножный корм становится труднодоступным для животных, олени охотно поедают древесные (бородатые) лишайники, произрастающие на деревьях лиственных пород. Весьма ценным на жировочным кормом оленей являются грибы, богатые белковыми веществами и ферментами, повышающие переваримость других кормов. Наибольшее кормовое значение имеют подосиновик, подберезовик, масленок, белый гриб и др. (Курмис Т.И., Софина В.С., 1986 [117].

9.3. Пастбищные сезоны в оленеводстве

Сезонное использование оленями естественной пастбищной растительности связано с инстинктом миграции в теплое время года к северу, а в прохладное и холодное время – к югу, в лесотундровую и лесную зоны. С учетом биологических особенностей оленей, их физиологической потребности в кормах различной питательности в разное время года в практике оленеводства различают шесть сезонов выпаса (Концевич Н.Н., Носалева Р.В. и др., 1986) [100]: это *ранневесенний* сезон (с конца апреля до начала июня); *поздневесенний* (с конца мая до середины июля); *летний* (с начала июля до конца августа); *раннеосенний* (с третьей декады августа по первую декаду октября); *позднеосенний* (с первой декады октября до конца ноября); *зимний* (с конца ноября по третью декаду апреля). Естественно, что эти сроки сдвигаются в условиях конкретного года и территории в зависимости от складывающейся погоды, сроков вскрытия рек, гололедных образований, доступности пастбищного корма, условий рельефа местности и других факторов.

Наибольшая плотность выпасающихся оленей отмечается на севере Республики Коми и в Ненецком автономном округе, значительно превышающая плотность оленей на единице площади в азиатской части Севера. Так, в расчете на одну голову оленя в азиатской части пастбищепригодной площади в расчете на сутки, сезон и на год приходится в 2...3 раза больше, чем в европейской части зоны оленеводства.

Продуктивность пастбищ зависит в основном от типа растительности и кормовых запасов, формирующихся под воздействием

складывающихся агрометеорологических условий. Средняя суточная потребность оленя в корме принята зоотехниками за 3,7 кормовых единиц (к. ед.). Одна кормовая единица содержится в 4,0...4,5 кг лишайниковых кормов (в воздушно-сухом состоянии). Суточная потребность оленя в этих кормах, находящихся в естественной влажности, составляет 14,8...16,6 кг, что соответствует 4,6 кг лишайникового корма в воздушно-сухом состоянии. В 15...18 кг летних зеленых кормов (или 4,1 кг в воздушно-сухом виде) содержится 3,7 к. ед.

По данным Александровой В.Д., Андреева В.Н. (1964) [5], в зеленых растениях в 100 кг сухого вещества содержится разное количество кормовых единиц. Самая высокая питательность у ивы мохнатой – 107,5 к. ед., у березы карликовой (ерника) – 106,7 к. ед. и, соответственно, 12,6 и 15,2 кг переваримого белка; у осоки пузырчатой – 44,8 к. ед., у пушицы 25,2 к. ед. и 3,0...3,7 кг переваримого белка; у представителя группы разнотравья – горца змеиноного – в 100 кг сухого вещества содержится 65,0 к. ед. и 7,6 кг переваримого белка. Значительно меньше питательных веществ у злаков – мятлика альпийского, вейника Лангсдорфа, щучки дернистой, овсяницы овечьей – 23,0...34,7 к. ед. и переваримого белка 2,2...5,7 кг. Понятно, что питательная ценность не одинакова в различные фазы развития растений: наивысшая питательность формируется в фазы их цветения и начала плодоношения и используется при расчетах потребности кормов для стада и емкости пастбищ. *Емкостью пастбища называется количество голов травоядных животных, способных прокормиться на пастбище в течение какого-либо сезона или периода использования в расчете на единицу площади (обычно 1 га).*

Экосистемы северных регионов являются неотъемлемой частью сельскохозяйственного производства людей. Пастбищные угодья зоны тундры и лесотундры, в которых в основном развито северное оленеводство, занимают в Российской Федерации более 340 млн га. Эти обширные пространства характеризуются суровым, резко континентальным климатом с очень низкими зимними и высокими летними температурами. Амплитуда средних месячных температур самого холодного (январь) и самого теплого (июль) месяцев во внутриконтинентальных районах составляет 55...65 °С, на побережьях – 20...30 °С. Амплитуда между абсолютными значениями максимума и минимума температуры превышает 100 °С [94]. Суровость климатических условий районов северного оленеводства иллюстрирует табл. 9.2.

Средняя годовая температура воздуха варьирует по территории: в западных районах она равна 0°C , а в континентальных районах, расположенных внутри огромного азиатского материка, составляет -16°C .

В Якутии, например, в зимние месяцы нередко температура снижается до -60°C , а в узких долинах и понижениях рельефа минимальные температуры воздуха достигают $-68\dots-71^{\circ}\text{C}$. Средняя продолжительность безморозного периода на равнинных местах составляет от 45 до 60 дней, по побережьям Северного Ледовитого и Тихого океанов – 90...120 дней. Однако заморозки возможны в течение всего лета почти по всей территории оленеводства, особенно в горных районах Якутии (Курилюк А.Д., 1982) [116].

Период со средней суточной температурой воздуха выше 5°C в зоне составляет: на западе – 120...130 дней, на востоке – 90...100 дней. Для всей этой территории характерна общая тенденция понижения увлажненности в направлении от западных районов к восточным: годовая сумма осадков на западе составляет 400...500 мм, на востоке – 150...300 мм. Осадки выпадают в основном в теплый период года.

Хлыновской Н.И. (1982) [184] выделено шесть термических поясов в зоне северного сельскохозяйственного производства России, охватывающего растениеводческие и оленеводческие отрасли (рис. 9.7, табл. 9.3).

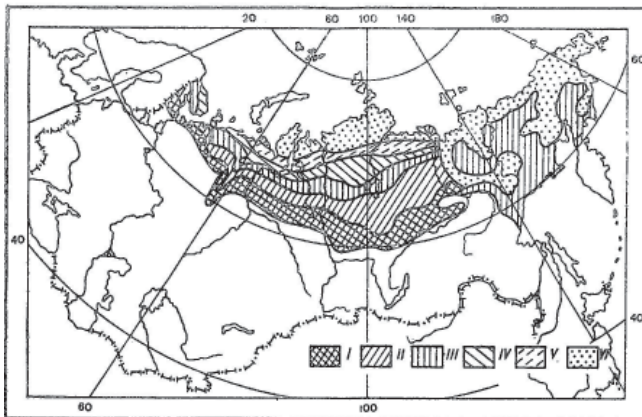


Рис. 9.7. Термические области (I...VI) пояса северного сельскохозяйственного производства. Сумма температур за период со средней суточной температурой $\geq 5^{\circ}\text{C}$: I – 1600...1400 $^{\circ}\text{C}$; II – 1400...1200 $^{\circ}\text{C}$; III – 1200...1000 $^{\circ}\text{C}$; IV – 1000...800 $^{\circ}\text{C}$; V – 800...600 $^{\circ}\text{C}$; VI – $\leq 600^{\circ}\text{C}$

Таблица 9.2
Климатическая характеристика северных районов России (по Шашко Д.И., Никифоровой А.Т., 1973) [196]

Зоны и провинции	Число дней без мороза	Число дней с $T^{\circ}C > 15$	Число дней с морозом	Число дней с $T^{\circ}C < -10$	Абсол. миним. $T^{\circ}C$	Абсол. максим. $T^{\circ}C$	Средняя годовая скорость ветра	Средняя высота снега	Число дней со снегом
1. Полярно-тундровая зона									
Европейская	60	нет	170...280	50...115	-50	25	8...9	45...60	200...225
Сибирская	45	нет	то же	170...200	-61	30	6...7	40...60	240...260
Северо-восточная	45	нет	то же	200...160	-62	18...32	4...5	40...75	230...250
2. Лесотундровая, северотаежная									
Европейская	40...100	10...35	185...230	60...150	-50	34	4...5	60...80	165...200
Сибирская	60...90	10...40	200...260	140...200	-68	30...36	3...7	45...90	200...240
Северо-восточная	45...60	10...20	240	200	-71	34	3...4	45	220...240
3. Средне-таежная									
Европейская	80...120	40...60	155...180	70...110	-51	—	2...4	50...65	150...170
Среднесибирская	55...100	40...50	200...210	150...160	-62	—	3...5	50	200...210
Центрально-Якутская	55...70	50...65	210...220	170...180	-66	—	0,8...3,0	30...40	200...210
Восточная	12...80	10...60	200...215	140...175	-60	—	2...4	30...50	170...230

Таблица 9.3

**Агроклиматическая характеристика зоны
северного сельскохозяйственного производства (по Хлыновской Н.И., 1982) [184]**

Терми- ческий пояс	$\sum T_{\text{ср}} \geq 5^{\circ}\text{C}$	Число дней периода со средней суточной температу- рой $\geq 5^{\circ}\text{C}$	Средняя темпера- тура июля, $^{\circ}\text{C}$	Даты устойчивого перехода средней суточной температу- ры через 5°C		Сумма средних суточных темпе- ратур воздуха $\geq 10^{\circ}\text{C}$	Число дней периода со средней суточной $T \geq 10^{\circ}\text{C}$	Число дней перио- да без мороза	Сумма осадков (мм) за период май–сен- тябрь
				весной	осенью				
I	1600	120	17,5	15.05	17.09	1400	94	86	210
II	1400	115	15,6	22.05	12.09	1200	86	70	220
III	1200	105	14,6	25.05	9.09	1000	72	64	213
IV	1000	95	12,6	30.05	6.09	800	56	60	178
V	800	85	11,0	5.06	12.09	400	37	55 ¹	172
VI	≤ 600	75	9,0	12.06	25.08	0	0	41 ¹	170

Примечание. ¹ – безморозный период в 50 % лет длится менее 30 дней.

Приведенные агроклиматические характеристики определяют потенциальные условия для развития не только сельскохозяйственных культур, но и естественной пастбищной растительности, используемой оленями на выпасах.

Благодаря незначительной испаряемости территория тундры и лесотундры относится к зоне избыточного увлажнения, но из-за низкой температуры почвы в течение короткого вегетационного периода использование влаги растительным покровом ограничено. На температурный режим верхних корнеобитаемых горизонтов почвы значительное влияние оказывают нижележащие толщи вечной мерзлоты. С этим главным образом связана относительно невысокая урожайность пастбищного корма, составляющая в сухом весе 0,05...2,0 т/га и являющаяся основной кормовой базой для выпасающегося поголовья северных оленей. Относительно низкая урожайность тундровой и лесотундровой пастбищной растительности, ее существенные колебания от года к году, сезонность использования определенных растений выпасающимися животными обуславливают неустойчивость кормовой базы животноводства. В сочетании с суровыми зооклиматическими условиями различных сезонов года, особенно в критические периоды жизнедеятельности животных, это создает нестабильность в продуктивности северного оленеводства.

Кормовая база домашних и диких северных оленей состоит из нескольких сотен видов дикорастущих трав и полукустарников. Известно около 500 видов зеленых растений, поедаемых домашними животными в бесснежный период. В зимний период постоянными кормами северных оленей служат сухие осоки, злаки и лишайники (олений мох–ягель) (до 80...95 %), которые животные добывают, раскапывая снег передними ногами (рис. 9.8).

Качество и продуктивность оленьих пастбищ определяется не только питательными достоинствами основных эдификаторов и суммой урожайности всех компонентов фитоценоза, но и особенностями сложившихся агрометеорологических условий, степенью стравленности пастбищ в предыдущие годы (сезоны). Конкретный состав их пищи варьирует в зависимости от географического района выпаса, ландшафта и сезона года (табл. 9.4).

По расчетам специалистов в весенний сезон (период отела оленей) в среднем одному животному необходимо 2,57 га пастбищ, в летний сезон – 7,47 га, в осенний сезон – 2,1 га, в зимний – 9,8 га.



а



б

Рис. 9.8. Олени на зимних (а) и летних (б) пастбищах. Якутия (фото из Интернета)

Т а б л и ц а 9.4

**Соотношение кормов у диких оленей Таймыра по сезонам года, %
(по Колпащикову Л.А., 1982) [99]**

Виды кормов	Сезоны и их периоды					
	лето	ранняя осень	поздняя осень	зима	ранняя весна	поздняя весна
Лишайники	4,5	12,5	22,7	36,6	32,4	11,2
Травянистые корма	53,0	48,7	43,2	41,4	44,0	66,2
Кустарники	31,5	16,6	6,9	5,6	8,4	7,2
Кустарнички	2,9	10,1	8,2	6,6	6,6	5,2
Мхи	6,5	6,7	7,9	5,8	4,1	8,3
Прочие	1,6	5,4	11,1	4,0	4,3	1,4
Доля зеленых кормов	85,0	39,5	20,9	13,3	7,5	32,0
Доля ветошных кормов	—	25,1	40,9	34,4	44,6	42,5

Низкие запасы кормов на единице пастбищной площади в тундре и лесотундре, бескрайние просторы пастбищных угодий и малая заселенность человеком территории высоких широт определяют кочевой образ ведения северного оленеводства (рис. 9.9).

В поисках не стравленных пастбищ или районов с более благоприятными условиями для выпаса и отдыха животных оленеводы преодолевают со своими стадами большие расстояния, достигающие в сутки

80...100 км, задерживаясь на стоянках лишь в меру необходимости. При сезонных перегонах стадами покрываются до 600...1000 км.

Несмотря на все эти особенности суровой природы и сложности ведения оленеводства, кормовые ресурсы для северных оленей в тундре, лесотундре, в горно-таежных районах Российской Федерации могут обеспечить круглогодичное содержание 3,5...4,5 млн голов домашних оленей и прокормить 5...7 млн диких животных (Андреев В.Н., 1968) [9].



Рис. 9.9. Кочующие стада диких северных оленей в Якутии (снимок Ю.И. Мызина сделан из вертолета)

На бескрайних просторах северных широт у диких оленей существуют исторически сложившиеся сезонные, миграционные маршруты, которые традиционно используются местными жителями также и для промысловой охоты.

9.4. Особенности зооклиматических условий в районах северного оленеводства

При круглогодичном содержании домашних оленей в каждом сезоне наблюдаются неблагоприятные зооклиматические условия для выпасающихся животных. На протяжении года на оленьих пастбищах происходят непрерывные изменения, связанные не только со сменой времен года, но и с быстрой сменой погодных условий в течение дня

или нескольких дней. В теплый период года происходит смена одних кормовых растений другими, изменяются запасы подножного корма и его питательные свойства. Сезонно изменяются также физиологическое состояние животных и их потребность в количестве и качестве кормов. Годичный цикл выпаса северных оленей зависит от погодных условий и запасов подножного корма, от системы выпаса и уровня хозяйствования. Специалисты и оленеводы-практики различают шесть пастбищных сезонов (табл.9.5).

Таблица 9.5

**Продолжительность и сроки пастбищных сезонов
для северных оленей в Якутии (по Курилюку А.Д., 1982) [116]**

Сезоны	Средняя продолжительность, дни	Календарные сроки
Зима	146...169	С 7...21 ноября по 10...24 апреля
Ранняя весна	35...52	С 11...25 апреля по 24 мая...5 июня
Поздняя весна	20...31	С 25 мая ...6 июня по 20...30 июня
Лето	55...67	С 21 июня...1 июля по 15...31 августа
Ранняя осень	36...46	С 16 августа...1 сентября по 20 сентября...15 октября
Поздняя осень	35...41	С 21 сентября...16 октября по 6...20 ноября

Зимний сезон. Этот сезон в оленеводстве является наиболее длительным (с ноября по апрель включительно) и сложным для животных и бригад, обслуживающих стада оленей. Критические условия зимнего пастбищного сезона для северных оленей обусловлены низкими и экстремально низкими температурами воздуха в сочетании с устойчивым, высоким снежным покровом (обычно с ледяными корками, настом, ледяными прослойками различной мощности по профилю залегания снега), сильными ветрами.

В условиях экстремально неблагоприятной и долгой зимы естественные подножные корма на пастбищах оказываются труднодоступными, что приводит к снижению уровня питания животных, особенно нуждающихся в сохранении положительного энергетического баланса при низких температурах и сильных ветрах. Доступность подножного

корма определяется в первую очередь глубиной и плотностью снежного покрова, гололедными условиями, поскольку от этого зависит число копаний и раскапываемая площадь снега, протяженность перехода животных в сутки. В конечном итоге комплекс зоометеорологических условий определяет динамику живой массы оленей. Кроме этого, в начале зимы большое значение имеет скорость промерзания топких болот; в конце зимнего сезона, когда происходит массовый отел оленей, – защищенность пастбищной территории от сильных ветров.

Продолжительные полярные темные ночи значительно усложняют выпас оленей и охрану их от нападения хищников (рис. 9.10).



Рис. 9.10. Полярные волки зимой (фото из Интернета)

Пастухи обычно зимуют вместе со стадами в лесистой местности, а при наличии поблизости волков проводят круглосуточное дежурство, при этом в темное время – по 2...3 человека. В таких условиях главной задачей оленеводов в зимний период становится сохранение поголовья оленей без потерь, хотя бы при средней упитанности животных.

Для зимнего выпаса пригодны пастбища, покрытые ягелем не менее чем на 7–8 % в тундровой зоне, на 10...12% – в лесотундровой и на 15% – в таежной зонах. При недостатке ягеля на пастбище соотношение кормовых групп растений «сдвигается» в сторону увеличения доли зеленых и веточных кормов, находящихся под снегом. В среднем за сутки северный олень съедает зимой около 5 кг ягеля и 0,3...0,45 кг корма из-под снега в пересчете на фитомассу в воздушно-сухом состоянии

(Бороздин Э.К., Забродин В.А., Вагин А.С., 1990 [43]; Сыроватский Д.И., 2000 [169]). В зоне лесотундры доступность «подснежной» пастбищной растительности составляет около 70 %. Однако в отдельные многоснежные годы с ледяными корками доступность растений снижается до критического предела – 10...15 %. В зависимости от высоты и плотности снежного покрова доступность подснежного корма различна. Например, площадь раскапываемого оленями снега при его плотности 0,30 г/см³ составляет:

при высоте снежного покрова 20 см – 50...60 %;

при высоте 40 см – 40...45 %;

при высоте 60 см – 30 %.

При плотности снега 0,45 г/см³ олени в состоянии разбить снежную корку только вокруг проталин всего на 15...20 см [1].

При высоте снега 60...65 см и плотности 0,30...0,35 г/см³ передвижение оленей затруднено, при плотности снега 0,25 г/см³ олени в состоянии передвигаться при высоте снега не более 80 см, при плотности 0,20 г/см³ и высоте снега 1,0...1,2 м животные передвигаются с большими усилиями и на небольшие расстояния.

При отсутствии снега олени в среднем проходят 25 км/сутки, а при высоте снежного покрова 20...30 см – от 4 до 30 км в зависимости от его плотности [131].

При зимнем выпасе оленей в открытой, малопересеченной местности (тундра) опасным погодным явлением является пурга (буран), нередко сопровождаемая снегопадом. При отсутствии снегопада сильный ветер поднимает снег с земной поверхности. В зависимости от скорости ветра различают поземок и низовую метель, но любая форма ветрового переноса снега ухудшает видимость – необходимое условие для проведения контроля пастухами за поголовьем животных с тем, чтобы не допускать «откола» части стада и направлять его в нужном направлении.

Олени стада, расположенные в гористой местности, зимуют обычно в лесном поясе на пастбищах, богатых лишайниками – ягелем. Продолжительность выпаса на одних и тех же участках зависит от емкости пастбищ, кормовых запасов ягеля и других растений. Продолжительность выпаса на одном участке варьирует в пределах нескольких дней.

Опасные и неблагоприятные зоометеорологические условия для северных оленей возникают во все сезоны года. Материалы многолетних полевых наблюдений и анкетный опрос оленеводов позволили Хлыновской Н.И. (1982) [184] установить три категории зоометеорологических условий для зимнего периода нахождения оленей на пастбищах:

- 1 – особо опасные условия (возможна гибель животных);
- 2 – опасные условия (затрудняющие содержание животных);
- 3 – благоприятные условия (обеспечивающие нормальный выпас животных).

К зоометеорологическим условиям первой категории относятся: высота снежного покрова 1,2 м и более при плотности снега выше $0,20 \text{ г/см}^3$; снежная корка (наст) более 10 см и рыхлом, рассыпчатом снеге под коркой при плотности более $0,45 \text{ г/см}^3$; снежная корка (наст) $\geq 5 \text{ см}$, образовавшаяся непосредственно на поверхности кормов, при плотности снега $0,45 \text{ г/см}^3$; ледяная корка (плотность $0,8 \text{ г/см}^3$) толщиной $\geq 3 \text{ см}$ на поверхности снега и рыхлом, рассыпчатом снеге под коркой; ледяная корка⁸ $\geq 0,5 \text{ см}$, образовавшаяся на поверхности кормов. Температура воздуха $-10 \dots -25 \text{ }^\circ\text{C}$ и ниже при скорости ветра в течение суток $\geq 5 \text{ м/с}$, а также умеренный или сильный дождь (мокрый снег) $\geq 5 \text{ мм}$ за сутки при скорости ветра $\geq 5 \text{ м/с}$ в период отела вызывают гибель телят (рис. 9.11).



Рис. 9.11. Майская пурга (18–22 мая 1977 г.) на Чукотке погубила 15 тысяч телят северных оленей (фото М.Т. Гермогенова)

⁸ Ледяная корка образуется в тех случаях, когда оттепели продолжаются не менее 2...3 дней.

Высота снежного покрова, достигающая одного метра опасная для выпаса оленей, отмечается не более чем в 2...3 годах из 10 в долинах рек, в 1...3 годах из 10 – на «закустаренных» пастбищах побережья Охотского и Берингова морей (Хлыновская Н.И., 1982) [184]. В отдельные зимы отмечаются интенсивные притоки теплого морского воздуха, сопровождаемые обильными дождями и мокрым снегом. В таких случаях пастбища покрываются гололедом на больших площадях.

Снег, пропитанный водой, с возвращением холодов превращается в ледяной панцирь, не доступный для добывания оленями подножного корма. Повторяемость такого явления на прибрежных пастбищах не превышает одного раза за 10 лет.

Кроме того, в горах при сходе снежных лавин, а также во время переправы через реки в период половодий (паводков) эпизодически происходит гибель оленей.

К зоометеорологическим условиям второй категории относятся: снежный покров высотой 70 см и более при плотности снега $0,25 \text{ г/см}^3$; при высоте снежного покрова 60 см при плотности $0,30 \text{ г/см}^3$; метели (продолжительностью более суток) при скорости ветра 15 м/с (рис. 9.12).

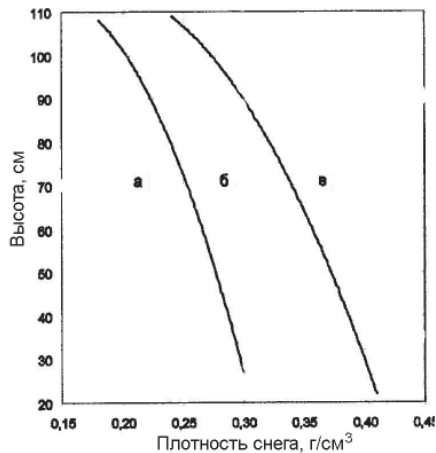


Рис. 9.12. Зависимость условий выпаса северных оленей от высоты (Н) и плотности (d) снежного покрова: а – выпас свободный; б – выпас затруднен; в – выпас не возможен [131]

К третьей категории зоометеорологических условий относятся такие, которые не оказывают угнетения на выпасающееся поголовье оленей.

В зоне оленеводства в зимний период высота снежного покрова по годам варьирует от 20 до 100...120 см и более в зависимости от многих факторов. Например, в Магаданской области характер распределения снежного покрова определяется неравномерным выпадением осадков (от 60 до 220 мм за холодный период), перераспределением снежной массы на поверхности ветром, степенью изрезанности рельефа местности, наличием и степенью плотности кустарниковых форм растительности. Так, в малоснежные зимы при сумме осадков 100 мм высота снежного покрова в период максимального накопления в зависимости от числа дней с сильным ветром (≥ 10 м/с) изменяется от 10 до 70 см. А при сумме осадков 250 мм (многоснежная зима) высота снежного покрова увеличивается до 50...120 см.

На значительной части территории Магаданской области высота снежного покрова достигает 40...70 см, в узких долинах он на 20...30 см выше, а в широких долинах – на 20...30 см ниже. На открытых, легко продуваемых участках высота снежного покрова составляет 30...40 см, тогда как на закустаренных, прибрежных пастбищах – 80...100 см (Хлыновская Н.И., 1982) [184].

В зимний период для оленеводов особенно важна гидрометеорологическая информация (срочные штормовые оповещения) о сроках наступления экстремальных погодных условий: сильных ветрах, сильных морозах, буранах, оттепелях.

Ранневесенний сезон. Устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С в сторону повышения связан с изменением синоптических процессов и знаменует собой наступление весны. На всей обширной территории оленеводства такой переход происходит в различные сроки. Например, по средним многолетним данным на территории Магаданской области он отмечается в период с 6 мая по 10 июня: в начале этот переход отмечается на побережье Охотского моря (6...11 мая), затем – в континентальной части области (9...15 мая), в горных районах и на востоке области 20...30 мая, а на побережье Берингова пролива, Чукотского и Восточно-Сибирского морей – в последних числах мая и в первой декаде июня. Продолжительность этого сезона составляет 30...35 дней. Обычно в этот период происходит начало отела оленей.

Погода этого сезона отличается неустойчивостью: интенсивные похолодания сменяются оттепелями. Это приводит к уплотнению снежного покрова, образованию снежных и ледяных корок, значительно усложняющих добывание животными подснежного корма.

В суровых агроклиматических условиях зоны северного оленеводства начало возобновления вегетации естественных трав на суходольных и лесокустарниковых пастбищах и сенокосах происходит в период с третьей декады мая по первую – вторую декаду июня включительно (рис.9.13).



Рис. 9.13. Стада северных оленей на ранневесенних пастбищах (фото из Интернета)

Эти сроки возобновления весенней вегетации находятся в зависимости от высоты снежного покрова, образовавшегося к дате устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C в сторону повышения, т.е. к началу снеготаяния. При высоте снежного покрова 10 см в западной части Магаданской области сход снежного покрова происходит в первой декаде мая, а при высоте 110 см – в конце третьей декады мая (Хлыновская Н.И., 1982) (рис. 9.14 а).

Для условий Чукотки зависимость сроков схода снежного покрова от его высоты и перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C в прибрежных районах представлена на рис. 9.14 б).

При раннем сходе снежного покрова весеннее возобновление вегетации происходит спустя 10...13 дней, т.е. когда верхние горизонты почвы прогреваются и «оживают» зимующие почки. Сход высокого

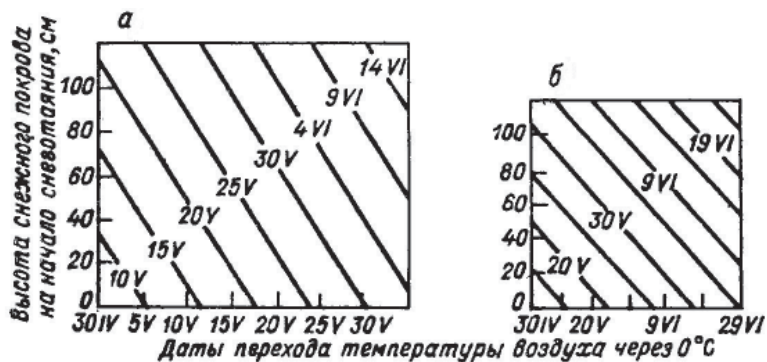


Рис. 9.14. Зависимость между датой схода снежного покрова, его высотой на начало снеготаяния и датой перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С весной

снежного покрова происходит обычно во второй декаде июня, в таких случаях, благодаря интенсивности июньских солнечных лучей, проникающих сквозь толщу снега, весенняя вегетация растений начинается под снегом. После возобновления вегетации злаковые травы вступают в фазу колошения уже через 35...55 дней (Хлыновская Н.И., 1982) [184].

Сход снежного покрова и освобождение пастбищной растительности происходит в течение 1...1,5 месяцев (с середины мая по конец второй декады июня) сначала на юге Магаданской области и на склонах гор южной ориентации.

Массовый отел оленей происходит обычно с 15...20 апреля и продолжается около полутора месяцев до первых чисел июня (рис. 9.15).



Рис. 9.15. Новорожденный теленок северного оленя (фото из Интернета)

Ранневесенний период особенно опасен для родившихся телят, поскольку пастбища еще покрыты снегом, в континентальных районах по ночам удерживаются сильные морозы, погода неустойчива, с частыми штормовыми ветрами, дождем и мокрым снегом. Выживание телят во многом также зависит от состояния маточного поголовья, которое после сложных условий зимовки может оказаться ослабленным. Особенно опасными зоометеорологическими условиями в период отела являются смешанные осадки (дождь с мокрым снегом). Вероятность выпадения смешанных осадков по территории различна (табл. 9.6). Такие условия становятся причиной массовой гибели молодняка.

Т а б л и ц а 9.6

Вероятность (%) числа дней с дождем и мокрым снегом в период отела оленей (по Хлыновской Н.И., 1982) [184]

Территория	Среднее многолетнее число дней с дождем и мокрым снегом	Градации числа дней с дождем и мокрым снегом				
		0	1...5	6...10	11...15	16...20
Побережье Восточно-Сибирского моря	2...4	25	60	15	–	–
Континентальная часть Магаданской области и северо-западное побережье Чукотского полуострова	5...7	10	50	30	10	–
Побережье Охотского, Берингова морей, восточное побережье Чукотского полуострова	8...12	5	30	30	–	5

Не менее опасными для новорожденных телят являются морозы, достигающие 20 °С. По многолетним наблюдениям сети метеорологических станций, число дней с такой температурой в апреле – мае в континентальных районах достигает 15...25, а на побережье – только 1...6 (Хлыновская Н.И., 1982) [184].

Поздневесенний сезон в большинстве районов тундры и лесотундры наблюдается в июне и характеризуется установлением положительных средних суточных температур воздуха [1]. К концу этого сезона снежный покров практически полностью разрушается, происходит активное развитие растительности, появляются листья на кустарниковых формах (ивы, березы и др.). Животные переходят на смешанный подножный корм, состоящий из ягеля и молодых побегов осок, злаков, пушицы и др. Количественное соотношение между ягелем и зелеными растениями в рационе оленей в среднем приближается 1 : 1. К концу сезона доля ягеля снижается до 10 % и менее.

После завершения периода отела наступают относительно благоприятные зоометеорологические условия для оленей, которые постепенно, по мере отрастания пастбищной растительности, переходят полностью на зеленый подножный корм. Этот сезон с прохладной погодой, хорошей обеспеченностью зелеными кормами и почти полным отсутствием кровососущих насекомых способствует спокойному выпасу оленей, быстрому повышению их упитанности. К середине июня, когда заканчивается отел, стада постепенно продвигаются к местам летовок.

Летний сезон. Этот сезон охватывает июль и август, наиболее ответственное время для нагула оленей. Короткое северное лето характеризуется быстрым нарастанием тепла, обеспечивающего высокую скорость развития пастбищных растений, стремительную смену их фенологических фаз, бурным ростом надземной фитомассы в условиях высокой влагообеспеченности корнеобитаемых горизонтов почвы.

Оценкой запасов продуктивной надземной массы оленьих пастбищ занимался широкий круг ученых, на их данных были построены обобщающие сводки. Мхи, лишайники и травянистые формы дают незначительные запасы фитомассы, при этом их годичный прирост практически равен годовому запасу. Кустарничковые и древесные формы поедаемых оленями растений формируют большие запасы фитомассы, в то время как их годичный прирост составляет порядка 0,1 часть всего запаса. Это связано с тем, что в течение года олени поедают не только выросшие листья, но и одревесневшие, многолетние побеги кустарничков и карликовых деревьев (березы, ивы и др.). Во

всех тундровых сообществах подземная масса растений преобладает над их надземной частью (Шамурин В.Ф., Александров В.Д., Тихомиров Б.А., 1975) [195].

Наивысшая интенсивность роста у большинства растений северных сообществ отмечается в конце второй декады июля, когда наблюдаются наиболее высокие средние суточные температуры воздуха. Максимум сезонного прироста фитомассы формируется в начале–середине августа. Сезонный прирост трав в среднем составляет 37...42 г/м². У листопадных кустарничков до 90 % всего годового прироста в виде массы листьев уходит в осенний опад. Нередко во второй половине июля – в августе основная масса растений завершает свой вегетационный период.

Таким образом, агрометеорологическая информация о состоянии и ожидаемой урожайности пастбищной и сенокосной растительности – основы кормового баланса для выпасающегося поголовья – имеет важное оперативно-хозяйственное значение для оленеводов.

Летом северные олени питаются в основном зеленой растительностью, содержащей в достаточном количестве все необходимые животным питательные вещества. В рационе оленей кустарниковая растительность составляет 13...75 %, разнотравье – 23...44 %, осоки и злаки – 12...17 %, лишайники – в среднем 16 % (Бороздин Э.К. и др. 1990) [43].

В начале лета нередко кратковременные возвраты холодов. Однако наиболее неблагоприятным летним периодом является вторая половина июля – первая половина августа. Высокие температуры воздуха, круглосуточный полярный день и массовый лет кровососущих насекомых сильно угнетают пасущихся животных (см. раздел 9.5).

Летний перегон поголовья северных оленей в более прохладные районы (к побережьям морей или в горы) проводится после завершения отела, когда начинается повышение температуры воздуха. При этом стада передвигаются «навстречу весне» и животные получают возможность питаться молодыми весенними побегами трав и полукустарников. Животные быстро повышают свою упитанность.

Одной из биологических особенностей северных оленей является незначительное развитие потовых желез, поэтому в жаркие безветренные дни в организме оленей происходит слабый теплообмен, их организм перегревается, животные заметно слабеют и подвергаются различным заболеваниям.

Раннеосенний сезон продолжается около полутора месяцев (с середины августа до начала октября). В начале этого сезона прекращается вегетация растительного покрова, опадают листья, грубеют травы. Олени вынуждены переходить на смешанный корм, состоящий из трав, молодых побегов кустарничков и лишайников (рис. 9.16).



Рис. 9.16. Стада северных оленей осенью (фото из Интернета)

В рационе животных возрастает доля ягеля (25...78 %), зеленые корма составляют 36 %, прочие растения – 12 %. В теплую дождливую осень появляются шляпочные грибы, являющиеся для оленей высокопитательным кормом. Наиболее ценными видами раннеосенних пастбищ являются приозерные луга, приморские злаково-осоковые луга, тундровые и горные луговины и т.п. К концу этого сезона у оленей начинается гон.

Позднеосенний сезон продолжается около двух месяцев (октябрь – ноябрь) и характеризуется неустойчивой погодой (Бороздин Э.К. и др., 1990) [43]. В эти месяцы в зонах тундры и лесотундры отмечаются частые туманы, затрудняющие охрану оленьих стад



Рис. 9.17. Полярный волк в лесотундре (фото из Интернета)

от хищников (рис. 9.17).

Снежный покров еще не препятствует выпасу. В то же время обледенение растений, образование притертых ледяных корок затрудняют добычу корма животными. Доля ягеля в питании оленей возрастает до 71 %, а зеленых кормов снижается до 29 %. Этот период считается наиболее спокойным для выпаса животных, но опасность нападения хищников возрастет. В хозяйствах в эти месяцы проводится учет, выбраковка и плановый забой оленей.

9.5. Насекомые, паразитирующие на сельскохозяйственных животных, и меры борьбы с ними

В июле отмечается массовое развитие насекомых, доставляющих мучения человеку и животным. Высокая дневная температура воздуха ($\geq 20^{\circ}\text{C}$) и безветренная погода относятся к неблагоприятным зоометеорологическим условиям. В районах Крайнего Севера наибольшее количество дней (40...50) с такой температурой воздуха в июне – августе отмечается в термических зонах I и II (см. рис. 9.7), в зонах III и IV число таких дней 20...30, а в зоне V – 6...8 дней, на побережье Северного Ледовитого океана – от 2 до 10 дней (Хлыновская Н.И., 1982) [184]).

Летний период содержания северных оленей также считается критическим из-за обилия двукрылых, кровососущих насекомых – комаров, гнуса, мошки, мокреца, слепней, чесоточных клещей и т.п., а также оводов (рис.9.18). Все они относятся к насекомым с полным превращением, т.е. проходящим в своем развитии четыре фазы: яйца, личинки, куколки, и взрослого насекомого. Кровь теплокровных животных (и человека) сосут только самки; она необходима им для образования яиц. Самцы питаются нектаром цветков и соком растений. Все эти насекомые, кроме комаров, дают в течение года одно поколение.

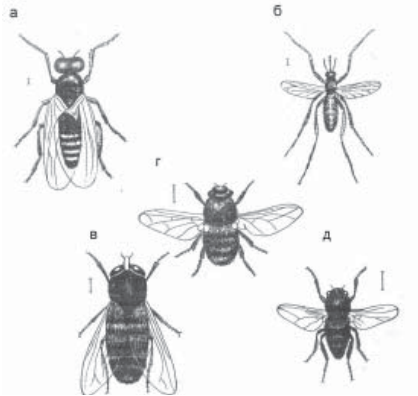


Рис. 9.18. Основные виды кровососущих насекомых, оказывающих неблагоприятное воздействие на северных оленей (натуральная величина насекомых показана прямыми линиями около рисунков): а – мошка; б – комар; в – слепень; г – носоглоточный овод; д – подкожный овод [131]

В семействе «настоящие комары (Culicidae)» насчитывается около 2000 видов комаров, из которых не все являются кровососами. *Комары* – самый многочисленный подотряд примитивных двукрылых насекомых-кровососов. Наибольшая численность их на Земле отмечается в тундре и лесотундре. Паразитами оленей являются в основном комары из рода *Aedes*. Они наиболее активны в летний сезон, примерно в течение одного месяца, хотя продолжительность их лета значительно больше (до двух месяцев).

В районах Крайнего Севера комары развиваются в небольших стоячих водоемах, количество которых здесь неисчислимо. Весной, в начале лета в результате снеготаяния появляются первые, неглубокие (до 20 см), хорошо прогреваемые солнцем водоемы, в которых начинают развиваться личинки комаров. Выход взрослых комаров происходит через 2...3 недели после даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 5 ...6 °С. Начало лета комаров (Y) коррелируется с датой устойчивого перехода средней суточной температурой весной через 5 °С (x), считая от 30 апреля (по Хлыновской Н.И., 1982) [184]:

$$Y=1,34 x - 6; \quad r = 0,75 \pm 0,05; \quad S_y = \pm 9 \text{ дней.} \quad (9.1)$$

Массовый лет комаров наблюдается при переходе температуры воздуха через 10 °С в сторону повышения. В первые дни после вылета самцы собираются и «толкуются» в воздухе, образуя, благодаря своей многочисленности, своеобразное облако. После оплодотворения самок самцы погибают, а у самок пробуждается инстинкт кровососания.

Оплодотворенная самка комаров, напившись крови, необходимой ей для полного развития яиц, уже через несколько дней после кровососания откладывает в понижениях и углублениях земли несколько десятков яиц. До следующей весны яйца остаются в состоянии диапаузы (покоя). На этом цикл развития одного поколения комаров завершается. После откладки первой партии яиц самки вновь нападают на животных и при «успешном кровососании» кладут яйца повторно. Живет самка летом около двух месяцев [74].

Продолжительность светлого времени суток летом составляет от 17 до 24 часов, поэтому в теплые, маловетренные дни обилие

вездесущих кровососущих насекомых сильно угнетает животных. Комары нападают на оленей круглосуточно, однако суточный ритм комаров непостоянен: подъем их активности приходится то на вечерние, ночные и утренние часы, то на вечерние и утренние. Основная масса комаров нападает на легкодоступные для кровососания места: покрытые коротким или вылинявшим волосом растущие молодые, наполненные кровью рога, голову, задние ноги и пах. Нижняя температурная граница лета комаров на Севере различается по местообитаниям и варьирует в пределах 2,6...3,5 °С. Высокая солнечная освещенность, высокая температура и сильный ветер снижают активность лета комаров или прекращают лет. Они прячутся в тенистых местах до наступления более благоприятных условий (Поляков В.А., 1981) [150].

Олени мучительно переносят нападения комаров, особенно в первые дни массового лета, когда животных осаждают «полчища» кровососов. На животное одновременно может напасть до 6...9 тысяч особей, при этом каждая самка комара может высосать от 2 до 10 мг крови, что нередко превышает массу ее тела. В период максимального лета комаров олень может потерять до 125 г крови в сутки. Олени становятся беспокойными, пугливыми, трудно управляемыми; они мечутся по пастбищу, почти не поедая корм. В дальнейшем реакция животных на нападения комаров, оводов и слепней становится более спокойной.

Мошки (семейство «*Simuliidae*») значительно мельче комаров (длина их тела от 3 до 6 мм). Вместе с комарами и мокрецами они составляют «полчища» гнуса и одинаково охотно нападают на диких животных, домашний скот и человека. По численности они занимают второе место после комаров. В массе мошки распространены локально. Наиболее вредное их воздействие на животных проявляется в южной тундре, лесотундре и тайге. Значительное количество мошек встречается на Кольском полуострове, где на одного оленя, согласно учету, нападает от 1000 до 1800 насекомых. Они появляются летом (июль) и исчезают осенью – в конце августа – в начале сентября, т.е. позже комаров. В условиях полярного дня летают круглосуточно, однако ночью их активность несколько слабее, чем утром и вечером. В отличие от комаров, мошки проникают к телу животного через шерсть любой плотности. Самка способна выпить за один раз 1...3 мг крови.

Обычно самки откладывают яйца под водой или в прибрежной полосе у воды. Личинки мошек хорошо развиваются в проточных

водоемах, особенно на участках с быстрым течением, где они питаются взвешенными в воде органическими остатками или мелкими водными организмами. Взрослая личинка окукливается, и через 1,5...2 недели, когда температура воды повышается до 6...8 °С, из куколок появляются взрослые мошки. В зависимости от температуры воды сроки развития куколок варьируют от нескольких дней (в теплой воде) до нескольких недель в холодной воде.

Кровососами являются только самки. Активность взрослых самок-кровососов неодинакова в разных зонах их распространения: она убывает с севера на юг. Укол мошки очень болезнен, особенно после того, как в кровь со слюной попадают вещества, препятствующие ее свертыванию. Слюна мошек очень ядовита, в ней содержится ядовитое вещество гистамин, раздражающий болевые, нервные окончания в коже и вызывающий заболевание животного симулидотоксикозом (Поляков В.А., 1981). В местах укула развивается отек, появляются жжение и зуд. При многочисленных укусах мошек у животных повышается температура тела, появляются признаки общего отравления. Под воздействием гистамина, в результате расширения и увеличения проницаемости капилляров, происходят кровоизлияния и отеки внутренних органов, что может привести к быстрому смертельному исходу животного.

На оленя обычно нападает одновременно несколько сотен (до 1000) насекомых. Они присасываются к нижним частям тела оленей: к конечностям и животу, садятся также на голову и молодые рога. Массовые нападения мошек на животных происходят при температуре воздуха от 6 до 23 °С, а осенью мошка Холодковского проявляет активность даже после выпадения снега. Привыкшие к массовому нападению комаров олени даже в период невысокой активности мошек болезненно реагируют на них. В тундровой и таежной зоне злостными кровососами являются тундровая мошка и мошка Холодковского [74].

Слепни (семейство «*Tabanidea*») – самые крупные, двукрылые, кровососущие насекомые (до 3 см). Эти насекомые встречаются повсеместно, за исключением прибрежных районов и островов Северного Ледовитого океана. Их появление и лет продолжается только в течение одного месяца с наступлением теплой погоды. Слепни исчезают в конце лета, раньше всех других видов кровососущих, летающих насекомых. Самки крупных слепней за одно кровососание

способны высосать до 200 ...300 мг крови, а мелких и средних особей – до 50...100 мг. Это приблизительно столько крови, сколько выпивают 70 комаров или 4000 мокрецов (мелких комариков). Существует предположение, что чрезмерное насыщение слепней кровью замедляет у них нормальное протекание физиологических процессов, в частности прекращаются летательные стимулы, насекомые падают на землю и нередко погибают под копытами животных. Полностью насытившиеся кровью самки более не нападают на оленей и по мере созревания яиц (этот цикл в зависимости от погодных условий длится от 4...5 до 15...25 суток) вылетают в поисках подходящего растительного или иного объекта для яйцекладок.

Укусы крупных слепней чрезвычайно болезненны и сопровождаются отеком, который вызывается слюной, попадающей в ранку во время кровососания. Самки слепней откладывают в среднем от 300 до 600, реже – до 1000 штук яиц на растения, растущие по берегам водоемов. Вышедшие из яиц личинки падают в воду, опускаясь на дно водоема, или попадают во влажный грунт. Весь цикл развития личинок до взрослого состояния продолжается от двух до четырех лет.

Самцы слепней питаются исключительно нектаром цветов и сахаристыми выделениями тлей, щитовок, а также сладким соком, вытекающим из пораненных древесных частей растений.

В самый разгар лета, по наблюдениям специалистов, всего за 30 минут к оленю подлетают от нескольких десятков до нескольких сотен слепней, причиняющих большой вред животным. При интенсивном лете этих насекомых олени прекращают выпас, сбиваются в плотную, неподвижную массу, при этом несколько крайних рядов животных находятся в постоянном движении вокруг центра неподвижно стоящего скученного стада. В отдельные жаркие дни стадо может оставаться на одном месте до 15 часов – с раннего утра до позднего вечера. Простояв несколько часов, стадо плотной массой устремляется на пастбище, на ходу изредка схватывая подножный корм. Иногда животные, измученные кровососами, пытаются спастись бегством от нападающих «полчищ» различных летающих насекомых, однако такой прием оказывается малоэффективным в борьбе с ними, поскольку кровососы легко догоняют животных. Во время интенсивного бега дыхание у оленей учащается до 160...180 ударов в минуту,

при этом оно становится поверхностным, пульс повышается до 120 в минуту, температура тела поднимается до 41 °С при норме 38,6...38,9. В летний период у животных увеличивается чувствительность кожи, связанная с нападением кровососов. Наиболее массовое нападение слепней на оленей отмечается в послеполуденные часы. Только вечером, по окончании интенсивного лета слепней и оводов, олени получают возможность для более спокойного выпаса. Вредность слепней усугубляется еще и тем, что в момент кровососания эти насекомые переносят возбудителей сибирской язвы, полиомиелита, туляремии и других опасных для животных и людей болезней.

Даже при небольшом количестве слепней, нападающих на крупный рогатый скот, коровы снижают удои на 10...15 % и быстро худеют. Подсчитано, что за сутки потеря сил животными, которых беспокоят слепни и мухи, эквивалентна недоеданию 400 г овса на голову скота [74].

Оводы, не являясь кровососущими насекомыми, наносят существенный вред животным. Наибольшее распространение в районах, где распространены северные олени, получили два вида оводов: *северный подкожник (Oedemagena tarandi)* и *носоглоточный овод* (семейство «*Oestridae*»).

Во взрослом состоянии оводы не кусают оленей и вообще не питаются, их жизненные процессы осуществляются за счет питательных веществ, накопленных в фазе личинок, паразитирующих в теле оленей около десяти месяцев.

Самки северного подкожника (подкожных оводов) преследуют оленей с целью отложить на шерсть животного яйца – свое будущее потомство. К одному волоску на теле оленя прикрепляется около десятка яиц, прочно удерживающихся благодаря особому устройству, охватывающему волос кольцом и клейкой жидкостью, выпускаемой самкой при яйцекладке. За один раз самка способна отложить до 150 яиц; всего самка продуцирует до 650 яиц. Через 4...5 дней появляются червеобразные вылупившиеся личинки, покрытые многочисленными шипами. Они спускаются по шерстинкам к телу животного и проникают в подкожную клетчатку, в которой мигрируют в течение трех и более месяцев. Внедрившись в кожу в любой части тела, личинки начинают длительный путь перемещения от места проникновения к

спинной части животного. У крупных млекопитающих животных личинки оводов сосредоточиваются на спине, т.к. здесь они не подвергаются опасности быть раздавленными, когда животные ложатся. Подкожная миграция личинок через соединительные ткани и мускулатуру животного занимает обычно от трех до девяти месяцев. Под кожей личинки проходят три стадии, длящиеся в течение всех этих месяцев. Достигнув спинной части животного, личинки начинают интенсивно питаться, вызывая образование подкожного желвака (уплотнения тканей), который открывается свищом, обеспечивающим личинке возможность дыхания. Зрелая личинка достигает в длину 3 см [74].

Питаясь подкожными тканями, личинки вызывают нестерпимый подкожный зуд у животных. В среднем пораженность личинками подкожных оводов составляет от 100 до 200 экземпляров на одном олене, при максимальном заражении их количество достигает 1000...1500 личинок. Помимо болезненности и беспокойства животных, их кожный покров покрывается большим количеством свищей, отчего качество шкур значительно снижается. По данным различных авторов, северное оленеводство несет убытки, исчисляемые до 90% от возможных доходов.

В мае-июне закончившие развитие личинки через свищевые отверстия в коже выпадают на землю, зарываются и окукливаются. Процессы выпадения и окукливания растянуты по времени, что обуславливает различные сроки выплода взрослых оводов, летающих до двух месяцев в году, хотя продолжительность жизни отдельных особей не превышает 2...3 недель. Если первые личинки начинают выпадать из тела оленей в мае, то последние иногда находятся под кожей до августа. На продолжительность фазы куколки влияет главным образом температура среды, в зависимости от которой сроки развития этой фазы варьируют от 17 до 75 дней. Хлыновской Н.И. (1982) [184] установлена зависимость сроков начала лета оводов (Y) от даты перехода средней суточной температуры воздуха через 5°C весной (x):

$$Y = 0,86 x + 32; \quad r = 0,70 \pm 0,064; \quad S_y = \pm 6 \text{ дней.} \quad (9.2)$$

Вылет взрослых оводов происходит рано утром в теплые и солнечные дни.

Лет взрослых самок оводов начинается при температуре 13°C , а в

солнечную погоду возможен и при температуре 6...7 °С, т.к. на солнце тело самок имеет температуру на 9 °С выше температуры воздуха. В пасмурные дни активность самок снижается из-за сравнительно низкой температуры их тела.

Все подкожные оводы – теплолюбивые и сухолюбивые насекомые. На следующий год после жаркого и сухого лета зараженность оленей личинками оводов заметно возрастает. Осадки препятствуют лету оводов, а частые и сильные ветры спасают пасущихся животных от оводов и других летающих паразитов. Жизнь взрослых оводов ограничена 3...5 сутками, но в условиях ненастного, прохладного (холодного) лета эти насекомые живут до одного месяца.

Носоглоточный овод (семейство «*Oestridae*») по размерам примерно такой же, как подкожный, но отличается по окраске и форме брюшка у самки. Отличается носоглоточный овод от подкожного и по характеру нападения на оленей. Самки этого вида – живородящие. Они подлетают к голове животного и молниеносно впрыскивают в его носовое отверстие порцию личинок, заключенных в каплю жидкости. Олень при этом проявляет большое беспокойство, фыркает и трет носом о землю, но освободиться от личинок не может, т.к. они снабжены «крючками» и шипами, прочно удерживающими их в носовой полости животного. Одна самка овода может отложить 600...700 (до 1000) личинок. Из носовой полости личинки передвигаются в глубину ее и распределяются по раковинам, носовой перегородке, лабиринту различных участков носоглотки. В этих местах личинки проводят 7...8 месяцев и не растут. Личинки очень чувствительны к высыханию и еще до испарения жидкости должны попасть на слизистую оболочку носоглотки. С февраля-марта начинается вторая стадия личинок и их перемещение из носовой полости в область глотки, где продолжается их развитие. К апрелю начинается переход личинок в третью, последнюю стадию. Длина взрослых личинок носоглоточного овода достигает 3,7 см, но они более тонкие, чем у подкожного овода. Массовое скопление (до 200...300) личинок в заглоточном кармане вызывает у оленей постоянное раздражение в области глотки и гортани, затрудняет глотание пищи и дыхание. Известны случаи гибели животных от удушья и воспаления легких вследствие попадания личинок в трахеи.

При кашле, чихании и фыркании олени выбрасывают созревшие личинки на землю, где они окукливаются. Этот процесс начинается в мае-июне. Фаза куколки продолжается от двух недель до двух месяцев, в зависимости от температуры окружающей среды.

Взрослые носоглоточные оводы появляются несколько позже подкожных – в июле. В течение августа продолжается лет этих насекомых и заканчивается в первой половине сентября. Нападение самок носоглоточного овода возможно и на других теплокровных животных, включая собак и даже человека. Однако у «неспецифических хозяев» личинки долго не живут и через некоторое время погибают.

В летние месяцы стада, оставшиеся в континентальных районах, несмотря на обилие подножного корма, оказываются в неблагоприятных условиях выпаса из-за угнетения от летающих паразитов. Животные пытаются спастись от назойливых кровососущих и «колющих насекомых» энергичным бегом: олени кружатся по 10...15 часов в сутки вместо спокойного выпаса и отдыха. От этого животные быстро худеют, стада разбегаются в поисках прохладных и ветреных мест, например олени располагаются на отдых на сохранившихся снежниках, на которых намного прохладнее и меньше «теплолюбивых» насекомых (рис. 9.19).

В континентальных районах наиболее благоприятными для летнего выпаса оказываются горные районы, где обычно не наблюдаются высокие температуры воздуха. Несмотря на менее питательный



Рис. 9.19. Отдых северных оленей на сохранившихся к началу лета снежниках, хорошо продуваемых и более прохладных. Якутия (фото выполнено Ю.И. Мызиным из вертолета)

подножный корм в таких районах, животные быстрее повышают упитанность, поскольку нет изнуряющего обилия кровососущих насекомых и более прохладно, по сравнению с долинами.

Перегон оленьих стад в прибрежные зоны Северного Ледовитого и Тихого океанов и в горы, где обычно преобладает ветреная погода и значительно прохладнее, по сравнению с континентальными, равнинными районами, является эффективным хозяйственным приемом сохранения упитанности и численности поголовья. В оленеводческих хозяйствах проводится также обработка животных специальными ядохимикатами, частично снижающими интенсивность назойливых насекомых.

В теплое время года очень важна информация о сроках массового появления кровососущих насекомых. Заблаговременный прогноз дат массового выплода двукрылых насекомых (оводов, слепней и др.) позволяет оленеводам своевременно провести подготовку к химической обработке животных и к их перегону на новые пастбища. По данным Хлыновской Н.И. (1982) [184], начало лета комаров и крупных двукрылых насекомых в Магаданской области хорошо коррелируется с датой устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 5 °С весной в сторону повышения. В зависимости от темпов развития весенних процессов отдельных лет и географического местоположения пастбищных массивов, начало лета комаров варьирует от 15 мая до 5 июля. В соответствии с характером нарастания тепла через 5...50 дней после появления комаров начинается лет оводов и слепней (табл. 9.7).

Таблица 9.7

**Даты перехода средней суточной температуры воздуха
через 5 °С весной и даты начала лета кровососущих насекомых
(по Хлыновской Н.И., 1982) [184]**

Даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 5 °С весной	Даты начала лета	
	комаров	оводов и слепней
25 мая	28 мая	25 июня
5 июня	11 июня	2 июля
15 июня	25 июня	11 июля
25 июня	9 июля	19 июля
5 июля	21 июля	28 июля
15 июля	—	5 августа

По средним многолетним материалам продолжительность лета кровососущих насекомых составляет 50...90 дней, изменяясь по годам от 30 до 130 дней в течение июня – августа. Обычно в двадцатых числах августа в связи с понижением общего температурного фона и наступления заморозков комары исчезают на большей части территории.

9.6. Болезни северных оленей и меры профилактики

Северные олени, как и все сельскохозяйственные животные, подвержены различным заболеваниям, многие из которых связаны с сезонными особенностями климата и погоды. Так, в летний период года наиболее широкое распространение среди северных оленей получает инфекционное заболевание некробактериоз. Возбудителем этой болезни является палочка некроза, постоянный обитатель желудочно-кишечного тракта северного оленя. Однако наличие источников инфекции и восприимчивых к заражению животных не обязательно ведет к вспышке некробактериоза. Для заболевания необходимы определенные условия (стресс-факторы): зимнее неполноценное питание, угнетающее влияние многочисленных и разнообразных кровососов, интенсивность летней солнечной радиации (Барадиев Б.Н., Слепцов В.П. (1984) [33]. В комплексе такие стресс-факторы действуют длительно и непосредственно влияют на снижение устойчивости животных к заболеванию некробактериозом. Например, по данным этих авторов, стадо оленей при отсутствии насекомых затрачивает на выпас примерно 60...65 % суточного времени, на отдых и пережевывание пищи – 25...30 %, на передвижение – до 10 %. При активном лете и нападении насекомых период выпаса сокращается до 30 %, на отстой в плотном скоплении животных – до 60 % суточного времени. Состояние животных при вынужденном отстое усугубляется изнурительной влажной высокой температурой, солнечной радиацией (если животные не находятся в густой тени деревьев или навесов). В такой ситуации возбудители некробактериоза находят благоприятную среду для усиленного размножения и повышения патогенности возбудителя, ведущего к массовому заболеванию и гибели животных. Эти бактерии поражают нижние отделы конечностей, ротовую полость и внутренние органы оленей, с образованием глубоких и обширных

некротических язв и гнойных артритов. Температура и пульс животных резко повышаются, больные олени больше лежат, сильно худеют. При злокачественном течении болезни развивается наиболее тяжелая форма поражения суставов ног. Причиной гибели оленей при некробактериозе становится общее отравление организма токсинами и токсическими продуктами распада пораженных тканей.

В качестве мер лечения при этом заболевании используются различные антибиотические препараты, вводимые внутримышечно, губительно действующие на бактерии некроза и сопутствующую им микрофлору. Для снижения угнетающего влияния кровососущих насекомых и оводов в дни их интенсивного лета необходима 3–4-разовая обработка животных специальными препаратами – репеллентами и инсектицидами. Особенности этих препаратов и методы их применения изложены в специальной ветеринарной литературе, источники которой здесь не приводятся.

Установлено, что в сезоны малой численности паразитических насекомых заболеваемость оленей в хозяйствах невысокая, а в отдельных случаях вообще отсутствует. В годы, благоприятные для лета гнуса, болезни животных могут приобретать массовый характер, поскольку в организме оводов, слепней и других насекомых подолгу (от двух до 17 суток) сохраняются возбудители многих инфекционных болезней: сибирской язвы, туляремии, бруцеллеза, палочки некроза и др.

Среди различных методов борьбы с паразитическими насекомыми определенное место занимают биологические методы, основанные на использовании их естественных врагов – паразитов и хищников, а также определенных видов микробов, вирусов и грибов, являющихся возбудителями различных заболеваний насекомых. Вместе с тем биологические агенты, вводимые в природу, не должны быть средством полного уничтожения вообще всех насекомых в биоценозах, в том числе и полезных, т.к. в экосистемах нельзя допускать нарушения естественных трофических (пищевых) связей (Поляков В.А., 1981) [150].

Для защиты северных оленей от паразитических насекомых наиболее радикальным является использование химических веществ из группы фосфорорганических и карбонатных соединений, а также инсектицидов растительного происхождения, наносимых на кожный покров или вводимых в организм внутримышечно. Однако применения

дисперсных (от лат. disperses – рассеянных) ядохимикатов должно быть построено на грамотной оценке их избирательного воздействия не только на каждый вид вредителей, но и на других представителей животного мира и окружающей среды. Известно, что гибель полезных насекомых возрастает с увеличением дисперсности применяемых ядохимикатов. Это связано с тем, что при мелкокапельном опрыскивании средняя величина капель в десятки раз больше частиц пылевидно-аэрозольного инсектицида, а при крупнокапельном опрыскивании – в сотни раз. Поэтому при опрыскивании снос более тяжелых капель яда меньше, чем при опыливанием аэрозольным способом, и, следовательно, менее опасен для полезных насекомых.

Для защиты северных оленей от гнуса и оводов большое значение имеет обработка животных инсектицидами и репеллентами в период наибольшей паразитической активности насекомых (июль-август). Одновременно со слепнями появляются подкожные и носоглоточные оводы. С окончанием лета слепней химическая обработка животных обычно заканчивается. В результате выявления видовой чувствительности насекомых – слепней и оводов – специалистами отобраны лучшие химические препараты, определены их концентрации, установлены технологии и сроки применения, обобщенные в зоотехнических рекомендациях по защите северных оленей от кровососущих двукрылых насекомых (Поляков В.А., 1981) [150].

9.7. Зоометеорологические наблюдения, осуществляемые на сети метеорологических станций

Программа зоометеорологических наблюдений, осуществляемых на сети метеорологических станций, расположенных в районах северного оленеводства, регламентируется «Наставлением ...» (2007) [131]. Эта программа включает:

- наблюдения за сезонными явлениями природы;
- наблюдения за проведением хозяйственных мероприятий в оленеводстве;
- наблюдения за условиями выпаса оленей.

1. Все станции, привлеченные к агрометеорологическим и зоометеорологическим наблюдениям в районах северного оленеводства, в

течение календарного года отмечают сезонные изменения в природе, в окрестностях станции и при маршрутных обследованиях по специальным заданиям УГМС (или ЦГМС). В частности, отмечаются даты появления проталин на пастбищах, схода и установления устойчивого снежного покрова, вскрытия и замерзания рек и водоемов, затопления пастбищ; появления кровососущих крылатых насекомых, фаз развития основных пастбищных растений; фиксируется динамика их роста и другие явления, имеющие значение (и влияние) на выпасающуюся поголовье животных.

2. Кроме сезонных наблюдений за явлениями природы, сотрудники станций отмечают сроки начала и окончания проведения основных хозяйственных мероприятий в стадах: выпас оленей на сезонных пастбищах в окрестностях станции, обработка животных специальными химическими препаратами (репеллентами или инсектицидами) в качестве борьбы с кровососущими насекомыми, сроки проведения забоя оленей, сроки отела в стадах, сроки начала дальних перегонов животных и т.п.

3. Сложности проведения регулярных наблюдений за условиями выпаса оленей связаны прежде всего с тем, что обычно стада не выпасаются в ближайших окрестностях станций, поскольку естественный растительный покров там сильно нарушен хозяйственной деятельностью людей и транспортом. Тем не менее на станциях фиксируются все неблагоприятные гидрометеорологические явления, которые могут оказать отрицательное влияние на состояние животных, на проведение хозяйственных мероприятий в оленеводстве, на состояние пастбищной растительности, оцениваемых, как правило, в процессе маршрутного обследования территории (в радиусе 20...30 км от станции).

В период маршрутных наземных обследований проводятся наблюдения за состоянием пастбищной растительности: визуальное покрытие почвы растительностью, фазы развития и состояние основных растений-эдификаторов, включая мох и лишайники, степень стравленности пастбищ, площадь наблюдательного участка, покрытую дерниной (в процентах), степень ее поврежденности транспортом; фиксируется общее состояние оленей, находящихся в стадах; измеряют высоту травостоя и лишайников (см), высоту и плотность снежного покрова, параметры снежной и ледяной корок.

Полностью программы агрометеорологических и зоометеорологических наблюдений, сроки и методы их проведения, используемые технические средства измерений, оформление полевых записей в таблицах установленного образца, примеры подобных записей и т.п. достаточно подробно изложены в «Наставлении ...» (2007) [131]. Кроме этого, в этом «Наставлении ...» приведены описания основных пастбищных растений зоны северного оленеводства, что способствует правильному выбору растительных объектов и проведению агрометеорологических наблюдений за ними.

Соблюдение таких требований при производстве полевых наблюдений является неукоснительным правилом, обеспечивающим достоверность, сравнимость и контроль полученных первичных материалов и правильность их обработки.

В системе гидрометеорологического обеспечения северного оленеводства, осуществляемого подразделениями Росгидромета регулярно, в течение всего года производится выдача оперативной информации о складывающихся и ожидаемых погодных условиях применительно к северному оленеводству. Такая зоометеорологическая информация включает данные о температуре воздуха (среднесуточной, минимальной, максимальной за сутки); о скорости и направлении ветра; о количестве осадков и времени их выпадения; о средней высоте снежного покрова; данные об ожидаемых сроках устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С, 5 и 10 °С – весной и осенью. Большое практическое значение для сохранения поголовья оленей имеют оперативные оповещения о наступлении экстремальных условий погоды, особенно сроки резкой смены температурного режима, обильных осадков, штормовых ветров, быстрого подъема уровня воды в реках в периоды половодий и т.п.

ГЛАВА 10

ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ПАСТБИЩАХ

Фундаментальные исследования в области экологической физиологии животных, находящихся в течение всего года в естественных природных условиях (Кашкаров Д.Н., 1945 [91]; Слоним А.Д., 1952–1971) и серия исследований по зоометеорологии (Ярошевский В.А., 1968 [201]; Конюхов Н.А., 1965 [106]; Чекерес А.И., 1973 [192]; Грингоф И.Г., Даниелов С.А., 1988 [63]; Гермогенов М.И., Полевой А.Н., Грингоф И.Г., 1987 [54]; Даниелов С.А., Грингоф И.Г., 1990 [66]; Danielov S.A., Gringof I.G., Germogenov M.T., 1996 [205] и др.) открыли возможности перехода к разработке методов количественных оценок и расчетов состояния и ожидаемой продуктивности сельскохозяйственных животных.

Выше отмечалось, что одним из критических периодов в жизни северных оленей является зима. В эти холодные месяцы наиболее остро проявляется дефицит в калорийных кормах, из-за глубокого снежного покрова ограничено передвижение животных, а низкие температуры воздуха в сочетании с сильными ветрами вызывают дополнительные энергетические затраты у оленей.

Как известно, к важнейшим физиологическим процессам, обеспечивающим жизнедеятельность теплокровных животных, и в частности северных оленей, относятся:

- основной обмен;
- энергетические затраты на усвоение и переваривание пищи;
- энергетические затраты на поддержание относительно постоянной температуры тела (терморегуляция);
- энергетические затраты на передвижение в поисках подножного корма;
- энергетические затраты, связанные с раскапыванием снега оленями при добывании корма и др.

Весь этот комплекс энергетических затрат животные покрывают за счет потребляемого корма, компоненты которого имеют различную

калорийность. Уровень последней определяет неодинаковые потребности оленей в объемах (массе) добываемого подножного корма.

Основной обмен или тепловая мощность организма, находящегося в покое, при отсутствии калоригенического действия пищи, в результате ее физиологического переваривания и усвоения определяется, как и у любого теплокровного животного, по формуле, предложенной Ханиным М.А. (1982) [182]:

$$W_0 = \chi(P)^{3/4}, \quad (10.1)$$

где W_0 – основной обмен животного, ккал · сутки⁻¹; χ – константа, свойственная конкретному виду животного; P – масса животного, кг.

В зимний период основной обмен оленей-быков (массой от 90 до 150 кг) изменяется в пределах от 2600 до 3500 ккал · сутки⁻¹. Ошибка расчетов по этой формуле основного обмена северного оленя в пределах названной массы составляет от 5 до 10 % (Гермогенов М.Т. и др., 1987) [54].

Энергетические затраты, связанные с перевариванием и усвоением пищи, зависят от объема добываемой пищи, ее питательности (состава) и калорийности. *Затраты на калоригеническое действие пищи* оцениваются на основе экспериментальных данных для конкретного вида животного. В среднем для различных видов сельскохозяйственных животных калоригеническое действие пищи не превышает 10 % основного обмена. В результате исследований газообмена у северных оленей при голодании, кормлении и в период физических затрат на выполнение работы (перемещение с грузом и без груза – на выпасе) установлено, что величина калоригенического действия пищи у оленей - быков составляет 27% основного обмена:

$$W_c = 0,27 W_0, \quad (10.2)$$

где W_c – энергетические затраты оленя, связанные с усвоением пищи, ккал · сутки⁻¹.

10.1. Энергетические затраты на терморегуляцию животного

Для арктических и субарктических регионов, а также континентальных областей Азии (Сибирь, Центральная Азия) характерны значительные колебания суточных и годовых температур, высокая

амплитуда между летними и зимними температурами воздуха, сильные и продолжительные ветры и малое годовое количество осадков. В этих суровых климатических условиях у теплокровных животных, постоянно находящихся в естественных (природных) условиях, поддерживается относительно постоянная температура тела.

У северного оленя температура тела регулируется совокупным действием биохимических и физических процессов в организме животного и поддерживается на уровне 38,6...38,9 °С, что является нормой для этого вида. Относительное постоянство температуры сохраняется благодаря образованию тепловой энергии при окислительно-восстановительных процессах, непрерывно протекающих в организме. При низких температурах окружающей среды у этого вида наблюдается повышение обмена веществ: например при температуре воздуха 25 °С мороза обмен веществ достигает 20 % (Сегаль А.Н., 1962) [156].

Терморегуляция предохраняет снижение температуры тела животного до уровня «ниже нормальной». Это осуществляется за счет выделения в организме дополнительной тепловой мощности, описываемой уравнением:

$$W_t = W_0 (T_{кр} - T_v) / T_s - T_{кр}, \quad (10.3)$$

где W_t – дополнительная тепловая мощность, необходимая для поддержания относительно постоянной температуры тела, ккал · сутки⁻¹; $T_{кр}$ – температура, соответствующая нижней границе термонеutralной зоны животного, °С; T_s – температура тела северного оленя, °С; T_v – температура воздуха с поправкой на скорость ветра, °С.

Хорошо известно, что скорость ветра оказывает заметное воздействие на организм, а в условиях холодной погоды способствует дополнительной потере тепла:

$$T_v = C_t \cdot V_k^2 \cdot (T_s - T_e), \quad (10.4)$$

где C_t – константа, имеющая размерность, с · м⁻¹; V_k – скорость ветра, м · с⁻¹; T_e – температура воздуха, °С.

По данным Хлыновской Н.И. (1982) [184], падеж телят северных оленей отмечается при температуре воздуха -25 °С в условиях безветрия и при температуре воздуха -10 °С при скорости ветра ≥ 5 м/с. На открытых пространствах тундры при сильных зимних метелях олени прекращают выпас, ищут укрытия или ложатся боком к ветру.

Соколов А.Я. и Кушнир А.В. (1986) [167] отмечают, что добывание корма оленями при ветре 10 м/с и более и при глубине снега 20...30 см требует больших затрат энергии, чем добывание подножного корма в условиях безветрия при глубине снега 60...80 см.

В случаях дождливой и ветреной погоды и намокания волосяного покрова при температуре 0 °С у телят канадского оленя – карибу – энергетический метаболизм увеличивается в 5...6 раз, что нередко приводит к гибели животных (Bergerud A.T., 1971) [202].

10.2. Энергетические затраты на передвижение животного

В зимний период энергетические затраты на передвижение зависят от физико-механических свойств снежной толщи (высота, плотность, наличие ледяных корок, их толщина), а также от условий погоды: температуры воздуха, скорости ветра, осадков. По данным физиологических экспериментов (Слоним А.Д., 1964) [163], мышечная деятельность животного по своей интенсивности (отношение к суммарному эффекту затрат) является величиной постоянной для каждого отдельного вида.

Двигательная (перемещение по пастбищу) и копательная активность (добывание корма под снегом) северного оленя представляет собой основные статьи расхода энергии животного в зимний период. Суммарная протяженность перемещения оленей в сутки напрямую зависит от наличия и высоты снежного покрова (табл. 10.1).

Зависимость расстояния (суммарной длины), проходимого оленем в сутки, от различных условий среды, описывается уравнением:

$$L_i = a_1 h^3 + a_2 h^2 + a_3 h + a_4, \quad (10.5)$$

где L_i – расстояние, проходимое оленем в сутки, км; h – высота снежного покрова, м; $a_{1...4}$ – эмпирические коэффициенты, зависящие от плотности снега (d), например:

при $d < 0,2$ г/см³: $a_1 = -19293,8$; $a_2 = 53807,9$; $a_3 = 50552,9$; $a_4 = 171515,0$;
при $d = 0,3...0,45$ г/см³: $a_1 = 61126,1$; $a_2 = -31866,0$; $a_3 = 25584,5$; $a_4 = 13491,8$.

Для расчета механической мощности оленя, связанной с его передвижением (при наличии снежного покрова), предложена полуэмпирическая формула (Гермогенов М.Т., Полевой А.Н., Грингоф И.Г., 1987) [54]:

Таблица 10.1

**Суммарная длина перемещения оленя в сутки
в зависимости от внешних условий (по данным разных авторов)**

Сезон, месяц, район	Высота снежного покрова, см	Плотность снега, г/см ³	Суммарная длина перемещения оленей, км/сутки
Раннеосенний, сентябрь (Полярный Урал)	—	—	25
Раннеосенний, сентябрь (Якутия, тайга)	—	—	11...22
Раннезимний (Якутия)	20...30	—	2...5 (4...12)
Зимний (Якутия)	до 50	—	1...3
Зимний (Якутия)	60...65	0,3...0,35	Движение только по старым тропам в снегу
Зимний (Якутия)	60...80	0,14...0,16	0,6...2,0
Зимний (Якутия)	80	0,25	Предел передвижения по снегу
Зимний (Якутия)	100...120	0,2	С трудом очень неболь- шие расстояния, в ос- новном прыжками

$$E_p^i = (d_v \cdot \psi_w^i \cdot L_i \cdot P_i \cdot K_p) / L_0, \quad (10.6)$$

где: E_p^i – механическая мощность, развиваемая животным при передвижении в поисках подножного корма, ккал · сутки⁻¹; d_v – величина вертикального смещения центра тяжести тела животного при одном шаге, составляющая в среднем 0,12 м; ψ_w^i – коэффициент сопротивляемости среды (безразмерный); P_i – масса оленя, кг; K_p – коэффициент, характеризующий рельеф местности (горизонтальный = 1,0, пересеченный = 1,3, резко пересеченный = 1,5, горный = 1,7); L_0 – длина шага оленя, м.

Скорость передвижения животного при всех прочих равных условиях определяется высотой снежного покрова (h):

$$V = 1,46 h^2 + (-0,408) h + 2,92, \quad (10.7)$$

где V – скорость передвижения, км/ч.

Величина коэффициента сопротивляемости среды (ψ_w) зависит от высоты снежного покрова (h) и его плотности (d):

$$\psi_w = \exp [(6,418 d^2 - 0,589 d + 0,315) \cdot h] . \quad (10.8)$$

В табл. 10.2 приведены соотношения высоты, плотности снежного покрова и соответствующие им расчетные величины сопротивляемости среды (ψ_w).

Т а б л и ц а 10.2

Высота снега, см (h)	Плотность снега, г/см ³ (d)	Сопротивляемость среды (ψ_w)
30	0,2	—
40	0,1	Увеличивается на 10 %
40	0,3	Увеличивается на 25 %
60	0,3	Увеличивается на 177 %

При наличии ледяных корок сопротивляемость среды заметно возрастает.

10.3. Энергетические затраты оленя, связанные с раскапыванием снега

Велики энергетические затраты оленей при раскапывании копытами снежного покрова в поисках подножного корма. В районах, где плотность снега (d) не превышает величину 0,24...0,26 г/см³, домашние олени без особых усилий раскапывают ягель из-под снежного покрова высотой 60...70 см (Насимович А.А., 1955) [130]. При высоте снега 80...90 см трудность раскопки заметно возрастает за счет увеличения числа копательных движений. Так, в ранний зимний период в условиях залегания рыхлого снега при высоте 15...25 см среднесуточное количество копательных движений оленя достигает 3600; максимум, отмеченный при высоте снега 25 см, составил 5200 движений (Давыдов А.Ф., 1958) [65]. Во вторую половину зимы, с увеличением высоты снежного покрова до 60...70 см в лесу, количество копательных движений достигает 7000.

Для расчета механической работы, выполняемой оленем при раскапывании снега, используется полуэмпирическая формула (Гермогенов М.Т. и др., 1987) [54]:

$$E_m^i = (d_v \cdot \psi_w \cdot P^i \cdot n^i) / 427, \quad (10.9)$$

где E_m^i – механическая работа животного при раскапывании снега, ккал · сутки⁻¹; d_v – величина вертикальных движений центра тяжести, принимаемая в среднем 0,15 м; ψ_w – коэффициент сопротивления среды (безразмерный); n^i – число копаний.

Число копаний в значительной мере определяется такими характеристиками снежного покрова, как высота (h) и плотность (d). Установлена зависимость числа копаний (n) от этих характеристик (Гермогенов М.Т. и др., 1987) [54]:

$$n = 14,46 h^2 - 10,24 h + 5,50 \quad \text{при } 0 < d \leq 0,22 ;$$

$$n = 19,64 h^2 - 10,12 h + 5,04 \quad \text{при } 0,22 < d \leq 0,27 ;$$

$$n = 123,64 h^2 - 60,46 h + 11,03 \quad \text{при } 0,27 < d \leq 0,35 ;$$

$$n = 189,06 h^2 - 56,04 h + 7,39 \quad \text{при } 0,35 < d \leq 0,60 .$$

В процессе копания животное также совершает работу (W_k) по поднятию массы снега из лунки на определенную высоту (E_s) и перемещению снега из лунки в сторону (E_m):

$$W_k = E_s + E_m , \quad (10.10)$$

при этом

$$E_s = m_s \cdot g \cdot h_s , \quad (10.11)$$

где m_s – масса поднятого снега, кг; g – ускорение свободного падения; h_s – высота снега, м.

При этом:

$$m_s = V_s \cdot d_s , \quad (10.12)$$

где V_s – объем выкопанного снега, м³ · сутки⁻¹; d_s – плотность снега, г/см³.

Объем выкопанного снега (V_s) определяется по уравнению вида:

$$V_s = 1/3 p [(r + h_s \cdot \operatorname{tg} a)^2 (r + h_s \cdot \operatorname{tg} a) \cdot \operatorname{ctg} a - r^2 \{ (r + h_s \cdot \operatorname{tg} a) \cdot \operatorname{ctg} a - h_s \}], \quad (10.13)$$

где r – радиус выкопанной площади, м; a – угол обрушения снега, равный 45°.

Полные энергетические затраты по перемещению тела животного в поисках корма и на раскапывание им снега составляют:

$$W_m = E_p^i + E_s^i + E_m^i. \quad (10.14)$$

Для обеспечения механической мощности W_m происходят неизбежные потери, связанные с потреблением энергии мышцами, имеющими КПД, свойственный виду животного:

$$\eta = W_m / W_n^i, \quad (10.15)$$

где η – коэффициент полезного действия мышц (безразмерный); W_n^i – полная мощность, развиваемая животным.

Из полной мощности (W_n^i) только ее часть ($\eta \cdot W_n^i$) превращается в механическую мощность, а оставшаяся часть ($W_n^i = (1 - \eta) / \eta$) выделяется в виде тепла. Тепловая мощность, связанная с калоригеническим действием пищи W_c , плюс тепло, выделяемое животным организмом при механической работе, используется животным для сохранения постоянной температуры тела вне термонейтральной зоны (Слоним А.Д., 1971 [165]; Соколов А.Я., Задальский С.В., 1984 [166]).

В условиях, когда животное получает достаточное количество энергии, поступающей при потреблении пищи (калоригенический эффект), при механической работе тепловая мощность, необходимая для сохранения постоянной температуры тела, соответственно, снижается:

$$W_{i\,don.}^i = \begin{cases} W_t^i - (W_c + W_m \cdot (1 - \eta) / \eta) & \text{при } W_t^i > W_c + W_m \cdot (1 - \eta) / \eta \\ 0 & \text{при } W_t^i < W_c + W_m \cdot (1 - \eta) / \eta \end{cases}. \quad (10.16)$$

Тогда полные энергетические затраты оленя с учетом коэффициента полезного действия мышц ($\sum W$, кг · сутки⁻¹) составят:

$$\sum W = W_0 + W_{i\,don.}^i + (E_p^i + E_s^i + E_t^i) \eta + W_c. \quad (10.17)$$

Рассмотренные выше различные виды энергетических затрат (в их суммарном выражении) компенсируются животным за счет потребления пищи.

10.4. Потребляемые северным оленем корма как составляющая энергетического баланса животного

Выше были рассмотрены особенности кормового рациона северного оленя в различные сезоны года, а динамика надземной части биомассы отдельных эдификаторов⁹ биогеоценозов определяется складывающимися условиями погоды.

Как и у любого животного, у северного оленя минимальные и максимальные величины суточного бюджета энергии лимитированы так же, как и объемы потребления корма. Например, чем больше энергии и времени тратит олень на раскапывание снега в поисках подножного корма, тем меньше их остается на передвижение и отдых; или чем больше затрачивается сил (энергии) и времени на движение (бег) летом в качестве меры защиты от кровососущих насекомых, тем меньше времени и возможности остается у животного на кормление и отдых.

В зависимости от величины запасов кормов на единице площади, а также от степени доступности кормов в различные сезоны года в расчете на одного оленя (в сутки), потребная площадь пастбищ увеличивается в течение года в пять раз (табл. 10.3).

Таблица 10.3

Площадь пастбищ (га), потребная одному оленю в сутки по сезонам года (по Титову Е.А., 1991) [173]

Сезоны	Площадь пастбищ (га), потребная одному оленю в сутки		
	минимальная	средняя	максимальная
Зима (ноябрь–апрель)	0,01...0,04	0,045...0,070	0,08...0,10
Весна (май– июнь)	0,05...0,07	0,075...0,140	0,10...0,20
Лето (июнь–август)	0,09...0,10	0,200...0,250	0,30...0,40
Осень (сентябрь–октябрь)	0,06...0,09	0,130...0,200	0,20...0,30

Количество поедаемого корма в сутки зависит также от калорийности корма и от зоометеорологических условий (температуры воздуха, скорости ветра, высоты снежного покрова и др.). Степень

⁹Эдификаторы – растения, слагающие основу растительного сообщества («строители»), определяют основные свойства фитоценозов: состав, структуру, продуктивность, микроклимат, а также условия существования других растений этого сообщества.

стравленности кормов в раскопанной снежной лунке варьирует от 5 до 90 %, и также зависит от условий погоды и запасов кормов на единице площади. Количество кормов (U_g^i), потребляемое оленем в сутки ($\text{кг} \cdot \text{сутки}^{-1}$), рассчитывается по формуле (Гермогенов М.Т., Полевой А.Н., Грингоф И.Г., 1987) [54]:

$$U_g^i = v \cdot Y \cdot S^i, \quad (10.18)$$

где v – коэффициент использования кормов, характерный для каждого вида животного (безразмерный); Y – запас кормов на единице площади, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; S^i – суммарная площадь копок (снежных лунок) в сутки, м^2 .

Известно, что при круглогодичном пастбищном содержании животных в условиях холодного климата, относительно низких запасов кормов (на единице площади) северный олень значительно полнее использует подножный корм, по сравнению с другими сельскохозяйственными животными. По литературным материалам полевых наблюдений авторами предложена эмпирическая формула для расчета коэффициента использования кормов северным оленем:

$$v = e^{(9,243 + 0,015)} - 0,109. \quad (10.19)$$

Расчеты по этой формуле показывают, что при меньших запасах кормов на единице площади коэффициент их использования (захвата животным при выпасе) возрастает. Например, при запасах ягеля (виды рода «*Cladonia sp. sp.*») около $0,3 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ коэффициент использования кормов равен 0,19 (или 19 %). Тогда, раскопав в снегу лунку размером 1 м^2 (с запасом корма – ягеля 30 г), олень съедает всего около 6 г корма. При меньших запасах ягеля – от 0,1 до $0,15 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ – коэффициент использования кормов возрастает и составляет 0,35...0,50, т.е. в среднем животное съедает 42 % ягеля. При этом коэффициент переваримости сухого корма у северных оленей составляет 70...80 %, тогда как у крупного рогатого скота в средней полосе России – 60...70 %.

Размеры суммарной площади раскапываемых лунок (S) определяются высотой (h) и плотностью (d) снежного покрова:

$$S = \begin{cases} 35,434h^2 - 159,374h + 154,586 & \text{при } d < 0,2 \\ 31,996h^2 - 137,08h + 89,578 & \text{при } 0,25 \leq d < 0,3. \\ 58,625h^2 - 140,954h + 63,785 & \text{при } 0,3 \leq d < 0,4 \end{cases} \quad (10.20)$$

Согласно расчетам, при $d < 0,2 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ и $h = 30 \text{ см}$ взрослый олень может раскопать 110 м^2 в сутки, а при той же высоте снежного покрова, но при $d > 0,3 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ сможет раскопать всего $20 \dots 30 \text{ м}^2$.

Минимальные потребности в корме, связанные с суммарными энергетическими затратами животного, рассчитываются по формуле:

$$\Pi_g^i = \sum W / C. \quad (10.21)$$

где Π_g^i – количество корма, потребляемое северным оленем в сутки, ккал \cdot сутки $^{-1}$; $\sum W$ – суммарные энергетические затраты, ккал \cdot сутки $^{-1}$; C – средняя удельная калорийность корма, ккал \cdot кг.

В развернутом виде эта зависимость может быть представлена следующим образом:

$$\Pi_g^i = 1 / C \{ W_0 + W_C + W_{\text{доп.}}^i + (E_P^i + E_S^i + E_t^i) / \eta \} \quad (10.22)$$

или
$$\Pi_g^i \cdot C = \{ W_0 + W_C + W_{\text{доп.}}^i + (E_P^i + E_S^i + E_t^i) / \eta \}. \quad (10.23)$$

Суммарная (валовая) энергия (E_n), получаемая животным при поедании кормов, представляет собой:

$$E_n = \Pi_g^i \cdot C. \quad (10.24)$$

10.5. Энергетический баланс (дисбаланс) северного оленя

Суммарная энергия (E_n), превышающая суммарные энергетические затраты организма, определяет положительную динамику (нагул) массы животного, а суммарные затраты энергии, превышающие приход суммарной энергии, приводят к сокращению массы животного (похудение – отрицательная динамика). Следовательно, скорость изменения массы тела северного оленя в единицу времени определяется разностью между суммарными затратами энергии, отнесенными к удельной калорийности тела животного:

$$\Delta P / \Delta t = (\Pi_g^i \cdot C - \sum W / C_b), \quad (10.25)$$

где $\Delta P / \Delta t$ – изменение массы тела оленя в единицу времени, кг;
 C_b – удельная калорийность тела животного, ккал · кг.

Как и многие теплокровные животные, находящиеся в условиях экстремального холодного климата, северные олени к осени достигают максимальной массы и упитанности, благодаря которым поддерживается их жизнедеятельность в течение длительного зимнего периода. В качестве примера в табл. 10.4 приведены материалы Мурманской опытной станции по динамике массы северных оленей и их калорийности.

Таблица 10.4

**Динамика биомассы и калорийности мяса северных оленей
в течение года (по Курилюку А.Д., 1982) [116]**

Месяцы года	Средняя биомасса, кг			Число калорий в 1 кг оленины
	Быки-кастраты	Телята-самцы	Телята-самки	
Май	106,2	6,3	6,0	–
Июнь	108,6	19,6	16,1	–
Июль	112,2	32,5	28,1	–
Август	114,1	41,9	37,1	–
Сентябрь	124,0	54,0	50,3	1852
Октябрь	126,0	55,9	52,6	2524
Ноябрь	124,9	55,6	51,2	2279
Декабрь	122,8	53,5	50,7	1895
Январь	118,2	52,4	50,5	–
Февраль	112,7	50,7	50,1	–
Март	108,0	48,8	47,8	1452
Апрель	107,9	48,0	46,9	–

Известно, что олени, обитающие в различных природных зонах и в разных регионах их ареала, имеют различную массу и упитанность. С понижением массы тела снижается и его удельная калорийность (Курилюк А.Д., 1982) [116]. С учетом выражений (10.16), (10.21), (10.23) и (10.25) динамика биомассы может быть записана в следующем виде (Гермогенов М.Т. и др. 1987) [54]:

$$\Delta P / \Delta t = \begin{cases} P_g \cdot C - W_0^i (T_{кр} - T_e) / (T_s - T_{кр}) - W_m^i, & \text{при } W_t^i \geq W_c + W_m^i (1 - \eta) / \eta \\ P_g \cdot C - W_0^i - W_m^i - W_c, & \text{при } W_t^i < W_c + W_m^i (1 - \eta) / \eta. \end{cases} \quad (10.26.)$$

Таким образом, количественное определение энергетических затрат и кормовых потребностей северного оленя позволяет установить энергетический баланс (дисбаланс) питания, представляющий собой разность между мощностью, получаемой вместе с кормом, и суммарной мощностью, затрачиваемой организмом в процессе своей жизнедеятельности. При этом энергетический дисбаланс позволяет рассчитать скорость изменения массы оленя под воздействием зоометеорологических факторов среды.

В процессе проведения оперативного зоометеорологического обеспечения северного оленеводства подразделения гидрометеорологической службы выдают потребителям различную информацию о погоде. Для практического использования динамико-статистической модели «погода – олень», описанной в настоящей главе, необходима следующая исходная информация:

- средняя, начальная биомасса оленя (кг), позволяющая учесть предшествующий расчету период его жизни, т.е. энергетический потенциал животного и его способность к выживанию в суровых зооклиматических условиях;
- исходные (к расчету) данные о запасах кормов на единице площади, $\text{кг} \cdot \text{га}^{-1}$;
- текущие метеорологические данные (на каждом шаге расчета – одни сутки), включающие среднюю суточную температуру воздуха, среднюю суточную и максимальную скорость ветра; высоту и плотность снежного покрова, толщину и плотность ледяной корки.

На выходе модели определяется динамика биомассы оленя в зависимости от складывающихся зоометеорологических условий зимнего периода.

После всего комплекса расчетов определяется биомасса оленя в зависимости от сложившихся погодных условий на каждый расчетный день. В процессе разработки этой модели авторами (Гермонов М.Т. и др., 1987) [54] были проведены численные эксперименты

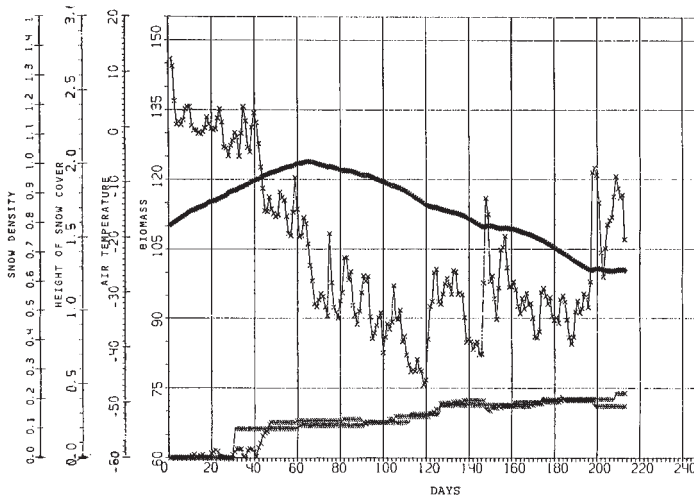


Рис. 10.1. Результаты расчета по модели «погода–олень»: динамика биомассы северного оленя за период с 1 сентября 1986 г. по 30 апреля 1987 года. Условные обозначения: x- - - -x – ход температуры воздуха; двойная линия (в центре графика) – динамика биомассы оленя (кг); xxxxxxxx – плотность снега (г/см³) и его высота (см) (по материалам М.Т. Гермогенова)

по исследованию чувствительности модели к изменениям ее параметров и выполнена проверка адекватности модели. Оказалось, что расчетные значения динамики биомассы животных хорошо согласуются с эмпирическими данными, при этом ошибка расчета биомассы северных оленей к концу зимнего периода не превышала 1...5 кг на голову (рис. 10.1).

Расчеты показали, что снижение биомассы оленя за зимний период на 30 % к началу весны означает массовую гибель животных.

Полученные результаты подтвердили правильность основных теоретических предпосылок и выбранных коэффициентов, заложенных в модель «погода – олень», что позволило использовать эту модель в оперативном зоометеорологическом обеспечении северного оленеводства в ряде крупных совхозов Республики Саха (Якутия). Эти работы проводились М.Т. Гермогеновым при поддержке руководства Республиканского управления Гидрометеорологической службы Якутской ССР.

Изучение закономерностей взаимосвязей естественной пастбищной растительности, животных, круглогодично находящихся на пастбищах, и внешней среды позволяет определять условия их выпаса, всего комплекса содержания, ухода, включая профилактические (зоотехнические) работы, исходя из требований хозяйственно-экономической и экологической целесообразности.

В благоприятные по погодным и зоотехническим условиям годы северное оленеводство относится к числу рентабельных отраслей животноводства, поскольку не требует значительного привлечения рабочей силы (обслуживание), специальной заготовки кормов и строительства животноводческих помещений.

В практике ведения северного оленеводства известны случаи катастрофической гибели выпасаемого поголовья оленей от неблагоприятных (опасных) зоометеорологических условий, особенно частых в суровые зимы (Сыроечковский Е.Е., 1986 [170]; Kelsall, 1968 [211] и др.). Значительная гибель животных происходит также в годы массового распространения инфекционных *эпизоотий*¹⁰ и *инвазий*¹¹ среди домашних оленей. В отдельных случаях причиной массового падежа новорожденных телят (до 50 %) является неправильный выбор мест отела в сочетании с отсутствием зоометеорологической информации об ожидаемом резком ухудшении погодных условий. Так произошло, например, в Якутии в 1980 году.

Массовая гибель животных, естественно, приносит существенные экономические убытки, последствия которых имеют долговременный характер, связанный с длительностью периода воспроизводства стада.

В то же время грамотное и оперативное использование информации о сложившихся и ожидаемых условиях погоды и специализированной агрометеорологической и зоометеорологической информации, основанной на количественных методах оценки и прогноза влияния погоды на сельскохозяйственное производство (пастбищная растительность, выпасаемое поголовье) позволяет не только сократить ущерб, но и без существенных экономических затрат получить дополнительную прибыль (Багров Н.А., 1966 [28]; Монокрович Э.И., 1980 [125]; Gringof I.G., Nikitina D.I., 1990 [208] и др.).

¹⁰ Широкое распространение инфекционной болезни животных, значительно превышающее уровень обычной заболеваемости на данной территории.

¹¹ Заражение внутренних органов или поверхности тела животного паразитирующими организмами.

ГЛАВА 11

НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ И ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ДЛЯ ОЛЕНЕВОДСТВА ПО СЕЗОНАМ ВЫПАСА

Агрометеорологические и зоометеорологические условия во многом определяют количество и качество кормов, эффективность их использования и способы проведения различных видов хозяйственных работ в оленеводстве. Например, неблагоприятные условия могут препятствовать нормальному выпасу скота, его передвижению по пастбищу и добыванию подножного корма из-под снега. Такие условия становятся причиной возникновения и развития различных заболеваний, принимающих в экстремальных случаях характер эпизоотий. Степень неблагоприятного влияния зоометеорологических условий на состояние выпасающегося поголовья оленей в определенной мере зависит от состояния животных, их возраста, упитанности, системы содержания и других причин.

11.1. Неблагоприятные и опасные явления в зимний период

К числу неблагоприятных условий холодного периода года для северных оленей относятся высокий и плотный снежный покров, затрудняющий доступ к подножному корму, низкие температуры, особенно в сочетании с сильными ветрами, метели и туманы.

Легкодоступными для оленей условиями добывания корма являются: высота снежного покрова 50...60 см при плотности 0,23 г/см³. Значительные трудности животные испытывают при раскапывании снега высотой 80...90 см с плотностью 0,25 г/см³, снежный покров высотой выше 60...70 см при плотности 0,30 г/см³. При такой плотности снега даже при относительно небольшой высоте покрова (20...30 см) животные затрачивают значительное количество мышечной энергии на раскапывание лунок при поиске подснежного корма. Выпас оленей становится невозможным при высоте снега 110...120 см с плотностью 0,20 г/см³, а также при плотности 0,45 г/см³ независимо от высоты снежного покрова (см. рис.9.12, глава 9).

В отдельные годы в ноябре – декабре и в марте – апреле наблюдаются значительные оттепели, продолжающиеся иногда в течение нескольких дней подряд. Их образование, связанное с активной циклонической деятельностью и выносом теплых и влажных воздушных масс Атлантики, приводит к возникновению различных форм обледенения: гололед, обледенение травостоя, образование ледяных корок на поверхности снега и почвы. При наличии на пастбищах ледяной корки у оленей благодаря потере осязания нарушается сложный рефлекторный акт добывания подснежного корма, что приводит к прекращению выпаса. Ледяные корки на поверхности снега или ледяные прослойки ($\geq 0,5$ см) в снежном покрове препятствуют выпасу и даже передвижению животных, поскольку олени не могут разрушить слой льда копытами и зачастую ранят свои ноги. Особенно опасно обледенение ягельной дернины и подснежной зелени, поскольку поедание обледеневшей растительности вызывает массовые простудные и кишечные заболевания, приводит к порезу ротовой полости и пищевода. При образовании ледяной корки толщиной $\geq 2...3$ см даже при невысоком снежном покрове наблюдается полное прекращение выпаса оленей (Концевич Н.Н., Носалева Р.В., Софина В.С., Уткин В.В., 1986) [100].

Метели определяют перераспределение снежного покрова на пастбищах. Они наблюдаются с октября по июнь. За зиму среднее число метелей составляет 60...90 дней в тундре и 30...60 – в лесной зоне. При любых температурах воздуха они препятствуют выпасу животных, становятся причиной простуды оленей и даже причиной гибели телят. При длительных, продолжающихся по несколько дней метелях и буранах, олени разбредаются по ветру на десятки километров. В таких случаях возможен «откол» части животных от стада, увод их дикими оленями или нападения хищников на отбившихся животных.

Повторяемость сильных ветров (≥ 15 м/с) в зимний период составляет в среднем 10...25 дней, на побережьях морей – от 40...60 до 70...80 дней. Повторяемость очень сильных ветров (25...34 м/с) составляет зимой 1...2 %. Северные олени, хорошо приспособленные к низким зимним температурам, страдают от сочетания морозов с сильными ветрами, поскольку это приводит к повышенному расходу энергии, необходимой для поддержания постоянной температуры тела. При переохлаждении тела возникают простудные заболевания и

даже обморожение животных. В дни с сильными морозами (40...45 °С) животным требуется больше корма для восстановления затраченной энергии на согревание тела и обеспечение других физиологических процессов. При длительном воздействии низких температур олени быстро худеют, слабеют. Неблагоприятные зимние условия особенно сказываются на истощенных животных и молодняке, которые зачастую становятся легкой добычей хищников.

11.2. Неблагоприятные и опасные явления в период отела оленей весной

Значительные понижения температуры воздуха после оттепелей, сильные ветры (15 м/с), метели, поземки, обильные снегопады, туманы оказывают отрицательное влияние в период отела оленей. В этот период дни с температурой воздуха - 25 °С и ниже при ветре 15 м/с вызывают массовую гибель телят, а при длительном таком сочетании условий погоды погибают и стельные важенки. Для новорожденных телят опасны понижения температуры воздуха до 10...15 °С мороза в сочетании с ветром более 10 м/с или при осадках в виде дождя и мокрого снега. Дождь (5 мм за сутки) и мокрый снег вызывают смерзание шерстяного покрова у телят и взрослых животных, переохлаждение их организма и простуду. В такие дни наблюдается наибольшая потеря телят. На пастбищах лесотундры в период отела оленей бывает до 5...8 дней с дождем и мокрым снегом (или 30...45 % от общего числа дней с осадками). При температурах - 20...-25 °С и при скорости ветра более 5 м/с чаще всего молодые телята не выживают.

Понижения температуры после весенних оттепелей способствуют уплотнению снега, образованию на его поверхности ледяных корок, осложняют добычу корма животными, вызывают травмы их ног и копыт. В отдельные годы из-за плотных ледяных корок на поверхности снега и растений для животных наступает «пастбищная бескормица» и даже взрослые олени погибают от истощения и холода. В период отела (май) среднее число дней с температурой воздуха ниже -10 °С колеблется от 2 до 5.

В период отела оленей в тундре и лесотундре преобладают северные ветры со скоростью 4...9 м/с. Ветры скоростью ≥ 15 м/с

наблюдаются в среднем 2...4 дня, лишь в отдельные годы их повторяемость достигает 8...13 дней. Ураганные ветры (24...29 м/с) в такой период весьма редки (один-два раза в 10...12 лет). В мае метели обычно наблюдаются в течение 6...8 дней, но в отдельные годы – до 12...19 дней. В июне метели бывают один-два дня в месяц, они наблюдаются не ежегодно и проходят при температуре воздуха от 0 до - 5 °С.

11.3. Неблагоприятные и опасные явления для оленей в летний период

На северных оленей в теплое время года отрицательное воздействие оказывают высокие температуры воздуха, туманы и кровососущие насекомые.

Как уже отмечалось, у этих животных слабо развито потоотделение, способствующее регуляции теплообмена. При высоких летних температурах воздуха происходит повышение температуры тела оленей, в экстремальных условиях наблюдается перегрев животных. Все это понижает их активность, сокращает продолжительность выпаса, повышает потребность в водопое, следствием которых становится снижение упитанности животных и, соответственно, ухудшение качества сдаваемой животноводческой продукции.

Выпас оленей нарушается при температурах воздуха ≥ 20 °С, особенно в дни с массовым нападением кровососущих насекомых. Биологические особенности таких насекомых и погодные условия их развития рассмотрены в разделе 9.5. В такие дни олени становятся беспокойными, прекращают выпас, пытаются найти затененные или продуваемые ветром места для защиты от прямых солнечных лучей; животные ложатся, прячут голову в тень ближайшего животного, дышат тяжело и учащенно. В дни с температурой ≥ 25 °С животные вообще не пасутся, кружат на одном и том же месте, при этом они зачастую травмируют себе копыта и ноги, что чревато заболеванием некробактериозом. Кроме того, при непрерывном движении на одном месте стадо поднимает в воздух облака пыли, которая при дыхании попадает в дыхательные пути вместе с различными болезнетворными микробами. Они вызывают заражение телят и взрослых животных легочной болезнью и гельминтозом (проникновение во внутренние органы паразитирующих червей-гельминтов). В периоды длительного

сохранения высоких температур олени быстро слабеют, несмотря на обилие зеленого подножного корма.

Особенно опасной для состояния оленей является температура воздуха $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, при которой нарушаются нормальные физиологические функции дыхания, обмена, питания. Внешне это проявляется через учащенное дыхание, повышение пульса и повышенное беспокойство животных.

Определенный вред причиняют выпасающимся оленям летние туманы. Туманы с видимостью 200 м и менее затрудняют ориентировку стада в пространстве, усложняют охрану стада пастухами и управление им в период выпаса. В таких условиях нередко происходит откол части животных от общего стада, потеря их и гибель заблудившихся оленей от хищников. В теплый период года число дней с туманом на севере территории составляет 50...60, а на юге – до 10. В зоне побережья северных морей туманы наблюдаются в основном в июне – июле. Так, в июне число дней с туманом варьирует от 8...14 до 20...26. В континентальной части зоны оленеводства максимум дней с туманами отмечается в августе. Среднее число дней с туманом за год изменяется в широких пределах: от 90 дней на побережье (максимум 120 дней) до 25 дней в континентальной зоне (максимум 35...40 дней). В теплое время года туманы более продолжительны, чем в холодное. Средняя продолжительность тумана в день составляет от 4 до 7 часов.

11.4. Неблагоприятные и опасные явления в осенний период

Осенью отрицательное влияние на выпас, состояние северных оленей, а также на их содержание оказывают дожди, мокрый снег, гололед, сильные снегопады и туманы. Гололед в этом сезоне, возникающий под влиянием резкого похолодания после обильных дождей, значительно затрудняет добычу подножного корма, ограничивает его поедаемость. Как отмечалось выше, обледевший корм вызывает у животных простудные заболевания, порезы в ротовой полости и нарушение функций желудочно-кишечного тракта. При сильном обледевании передвижение оленей становится затруднительным и опасным из-за получения травм при падениях. Кроме того, подножный корм оказывается недоступным животным, в результате недоедания и повышенных затрат энергии на

поддержание постоянной температуры тела, на дополнительные физические усилия при движении по скользкой поверхности животные быстро теряют упитанность, полученную на летних кормах, заметно худеют. В ослабленном состоянии животные могут не выдержать суровых зимних условий и погибнуть от истощения.

К числу особо опасных осенних явлений относится сочетание продолжительного влияния смешанных осадков – дождя и мокрого снега с сильным ветром. При таких зоометеорологических условиях шерстный покров оленей смерзается, в результате чего образуются оголенные участки кожи, через которые ветер выносит тепло. При этом усиливается теплоотдача организма, происходит переохлаждение животных, которые подвергаются различным простудным заболеваниям. В случае длительных периодов с такими условиями возможна массовая гибель молодняка и даже взрослых оленей.

Число дней с такой неблагоприятной погодой с сентября по ноябрь составляет от 6...9 дней – на востоке региона и до 10...17 – на западе. При этом в сентябре преобладают осадки в виде дождя, а в октябре доля твердых осадков в виде снега увеличивается до 22...30 % – на западе территории и до 42...47 % – на востоке. В ноябре основную долю в общем количестве осадков снег составляет 60...90 %, а остальную часть – 10...40 % – смешанные осадки. Число туманов в осенний период составляет в среднем 10...16, в отдельные годы – до 25...35 дней.

Общий перечень опасных и неблагоприятных гидрометеорологических, в данном случае зоометеорологических явлений для северного оленеводства, а также количественные критерии этих явлений для удобства приведены в табл.11.1, заимствованной из [131].

Таблица 11.1

**Перечень и критерии опасных и неблагоприятных
гидрометеорологических явлений для северного оленеводства
(из РД 52.33.681 – 2006) [131]**

Явление	Критерии и параметры явления	Период. Характер воздействия на оленей
Опасные гидрометеорологические явления		
Очень сильный мороз	Минимальная температура воздуха за сутки ($\geq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение ≥ 9 суток подряд.	Зима. Понижается упитанность, появляются простудные заболевания.
Очень низкая температура воздуха в период отела	Минимальная температура воздуха за сутки ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже) при максимальной скорости ветра 10 м/с, или минимальная температура воздуха за сутки ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже) при максимальной скорости ветра 5 м/с.	Начало весны. Период отела. Простудные заболевания и гибель новорожденных телят.
Очень высокий или высокий и очень плотный снежный покров	Высота снежного покрова (h) 100 см при любой плотности снега (h); h = 80 см при $d = 0,32\text{ г / см}^3$, h = 60 см при $d = 0,36\text{ г / см}^3$, h = 40 см при $d = 0,38\text{ г / см}^3$, h = 20 см при $d = 0,45\text{ г / см}^3$.	Холодный период года. Затрудняется кормодобывание и передвижение животных.
Очень толстая снежная корка	На поверхности снега, в толще снега или на почве плотная или очень плотная снежная корка толщиной не менее 20 мм, на площади не менее 60 % пастбища.	Холодный период года. Затрудняется кормодобывание и передвижение животных.
Очень толстая ледяная корка	На снегу, в толще снега или на почве толщиной не менее 30 мм.	Холодный период года. Затрудняется кормодобывание и передвижение животных.

Очень сильное обледенение кормов	На поверхности растений ледяная корка толщиной не менее 5 мм, покрывающая не менее 30 % площади пастбища.	Холодный период года. Ухудшаются условия кормодобывания, возникают простудные заболевания.
Очень сильный снег	Количество осадков не менее 20 мм за период не более 12 ч.	Холодный период года. Затрудняются передвижение и кормодобывание животными.
Сильная метель	Общая или низовая метель продолжительностью сутки и более при средней скорости ветра не менее 15 м/с и метеорологической дальности видимости (МДВ) не более 500 м.	Холодный период года. Затрудняются передвижение и кормодобывание животными.
Очень сильный ветер	В течение суток и более максимальная скорость ветра (с учетом порывов) не менее 25 м/с, на побережье морей и в горных районах – не менее 35 м/с.	Зима. Затрудняется выпас, возникают простудные заболевания.
Мокрый снег, дождь в период отела	Количество осадков за 24 ч не менее 5 мм при средней скорости ветра не менее 5 м/с.	Период отела. Происходит гибель новорожденных телят.
Очень сильный дождь	Количество осадков не менее 50 мм за 12 ч и менее.	Теплый период года. Затопление пастбищ, затруднения в выпасе и передвижении животных.
Неблагоприятные гидрометеорологические явления		
Высокая температура воздуха	Максимальная температура воздуха за сутки не менее 25 °С при средней скорости ветра не более 5 м/с.	Лето. Угнетение животных из-за массового лета кровососущих насекомых.
Сильный мороз	Минимальная температура воздуха за сутки не выше -40 °С.	Зима. Понижается упитанность, возникают простудные заболевания животных.

Температура воздуха, близкая к 0 °С в период забоя	Среднесуточная температура воздуха -5 °С и выше.	Период забоя. Снижается качество мяса
Низкая температура воздуха в период отела	Минимальная температура воздуха за сутки -10 °С или ниже при максимальной скорости ветра не менее 5 м/с или минимальная температура воздуха за сутки ниже -15 °С при любой скорости ветра в течение суток и более.	Период отела. Простудные заболевания и гибель новорожденных телят.
Высокий или плотный снежный покров	Высота (h) 40 см при плотности снега (d) не менее 0,30 г / см ³ ; h = 60 см при d не менее 0,28 г / см ³ ; h = 80 см при d не менее 0,25 г / см ³ .	Холодный период года. Затрудняются кормодобывание и передвижение животных.
Толстая снежная корка	На поверхности снежного покрова, в снегу, на почве плотная или очень плотная снежная корка толщиной не менее 10 см.	Холодный период года. Затрудняются кормодобывание и передвижение животных.
Толстая ледяная корка	На поверхности снега, в снегу или на почве плотная или очень плотная ледяная корка толщиной не менее 10 мм.	Холодный период года. Затрудняются кормодобывание и передвижение животных.
Сильный снег	Количество осадков ≥ 10 мм за период не более 12 ч.	Холодный период года. Затрудняются кормодобывание и передвижение животных.
Сильное обледенение растений	На поверхности растений ледяная корка толщиной 1...4 мм, покрывающая не менее 30 % площади пастбища.	Холодный период года. Ухудшаются условия кормодобывания, возникают порезы конечностей, губ, языка.

Метель	Общая или низовая метель продолжительностью не менее 12 ч при максимальной скорости ветра не менее 15 м/с и МДВ не более 500 м.	Холодный период года. Затрудняются передвижение и кормодобывание, а также охрана стада.
Сильный ветер	В течение суток и более максимальная скорость ветра (с учетом порывов) не менее 20 м/с, на побережье морей и в горных районах – не менее 30 м/с.	Холодный период года. Затрудняется выпас, у слабых оленей возникают простудные заболевания.
Сильный дождь	Количество осадков не менее 3 мм за период 12 ч.	Теплый период года. Затопление пастбищ, затруднения выпаса животных.
Сильный туман	Продолжительность не менее 3 ч при МДВ не более 200 м или продолжительность суток и более при МДВ не более 500 м.	Любой период года. Затрудняется охрана стад и проведение случной кампании. При обледенении рогов в осенний период возникают «головные болезни».
Сильный паводок	Высокий уровень воды в реках.	Теплый период года. Затопление пастбищ. Затрудняется перегон стад, наступает бескормица.
Ледоход или непрочный лед на реке	Ледяные образования в период вскрытия и замерзания водоемов. Тонкий лед.	Затрудняется перегон стад, наступает бескормица.

Примечание: В зависимости от особенностей климата критические значения температуры воздуха должны быть уточнены в территориальных УГМС.

ГЛАВА 12

ОЦЕНКА ПОЛЕЗНОСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В СЕВЕРНОМ ОЛЕНЕВОДСТВЕ

Оперативно-хозяйственные решения, основанные только на сведениях о погоде, как правило, принимаются в условиях неопределенности в связи с недостаточной оправдываемостью долгосрочных прогнозов погоды. Оценка эффективности различных вариантов хозяйственных решений и выбор оптимальной стратегии возможны с помощью методов теории исследований операций, позволяющих заранее оценить экономические, экологические и социальные последствия с тем, чтобы избежать нецелесообразные варианты и рекомендовать наиболее выгодные из них (Вентцель Е.С., 1972) [50].

Для оценки полезности гидрометеорологической информации должна быть построена экономико-метеорологическая модель, включающая три основных фактора:

- реакцию исследуемого объекта на изменение гидрометеорологических (зоометеорологических) условий, т.е. чувствительность объекта (например описанная выше модель «погода – северный олень»);
- вероятностное описание влияющих на объект факторов (численные эксперименты с этой моделью);
- критерий оптимальности, позволяющий сравнивать между собой различные стратегии потребителя.

В общем плане в качестве критерия выбора оптимального решения может быть использован средний выигрыш (либо средние потери), рассчитанный с учетом вероятности возможных состояний погоды по принципу Байеса–Лапласа. Средний выигрыш (\bar{U}_j) выражается математическим ожиданием:

$$\bar{U}_j = \sum_{i,j=1}^k P_i U_{i,j}, \quad (12.1)$$

где P_i – вероятность i -го состояния погоды; $U_{i,j}$ – выигрыш либо потери каждого из j -хозяйственных решений при i -м состоянии погоды.

Оптимальное хозяйственное решение выбирается по максимуму среднего взвешенного выигрыша:

$$U_{opt} = \max \bar{U}_j. \quad (12.2)$$

На современном этапе развития математического моделирования продукционного процесса растений, моделирования в области зоометеорологии и с учетом широкого внедрения компьютерной техники в процессы агрометеорологического и зоометеорологического обеспечения различных отраслей сельскохозяйственного производства появились более широкие возможности в интерпретации гидрометеорологической информации. Численные эксперименты позволяют с помощью моделей выделять влияние любого фактора в любом спектре воздействия и получать оценочные параметры для построения матрицы полезности. Таким образом, современные динамико-статистические модели в агрометеорологии и зоометеорологии становятся реальным инструментом в системе управления сельскохозяйственным производством.

Применительно к проблеме использования гидрометеорологической информации при обслуживании северного оленеводства рассмотренная выше модель позволяет подойти к оценке ожидаемого экономического эффекта за счет:

- корректировки сроков забоя оленей в период максимального накопления ими массы (живого веса); этот параметр рассчитывается в оперативном режиме по предложенной модели;

- экономии медицинских препаратов и трудовых затрат персонала оленеводов и зоотехников путем уточнения объемов профилактических мер борьбы с насекомыми – кровососами, с болезнью – «копыткой» (некробактериозом) оленей;

- корректировки сроков массового отела в оленьих стадах и др.

При этом экономический эффект учета погодных условий при корректировке сроков забоя оленей может быть определен по формуле:

$$\mathcal{E}_I = (B_1 - B_2) \cdot N \cdot C, \quad (12.3)$$

где \mathcal{E}_I – годовой экономический эффект, млн руб.; B_1 – средняя масса оленя (живой вес, кг) в откорректированных по модели сроки забоя

с учетом погодных условий; B_2 – средняя масса оленя (кг) в календарные, принятые в хозяйстве сроки без учета сложившихся погодных условий; N – поголовье оленей (тысяч голов, подлежащих забою); C – стоимость 1 кг мяса оленины, руб.

В разделе 9.6 отмечалось, что развитие инфекционного заболевания оленей некробактериозом в основном определяется комплексом зоометеорологических условий и других экологических факторов в теплый период года (высокие температуры и влажность воздуха, заболоченность мест основного выпаса животных и др.).

Учет погодных условий при заболеваниях животных некробактериозом позволяет проводить профилактические прививки выборочно, с учетом упитанности оленей (последнее рассчитывается по модели «погода – северный олень»). Тогда экономический эффект составит:

$$\mathcal{E}_2 = C_n \cdot \Delta N, \quad (12.4)$$

где C_n – стоимость медицинского препарата для профилактических прививок от некробактериоза, руб.; ΔN – число оленей, упитанность которых позволяет исключить применение химического препарата (для этого расчет упитанности животных производится по модели «погода – северный олень»), тысяч голов.

Тогда суммарный ожидаемый экономический эффект использования этой модели составит:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 - \sum 3T, \quad (12.5)$$

где $\sum 3T$ суммарные затраты (трудовые, материальные, информационные), руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В суровых климатических и экологических условиях Крайнего Севера, субарктических областей Старого и Нового Света северный олень используется в качестве незаменимого домашнего животного, давшего коренным народностям средства питания, передвижения, сырья для изготовления одежды и других хозяйственных нужд. Дикие олени, в том числе и карибу, являются объектом охотничьего промысла, составляющего важную статью экономического дохода местных народностей.

Проблемы развития северного оленеводства, рационального использования и охраны оленеводческих пастбищ и ресурсов диких северных оленей относятся к числу экологически и социально значимых проблем, в первую очередь для коренных жителей высоких широт Земли. Эти вопросы ждут еще своего научно-правового обоснования и практической реализации на бескрайних просторах зоны тундры и лесотундры.

Необходимо отметить, что правовое регулирование оленеводства осуществляется в соответствии с юридическими актами, регламентирующими агропромышленный комплекс страны, нормами Конституции РФ, Земельным, Гражданским и Лесным кодексами РФ, федеральными законами о правах коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока, экологическим законодательством и другими документами. В нескольких российских регионах к началу XXI века были введены в действие закон «Об оленеводстве»: в Республике Саха (Якутия) в 1997 г., в Ямала-Ненецком автономном округе (1998 г.) и в Чукотском автономном округе – Закон «О государственной поддержке оленеводства ...» (2000 г.).

Правительство РФ приняло специальное Постановление (№ 382 от 28.04.2000 г.), посвященное разработке дополнительных мер «государственной поддержки северного оленеводства в 2000–2005 гг.». В его развитие Министерство сельского хозяйства РФ издало Приказ (№ 697), в котором был утвержден перечень первоочередных мероприятий по развитию оленеводства в стране.

Система зоометеорологического обеспечения, действующая в течение многих последних десятилетий в рамках Федеральной службы

России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, имеет в своей программе ведение оперативного обеспечения животноводческих хозяйств Севера необходимой информацией о складывающихся и ожидаемых погодных условиях. Эта система базируется на регулярных наблюдениях сети метеорологических станций, расположенных в зоне северного оленеводства. В течение последних двух десятилетий зоометеорологические и агрометеорологические наблюдения регламентировались действующей «Инструкцией по производству агрометеорологических наблюдений в районах северного оленеводства» (1985) [86].

С 2008 г. на сети станций введено в действие новое «Наставление ...» (2007) [131], подготовленное сотрудниками Государственного учреждения «ВНИИСХМ» Росгидромета под руководством канд. геогр. наук А.Д. Пасечнюка.

Определенное развитие получают специализированные формы гидрометеорологического (зоометеорологического) обеспечения северного оленеводства, такие, например, как современные методы агрометеорологических (зоометеорологических) оценок и прогноза роста, развития и формирования урожайности пастбищных растений и продуктивности животноводства (олeneводства).

Учитывая огромную протяженность зоны тундры и лесотундры, а также горно-таежные массивы, используемые северными оленями при выпасе, необходимо развитие исследований по интерпретации спутниковой информации о состоянии пастбищной растительности – основной кормовой базы северного оленеводства – на больших площадях (Грингоф И.Г., 1986) [62].

Немаловажна разработка новых и усовершенствование современных динамико-статистических моделей «погода – северный олень» применительно к летнему периоду содержания животных, включая проблемы заболевания животных, а также моделей типа «погода – пастбищная растительность – оленеводство». На базе таких моделей должна быть создана комплексная автоматизированная система мониторинга применительно к оленеводческим пастбищам и северному оленеводству. В этом, по мнению авторов, заключается перспектива совершенствования оперативного зоометеорологического обеспечения северного оленеводства в России.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агроклиматические условия выпаса оленей на севере Коми АССР и Ненецком округе Архангельской области* / Коллектив авторов под ред. Н.В. Гулиновой. Сыктывкар: Коми книжное изд-во, 1986. 183 с.
2. *Айзенштат Б.А.* Метод расчета радиационного и теплового баланса животных // Труды САРНИГМИ. 1974. Вып. 20 (101). С. 27–48.
3. *Айзенштат Б.А., Бабушкин О.Л., Васильева И.Г., Мухтаров Т.М.* К расчету радиационного баланса каракульских овец // Овцеводство. 1991. № 4. С. 27–28.
4. *Акбаров С., Давыдов А.Ф.* Особенности терморегуляции у овец летом в связи с периодическим охлаждением и стрижкой // Физиолого-генетические исследования адаптации у животных. АН СССР. Институт физиологии им. И.П. Павлова. Л.: Наука, 1967. С. 110–122.
5. *Александрова В.Д., Андреев В.Н.* Кормовая характеристика растений Крайнего Севера. М.-Л., 1964. 484 с.
6. *Алексеева Г.И.* Содержание каракульской овцы. Биологические основы. Ташкент: Изд-во АН Уз ССР, 1953. 59 с.
7. *Алексеева Г.И.* Физиологические особенности конституциональных типов каракульских овец // Материалы Первой конференции физиологов, биохимиков и фармакологов Средней Азии и Казахстана. Ташкент, 1958. 498 с.
8. *Алексеева Г.И.* Эколого-физиологические исследования каракульской овцы и их роль в развитии биологических основ повышения продуктивности // Вопросы биологии каракульской овцы. Ташкент: Изд-во АН Уз ССР, 1960. С. 6–62.
9. *Андреев В.Н.* Проблемы рационального использования и улучшения оленьих пастбищ // Проблемы Севера. М., 1968. Вып.13.
10. *Антончиков А.Н., Бакинова Т.И., Душков В.Ю. и др.* Опустынивание и экологические проблемы пастбищного животноводства степных регионов юга России. М.:Альтиграфика, 2002. 92 с.
11. *Бабушкин Л.Н.* Агроклиматическое описание Средней Азии // Научные труды ТашГУ. Географические науки. 1964. Вып. 236, кн. 28. С. 5–185.
12. *Бабушкин Л.Н., Козай Н.А.* Физико-географическое районирование Узбекской ССР // Труды ТашГУ. 1964. Вып. 231, кн. 27. С. 5–247.
13. *Бабушкин О.Л.* Особенности распределения снежного покрова в районах зимних пастбищ Узбекистана // Труды САРНИГМИ им. В.А. Бугаева. 1977. Вып. 40 (121). С. 16–28.

14. Бабушкин О.Л. Характеристика снежного покрова в районах пустынных пастбищ Узбекистана // Труды САРНИГМИ им. В.А. Бугаева. 1978. Вып. 56 (137). С. 67–75.

15. Бабушкин О.Л. Влияние погодных условий на проведение зимнего выпаса каракульских овец в Узбекистане // Труды САННИИ Госкомгидромета, 1981. Вып. 83 (164). С. 73–77.

16. Бабушкин О.Л. Характеристика температурного режима и снежности зим в пустынных районах Узбекистана // Труды САННИИ. 1983. Вып. 97 (178). С. 46–54.

17. Бабушкин О.Л. Условия зимнего выпаса каракульских овец на Устюрте // Труды САРНИГМИ. 1985. Вып. 93 (174). С. 24–30.

18. Бабушкин О.Л. Характеристика условий зимнего выпаса каракульских овец в Узбекистане // Труды КазНИИ Госкомгидромета. 1986 а. Вып. 93. С. 69–98.

19. Бабушкин О.Л. Способ расчета среднего многолетнего числа невыпасных дней по климатическим данным в Узбекистане и оценка территории по условиям зимнего выпаса // Труды КазНИИ Госкомгидромета. 1986 б. Вып. 93. С. 11–124.

20. Бабушкин О.Л., Мухтаров Т.М., Васильева И.Г. Расчет составляющих теплового баланса каракульской овцы // Труды САННИГМИ. 1996. Вып. 152 (233). С. 126–134.

21. Бабушкин О.Л., Мухтаров Т.М. Влияние метеорологических условий весеннего периода на проведение выпаса каракульских овец на пустынных пастбищах Узбекистана // Труды САННИГМИ. 1996. Вып. 152 (233). С. 146–154.

22. Бабушкин О.Л., Никулина С.П., Шульгина Н.В. Тепловые нагрузки на каракульских овец в период летовки и стрижки // Труды САННИГМИ. 2003. Вып. 164 (245). С. 124–30.

23. Бабушкин О.Л. Роль дыхания в тепловом балансе каракульских овец в летний период // Труды Научно-исследовательского гидрометеорологического института. 2006. Вып. 7(252). С. 97–103.

24. Бабушкин О.Л. Изменчивость зоометеорологических условий при перезимовке каракульских овец // Материалы научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы современной физики». Ташкент: Национальный университет Узбекистана, 2007. С. 18–19.

25. Бабушкин О.Л., Сумочкина Т.Е., Ситникова М.В. Комплексная оценка каракулеводческих пастбищ Узбекистана. Ташкент: НИГМИ, 2007. – 253 с.

26. Бабушкин О.Л. Перезимовка каракульских овец в Узбекистане при изменяющихся климатических условиях. Ташкент: НУУЗб, 2008. С. 97–101.

27. Бабушкин О.Л., Инагамова С.И. Синоптические процессы длительного невыпаса каракульских овец зимой в Узбекистане // Труды НИГМИ. 2009. Вып. 14 (259). С. 84–100.

28. Багров Н.А. Экономическая полезность прогнозов // Метеорология и гидрология. 1966. № 2. С. 3–12.

29. Байишоланов С.С., Кожрахметов П.Ж. Меры адаптации овцеводства к изменению климата // Гидрометеорология и экология. 2008. № 2–3. С.123–133.

30. Базанова Н.У. Физиология пищеварения. Гл. 4 // Физиология сельскохозяйственных животных. М.: ВО «Агропромиздат», 1991. С. 87–132.

31. Балабан Г.И., Ибрагимов И.М. Основные принципы посезонной смены пастбищ в каракулеводстве Средней Азии (опыт посезонной экологии каракуля) // Вопросы экологии и биоценологии. Л.: Изд-во Ленинградского государственного университета, 1939. С. 129–156.

32. Балакирев Е.К. Особо вредные климатические условия зимнего выпаса овец на пастбищах Туркмении. Ашхабад: Туркменистан, 1972. 75 с.

33. Барадиев Б.Н., Слепцов В.П. Некробактериоз северных оленей и меры борьбы с ним // Научные основы оленеводства. Якутск: Сиб. отд. ВАСХНИЛ, Якутский НИИ сельского хозяйства, Якутское книжное изд-во, 1984. С. 78–89.

34. Барышников И.А. Влияние различных факторов среды на терморегуляцию и продуктивность сельскохозяйственных животных // Регуляция обмена тепла и других функций у сельскохозяйственных животных в условиях высоких температур. Краснодар: Советская Кубань, 1959. 30 с.

35. Бедарев С.А., Петрашин В.П. Пути улучшения гидрометеорологического обслуживания отгонного животноводства // Гидрометеорология и народное хозяйство. М.: Гидрометеиздат, 1976. С. 84–94.

36. Бедарев С.А., Петрашин В.П., Пушняк М.К. Гл. 9. Хозяйственное использование естественных кормовых угодий // Труды КазНИГМИ. 1978. Вып. 69. Вопросы гидрометеобеспечения пастбищного животноводства (погода и урожай сенокосов и пастбищ Мулюнкумско-Бетпакадалинского комплекса) / Под ред. С.А. Бедарева, Н.Н. Коробовой. М. Гидрометеиздат, 1978. С. 143–156.

37. Бедарев С.А. Агрометеорология и лугопастбищное хозяйство. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 256 с.

38. Беркович Е.М. Основы биоэнергетики сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1972. 111 с.

39. Берлянд М.Е. Предсказание и регулирование теплового режима приземного слоя атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1956.

40. Берлянд М.Е., Берлянд Т.Г. Определение эффективности излучения земли с учетом влияния облачности // Изв. АН СССР. Сер. геофизическая, 1961. № 1.
41. Берлянд Т.Г. Распределение солнечной радиации на континентах. Л.: Гидрометеоиздат, 1961. 227 с.
42. Бова Н.В. Об агрометеорологическом показателе засушливости Юго-Востока // Соц. зерновое хозяйство. 1941. № 3.
43. Бороздин Э.К., Забродин В.А., Вагин А.С. Северное оленеводство. Л: ВО «Агропромиздат», Ленинградское отд., 1990. 240 с.
44. Бройдо А.Г. Некоторые результаты исследования интегрального коэффициента турбулентного перемешивания // Метеорология и гидрология. 1957. № 9.
45. Броунов П.И. О климате и погоде и их значении для сельского хозяйства. Санкт-Петербург, 1900. 155 с.
46. Броунов П.И. Метеорологическое бюро и руководимые им сельскохозяйственно-метеорологические станции к началу 1901 года // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. Вып. 1. Санкт-Петербург, 1901. 84 с.
47. Будыко М.И. Испарение в естественных условиях. Л.: Гидрометеоиздат, 1948. 136 с.
48. Будыко М.И. Испарение в естественных условиях. Л.: Гидрометеоиздат, 1956. 255 с.
49. Будыко М.И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 472 с.
50. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Советское радио. 1972.
51. Воейков А.И. Климаты земного шара, в особенности России. Санкт-Петербург, 1884.
52. Гавриэлов М.Я., Коган И.В. Влияние погодных условий на развитие каракулеводства // Изв. АН СССР, сер. географическая, 1976. № 6. С. 85–88.
53. Гаевская Л.С. Каракулеводческие пастбища Средней Азии. Ташкент: Фан, 1971. 321 с.
54. Гермогенов М.Т., Полевой А.Н., Грингоф И.Г. Моделирование влияния факторов внешней среды на продуктивность северных оленей. Депонировано во ВНИИГМИ-МЦД, № 623, 11.03.1987 г. Обнинск. 21 с.
55. Гивони Б., Билдинг Г.С. Эффективность охлаждения при испарении пота // Биометеорология. Избранные труды II Международного биоклиматического конгресса (Лондон, 1960 г.). Л.: Гидрометеоиздат, 1960. С. 198–206.

56. Гизбрехт Я.Я. Влияние некоторых погодных факторов на продуктивность и физиологическое состояние коров в разные периоды лактации // Научные труды Красноярского НИИ сельского хозяйства, том VII. Красноярск, 1972. С. 286–290.

57. Голиков А.Н. Физиология дыхания. Гл. 3 // Физиология сельскохозяйственных животных. М.: ВО «Агропромиздат», 1991 а. С. 70–86.

58. Голиков А.Н. Адаптация сельскохозяйственных животных. Гл. 16. // Физиология сельскохозяйственных животных. М.: ВО «Агропромиздат», 1991 б. С. 409–415.

59. Григорьев А.А. Географическая зональность и некоторые ее закономерности // Изв. АН СССР, сер. географическая, 1954. № 5–6.

60. Григорьев А.А. О некоторых географических закономерностях теплообмена и водообмена на поверхности суши и о путях дальнейшего изучения обмена веществ и энергии в географической среде // Изв. АН СССР, сер. географическая, 1958. № 3.

61. Грингоф И.Г. Пастбищные растения Кызылкума и погода // Труды САНИГМИ. 1967. Вып. 34(49). 138 с.

62. Грингоф И.Г. Проблемы совершенствования агрометеорологического обеспечения пастбищного животноводства и северного оленеводства // Метеорология и гидрология. 1986. № 1. С. 118–122.

63. Грингоф И.Г., Даниелов С.А. Теоретические основы моделирования влияния погодных условий на продуктивность овец // Проблемы освоения пустынь. 1988. № 1. С. 29–36.

64. Грингоф И.Г. Биоэкологические основы моделирования экосистем аридной зоны Средней Азии // Проблемы освоения пустынь. 1992. № 5. С. 27–34.

65. Давыдов А.Ф. Двигательная активность северного оленя в связи с условиями выпаса // Опыт изучения регуляций физиологических функций. – Л., 1958. Том IV. С. 21–28.

66. Даниелов С.А., Грингоф И.Г. Исследование влияния погодных условий на продуктивность овец в Туркменистане // Проблемы освоения пустынь. 1990. № 1. С. 39–45.

67. Данилов Н.В. Физиологические основы питьевого режима. М.: Медгиз, 1956.

68. Дурдусов С.Д., Зулаев М.С., Кулик К.Н., Петров В.И., Хегай В.Е. Фитомелиоративная реконструкция и адаптивное освоение Черных земель. Волгоград – Элиста, 2001. 321 с.

69. *Евсеев В.И.* Пастбища Юго-Востока. Чкаловск: Чкаловское книжное изд-тво, 1954.

70. *Еганян В.А.* Об оценке погодных условий для выпаса овец на высокогорных пастбищах Арагацкого массива //Изв. сельскохозяйственных наук. 1977. № 2. С. 43–50.

71. *Еганян В.А., Варчева С.Е., Федосеев А.П.* О некоторых подходах к анализу метеорологических условий выпаса овец // Труды ВНИИСХМ. 1980. Вып. 3. С. 93–100.

72. *Ермеков М.А., Скоробогатов Ю.А., Жакупов А.Ж.* Продуктивность казахских мясошерстных тонкорунных ярок в зависимости от уровня кормления // Вестник сельскохозяйственной науки. 1972. № 3. С. 36–39.

73. *Ерохин П.И.* Исследования по теплоустойчивости домашних животных // Тепло- и холодоустойчивость домашних животных. Эколого-генетическая природа различий. Новосибирск: Наука. Сибирское отд. М., 1975. С. 10–31.

74. *Жизнь животных.* Том 3 / Под ред. акад. АН СССР Л.А. Зенкевича. М: Просвещение, 1969. 575 с.

75. *Жуков В.А., Даниелов С.А.* Об учете агроклиматических ресурсов в задаче специализации сельскохозяйственного производства //Метеорология и гидрология. 1998. № 6. С. 92–99.

76. *Журавель А.А.* Физиология сельскохозяйственных животных. М.–Л.: Сельхозгиз, 1960.

77. *Закирова М.Д., Юсупова С.Ю.* Каракулеводство. Ташкент: Мехнат, 1991. 312 с.

78. *Иванов И.Г., Петрашин В.П., Пушняк М.К.* К вопросу о количественных показателях неблагоприятных погод в период проведения летнего выпаса овец на высокогорных пастбищах // Труды КазНИГМИ, 1974. Вып. 47. Сельскохозяйственная метеорология. С. 97–104.

79. *Иванов И.Г.* Поедаемость овцами пастбищной растительности Сарытаукумов в зимний период в зависимости от метеорологических условий // Условия формирования урожая на песчаных пастбищах Прибалхашья. Алмата: Наука, 1975. С. 160–166.

80. *Иванов И.Г.* Оценка степени неблагоприятности температурно-ветрового фактора для проведения зимнего выпаса овец и коз в Горном Алтае //Труды Зап.-Сиб. РНИГМИ. 1978. Вып. 32. С.18–25.

81. *Иванов И.Г.* Влияние климатических условий на приспособленность овец к внешним условиям среды в зимний период // Труды КазНИИ, 1986 а. Вып. 93. С. 33–49.

82. *Иванов И.Г.* Характеристика зимних условий выпаса овец в основных животноводческих районах СССР //Труды КазНИИ. 1986 б. Вып. 93. С. 98–112.

83. *Инагамова С.И.* Сильные осадки в Средней Азии. Ташкент: САНИГМИ, 1999. 250 с.

84. *Инагамова С.И., Мухтаров Т.М., Мухтаров Ш.Т.* Особенности синоптических процессов Средней Азии. Ташкент: САНИГМИ, 2002. 486 с.

85. *Инструкция* по производству агрометеорологических и зоометеорологических наблюдений в районах пастбищного животноводства. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 215 с.

86. *Инструкция* по производству агрометеорологических наблюдений в районах северного оленеводства. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 108 с.

87. *Исаков К.И.* Пастбища и сенокосы Киргизской ССР. Фрунзе: Изд-во «Кыргызстан», 1975. 345 с.

88. *Календарь* типов синоптических процессов над Средней Азией. Вып. 1 (авторы: Аксарина Е.А., Бугаев В.А., Буркова М.В. и др.); Под ред. Э.С. Ильиной. Ташкент, 1968. 138 с.; Вып. 2. Под ред. Т.А. Войновой, Инагамовой С.И. Ташкент, 1980. 49 с.; Вып. 3. Под ред. С.И. Инагамовой. Ташкент, 1993. 56 с.

89. *Кашкаров Д.Н., Коровин Е.П.* Жизнь пустыни. Введение в экологию и освоение пустынь. М.–Л.: Биомедгиз, 1936. 252 с.

90. *Кашкаров Д.Н.* Экология домашних животных на примере каракульской овцы // Природа. 1937. № 9. С.47–67.

91. *Кашкаров Д.Н.* Основы экологии животных. Л.: Учпедгиз, 1945.

92. *Кедрова С.И.* Кормление и содержание каракульских овец. М.: Колос, 1969. 175 с.

93. *Кияткин П.Ф., Тапильский И.А.* Теплоотдача и газообмен завозных мериносовых, линкольнских и аборигенных курдючных овец в Узбекистане //Труды Узб НИИ животноводства. 1961. Вып. 4. С. 95–98.

94. *Климат России* / Под ред. Н.В. Кобышевой. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2001. 655 с.

95. *Кожახметов П.Ж., Малявина Н.А., Пушняк М.К.* Зоометеорологические исследования периода стрижки овец. Раздел 3 // Труды КазРНИГМИ. 1990. Вып. 108. Вопросы гидрометеорологического обеспечения пастбищного животноводства. С. 102–138.

96. *Кожახметов П.Ж.* Методические указания по прогнозу сроков начала весенней стрижки и рекомендации по оценке влияния метеорологических

условий на неостриженных овец в южной половине Казахстана. Алматы, 1994. 15 с.

97. *Кожаметов П.Ж., Байшоланов С.С., Шамен А.* Об уязвимости овцеводства в связи с изменением климата // Гидрометеорология и экология. Алматы. 1996. № 3. С. 65–76.

98. *Кожебеков З.К.* Обмен веществ и энергии. Физиология сельскохозяйственных животных. М.: ВО «Агропромиздат», 1991. С. 133–169.

99. *Колпацников Л.А.* Дикий северный олень Таймыра. Особенности экологии и рациональное использование ресурсов. Норильск: НИИСХ Крайнего Севера, 1982.

100. *Концевич Н.Н., Насалева Р.В., Софина В.С., Уткин В.В.* Агроклиматические ресурсы территории // Агроклиматические условия выпаса оленей на севере Коми АССР и в Ненецком автономном округе Архангельской области. Сыктывкар: Коми книжное изд-во, 1986. С. 21–88.

101. *Конюхов Н.А.* Характеристика агрометеорологических условий периода окота овец на территории равнинного Казахстана // Труды КазНИГМИ. 1955 а. Вып. 4. Сельскохозяйственная метеорология. С. 85–100.

102. *Конюхов Н.А.* Характеристика агрометеорологических условий территории равнинного Казахстана применительно к весенней стрижке овец // Труды КазНИГМИ. 1955 б. Вып. 4. Сельскохозяйственная метеорология. С. 101–117.

103. *Конюхов Н.А.* Зоометеорологические условия перегона овец с весенних равнинных пастбищ на летние высокогорные // Труды КазНИГМИ. 1956. Вып. 7. С. 22–32.

104. *Конюхов Н.А.* Зоометеорологические условия проведения перегона и стрижки овец в осенний период // Труды КазНИГМИ. 1957. Вып. 8. С. 47–56.

105. *Конюхов Н.А.* Зооклиматические особенности Западного Прикаспия и сроки окота овец // Труды КазНИГМИ. 1959. Вып. 13. С. 26–30.

106. *Конюхов Н.А.* О биометеорологических основах зависимости сельскохозяйственных животных от погодных условий // Труды КазНИГМИ. 1965. Вып. 24. С. 19–32.

107. *Конюхов Н.А., Чекерес А.И.* О солнечной радиации как зоометеорологическом факторе // Труды КазНИГМИ. 1957. Вып. 8. Сельскохозяйственная метеорология. С. 100–104.

108. *Конюхов Н.А., Чекерес А.И.* Оценка погодных условий в период перегона овец // Сборник работ по оперативному агрометеорологическому обслуживанию отгонного животноводства. М: Гидрометеиздат, 1959 а. С. 35–37.

109. *Конюхов Н.А., Чекерес А.И.* Зоометеорологические условия весеннего перегоны овец на территории Западного Прикаспия // Труды КазНИГМИ. 1959 б Вып. 13. С. 31–38.

110. *Конюхов Н.А., Чекерес А.И.* Погодные условия весны в Западном Прикаспии и сроки стрижки овец // Труды КазНИГМИ. 1959. Вып. 13. С. 39–44.

111. *Конюхов Н.А., Чекерес А.И.* Влияние климатических факторов на сельскохозяйственных животных // Вопросы экологии. 1962. Том VI. С. 74–75.

112. *Конюхов Н.А., Чекерес А.И.* Об учете климатических и погодных условий при организации производственных процессов в животноводстве // Природные условия, животноводство и кормовая база пустынь. Ашхабад: Изд-во АН Туркм ССР. 1963. С. 452–462.

113. *Конюхов Н.А., Чекерес А.И.* Метеорологические особенности периода весенней стрижки овец в отдельных районах южной половины СССР // Труды КазНИГМИ. 1965. Вып. 24. С. 63–71.

114. *Конюхов Н.А., Чекерес А.И.* Изучение пастбищного поведения овец в зависимости от условий погоды с помощью тепломера // Общие вопросы физиологии адаптации. Новосибирск, 1967.

115. *Коробова Е.Н.* Сроки начала выпаса овец по зеленому травостою // Агроклиматические ресурсы Талды-Курганской области Казахской ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1978. С. 76–77.

116. *Курилюк А.Д.* Оленеводство Якутской – Саха Республики. Якутск, 1982. 159 с.

117. *Курмис Т.И., Софина В.С.* Природные ресурсы территории // Агроклиматические условия выпаса оленей на севере Коми АССР и в Ненецком автономном округе Архангельской области. Сыктывкар: Коми книжное изд-во, 1986. С. 6–21.

118. *Ларин И.В.* Луговодство и пастбищное хозяйство. М.–Л.: Сельхозгиз, 1956. 544 с.

119. *Львова С.Н.* Снежный покров в Ташкенте // Труды Ташкентской геофизической обсерватории. 1954. Вып. 8 (9). С. 90–93.

120. *Лысов А.М., Севостьянов Н.А.* Влияние высоких внешних температур и интенсивной инсоляции на функции пищеварения каракульских овец // Труды ВНИИ каракулеводства. 1960. Том 10. С. 275–287.

121. *Макевнин С.Г.* Об основных причинах нагревания шерстного и кожного покрова у овец в летний период // Регуляция обмена тепла и других функций у сельскохозяйственных животных в условиях высоких температур. Краснодар: Советская Кубань, 1960.

122. *Маркосян А.А.* Нормальная физиология. М: Медгиз, 1949. 332 с.
123. *Минервин В.Н.* Пастбищно-водопойный режим овец в пустыне. Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1955. 192 с.
124. *Могилева А.М.* Доступность пастбищной растительности для животных в зависимости от высоты снежного покрова в районах отгонного животноводства // Сборнике работ по оперативному агрометеорологическому обслуживанию отгонного животноводства. М.: Гидрометеиздат, 1959. С. 9–25.
125. *Монокрович Э.И.* Гидрометеорологическая информация в народном хозяйстве. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 172 с.
126. *Мординов Н.А.* Опыт анализа влияния метеорологических условий на развитие пастбищной растительности и на проведение производственных процессов в животноводстве // Сборник работ Ашхабадской ГМО. 1958. Вып. 1. С. 55–75.
127. *Морозова О.И.* Пастбищное хозяйство в каракулеводстве Средней Азии. М.: Международная книга, 1946. 296 с.
128. *Мухтаров Т.М.* К расчету потери тепла овцами //Труды САНИГМИ. 1996. Вып. 152 (233). С. 135–140.
129. *Мухтаров Т.М.* Пространственное распределение неблагоприятно холодных и жарких условий для выпаса каракульских овец в весенний период // Труды САНИГМИ. 1998. Вып. 158 (239). С. 106–112.
130. *Насимович А.А.* Роль режима снежного покрова в жизни копытных животных на территории СССР. Институт географии АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 384 с.
131. *Наставление* гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 11. Агрометеорологические наблюдения на станциях и постах. Часть II. Специализированные агрометеорологические наблюдения. Книга 1. Агрометеорологические наблюдения в районах северного оленеводства. РД 52.33.681–2006 / А.Д. Пасечнюк, Л.Е. Пасечнюк, Н.А.Терешонок. 2007. 232 с.
132. *Нечаева Н.Т., Мосолов И.А.* Пастбищное содержание овец в Туркменистане. Ашхабад: Изд-во АН Туркменской ССР, 1953. 71 с.
133. *Никитченко И.Н., Плященко С.И., Зеньков А.С.* Адаптация, стрессы и продуктивность сельскохозяйственных животных. Минск: Урожай, 1988. 200 с.
134. *Николаев В.А., Раунер Ю.Л.* О распределении снежного покрова на зимних пастбищах Черных земель // Вестник МГУ. 1956. № 2.
135. *Николаев А.И.* Овцеводство. М.: Колос. 1973. 73 с.

136. Нурбердиев М. Агрометеорологические условия и продуктивность пастбищ Каракумов. Ашхабад: Изд-во «ЫЛЫМ», 1978. 159 с.

137. Оленеводство России. Глава из Отчета по проекту Арктического совета «Устойчивое оленеводство» / Йонни-Лео л. Йернслеттен, К. Клоков. 2000–2002.

138. Онегов А.П. Гигиена сельскохозяйственных животных. М.: Сельхозгиз, 1963.

139. Орловский Н.С., Волосюк З.И. Погода и отгонно-пастбищное животноводство Туркменистана. Ашхабад: Изд-во «ЫЛЫМ», 1974. 104 с.

140. Осипов В.А., Чузункин Л.Н. Особенности формирования механизмов терморегуляции у овец различных пород при отгонно-пастбищном содержании // Вопросы селекции и технологии овцеводства. Сб. научных трудов Тадж НИИ животноводства. 1985. С. 47–51.

141. Павлов И.П. Собрание сочинений. Том III. Кн. 1. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1951.

142. Падучева А.Л. Дыхание, газообмен, теплопродукция у каракульских овец // Каракулеводство и звероводство. 1955. № 2. С. 38–43.

143. Падучева А.Л., Шраер Б.С., Шик М.Л. Породные особенности приспособительных реакций овец на изменения температуры воздуха // Труды Всесоюзного института животноводства. 1959. Том 23. С. 439–470.

144. Петрашин В.П., Иванов И.Г., Пушняк М.К. Критерии оценки неблагоприятных метеорологических условий для проведения зимнего выпаса овец на отгонных пастбищах // Труды Казахского НИГМИ. 1974 а. Вып. 47. Сельскохозяйственная метеорология. С. 87–96.

145. Петрашин В.П., Иванов И.Г., Пушняк М.К. Оценка погодных условий в период перегона ягнят на высокогорные пастбища // Труды КазНИГМИ. 1974 б. Вып. 47. Сельскохозяйственная метеорология. С. 105–107.

146. Петрашин В.П., Пушняк М.К. Характеристика длительного вынужденного стойлового содержания каракульских овец по территории Казахстана // Труды КазНИГМИ. 1979 а. Вып. 75. С. 28–38.

147. Петрашин В.П., Пушняк М.К. Продолжительность и вероятность появления зимней пастбищной бескормицы для тонкорунных овец по территории Казахстана // Труды КазНИГМИ. 1979 б. Вып. 75. С. 39–51.

148. Петрашин В.П., Иванов И.Г., Андрусенко К.Л., Пушняк М.К. Метод составления специализированного периодного (на 3–5 суток) прогноза ожидаемых условий выпаса овец на пастбищах Казахстана // Труды КазНИИ. 1986. Вып. 93. С. 124–130.

149. Полевой А.Н., Грингоф И.Г., Гридасов В.Ф. Основные принципы динамического моделирования продуктивности пустынных пастбищ // Проблемы освоения пустынь. 1990. № 5. С. 28–35.

150. Поляков В.А. Защита северных оленей от кровососущих двукрылых насекомых. М.: Россельхозиздат, 1981. 42 с.

151. Раушенбах Ю.О. О природе устойчивости сельскохозяйственных животных к высокой температуре среды // Опыт изучения регуляции физиологических функций. 1958. Том 4. 84 с.

152. Рогоджан Ю.В. Методические указания по агрометеорологическому обеспечению отгонно-пастбищного животноводства в УССР. Киев, 1984. 76 с.

153. Руководство по каракулеводству / Б.Н. Васин, Т.Н. Васина-Попова, И.Н. Грабовский и др. М.: Колос, 1971. 320 с.

154. Сборник работ по оперативному агрометеорологическому обслуживанию отгонного животноводства / Под ред. В.А. Монсейчик. М.: Гидрометеониздат, 1959. 75 с.

155. Свислюк И.В. Распределение снежного покрова в условиях комплексной полупустыни Заволжья // Труды ГГО. 1952. Вып. 36 (98). С. 137–141.

156. Сегаль А.Н. Суточные и сезонные изменения газоэнергетического обмена у северного оленя в связи с экологическими условиями существования // Вопросы экологии. 1962. Том. VI. С. 129–130.

157. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1989. 656 с.

158. Синицина Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. Уч. пособие для студентов гидрометеорологических специальностей вузов. Л.: Гидрометеониздат, 1973. 344 с.

159. Скрябин С.З., Караваяев М.Н. Зеленый покров Якутии. Якутск: Якутское книжное изда-во, 1991. 174 с.

160. Слоним А.Д. Животная теплота и ее регуляция в организме млекопитающих. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952.

161. Слоним А.Д. Основы общей экологической физиологии млекопитающих. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1961.

162. Слоним А.Д. Частная экологическая физиология млекопитающих. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 498 с.

163. Слоним А.Д. О физиологических механизмах природных адаптаций животных и человека. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1964.

164. *Слоним А.Д.* Физиология терморегуляции и термической адаптации у сельскохозяйственных животных. АН СССР. Объединенный научный совет «Физиология человека и животных». М.–Л.: Наука, 1966. 146 с.
165. *Слоним А.Д.* Экологическая физиология животных. М.: Высшая школа, 1971. 448 с.
166. Соколов А.Я., Задальский С.В. Об энергетической стоимости локомоций у северного оленя // Сельскохозяйственная биология. № 10. 1984.
167. *Соколов А.Я., Кушнир А.В.* Биоэнергетика северного оленя. Новосибирск: Наука, 1986.
168. *Спекторман Т.Ю., Петрова Е.В.* Климатические сценарии для территории Узбекистана // Климатические сценарии, оценка воздействий изменения климата. Бюллетень № 6. Ташкент: НИГМИ, 2007. С. 14–21.
169. *Сыроватский Д.И.* Организация и экономика оленеводческого производства. Учебник для высших и средних спец. заведений. Якутск: Сахаполиграфиздат, 2000. 407 с.
170. *Сыроечковский Е.Е.* Северный олень. М: Агропромиздат, 1986.
171. *Сытдыков А.К.* Пневмонии каракульских овец в Узбекистане. Ташкент: Ред.-изд. отдел УзАСХН, 1960. 32 с.
172. *Тимченко П.Ф.* Опыт проведения ранних окотов в каракулеводческих совхозах Средней Азии. Самарканд: Изд-во ВНИИК, 1944. 46 с.
173. *Титов Е.А.* Организация подбора и использования сезонных пастбищ в северной тайге Эвенкии. Методические рекомендации НИИ сельского хозяйства Крайнего Севера РАСХН. Новосибирск, 1991.
174. *Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии* / Под ред. И.Г. Грингофа, А.М. Шамена. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2002. 471 с.
175. *Утешев А.С.* Климатические условия перезимовки скота в пустынях Казахстана // Труды КазНИГМИ. 1953. Вып. 1.
176. *Федосеев А.П.* Гидрометеорология на службе отгонно-пастбищного животноводства. Гидрометеиздат, 1952. 56 с.
177. *Федосеев А.П.* Метеорологические условия образования зимней пастбищной бескормицы в Казахстане. 1953. Вып. 1.
178. *Федосеев А.П.* Оценка метеорологических условий зимнего выпаса овец на пастбищах Казахстана и Западного Прикаспия // Сборник работ по оперативному агрометеорологическому обслуживанию отгонного животноводства. М: Гидрометеиздат, 1959. С. 5–8.

179. Федосеев А.П. Климат и пастбищные травы Казахстана. Л.: Гидрометеиздат, 1964. 317 с.
180. Ханин М.А., Дорфман Н.Д. Математическая модель питания гомойотермных животных // Теоретическая и экспериментальная биофизика. 1973. Вып. 4. С. 109–120.
181. Ханин М.А., Дорфман Н.Д., Бухаров И.Б., Левадный В.Г. Экстремальные принципы в биологии и физиологии. М.: Наука, 1978.
182. Ханин М.А. Энергетика и критерии оптимальности онтогенетических процессов // Математическая биология развития. М.: Наука, 1982.
183. Хенкок И. Прямое влияние климата на производство молока // Сельское хозяйство за рубежом. 1955. № 3.
184. Хлыновская Н.И. Агроклиматические основы сельскохозяйственного производства Севера. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 119 с.
185. Хусаинов Б.Д. О тенденциях развития секторов и субъектов экономики Республики Казахстан и ее регионов. Алматы: ЦЭК иА, 2005. 22 с.
186. Чекерес А.И. Погода и летний выпас овец // Труды КазНИГМИ. 1963. Вып. 20.
187. Чекерес А.И., Рябикина Г.И. Влияние метеорологических условий на режим дневной пастбы в летний период // Труды КазНИГМИ. 1964. Вып. 21. Вопросы агрометеорологии, синоптики и гидрологии. С. 32–41.
188. Чекерес А.И. О методике оценки погодных условий в период летнего выпаса овец на равнинных пастбищах Казахстана // Труды КазНИГМИ. 1965 а. Вып. 24. С. 88–94.
189. Чекерес А.И. Некоторые климатические особенности периода летнего выпаса овец на территории Казахстана // Труды КазНИГМИ. 1965 б. Вып. 24. С. 95–109.
190. Чекерес А.И. Некоторые адаптивные признаки и их использование для целей природно-климатического районирования // Видовые и природно-климатические адаптации организма животных. Новосибирск, 1967.
191. Чекерес А.И. Количественная оценка климата Казахстана для целей животноводства // Проблемы освоения пустынь. 1972. № 1. С. 3–9.
192. Чекерес А.И. Погода, климат и отгонно-пастбищное животноводство / Под ред. И.Г. Грингофа. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 175 с.
193. Чирков Ю.И., Огородников Б.И. Природно-климатические условия зон СССР // Пастбища и сенокосы СССР. М.: Колос, 1974. С. 24–32.

194. Шаменов А.М., Кожакметов П.Ж., Власенко Е.Ф. О распределении числа невыпасных суток для овец зимой в Восточном Приаралье // Гидрометеорология и экология. Главгидромет Республики Казахстан. 1995. № 2. С. 78–90.

195. Шамурин В.Ф., Александров В.Д., Тихомиров Б.А. Продуктивность тундровых сообществ // Ресурсы биосферы. 1975. Вып. 1. С. 12–24.

196. Шашко Д.И., Никифорова А.Т. Агроклиматические условия и ресурсы Севера СССР // Сельскохозяйственное освоение Севера СССР. Новосибирск, 1973. С. 114–166.

197. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 247 с.

198. Штинов Н.А. Методика оценки погодных условий в период летнего выпаса овец на высокогорных пастбищах // Сборник методик по оценке и прогнозу условий применительно к основным этапам работ в овцеводстве. Алма-Ата: КазНИГМИ, 1964. С. 77–81.

199. Штинов Н.А. О количественных показателях зависимости состояния овец от погодных условий на горных пастбищах в теплый период // Труды КазНИГМИ. 1965. Вып 24. С. 110–115.

200. Юнусов С. Физиологическое состояние у овец разных пород при полипноэ // Труды Андижанского государственного Педагогического института. 1962. Том 8. 153 с.

201. Ярошевский В.А. Погода и тонкорунное овцеводство. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 203 с.

202. Bergerud A.T. The population dynamics of Newfoundland caribou. Wild. Monographs. 1971. N 25.

203. Bond T.E., Kelly C.F. Environment of animals. USDA Printing Office, Washington, D.C., 1960.

204. Brokway J.M., McDonald J.D., Pullar J.D. Evaporative heat-loss mechanisms in sheep // J. Physiol. 1965. Vol. 179, N 3. P. 554–568.

205. Danielov S.A., Gringof I.G., Germogenov M.T. Definition of Agroclimatological Information required for Pasture and Livestock production in cold climate Regions // CAgM report № 69, WMO/TD-751. Geneva, 1996. P. 51.

206. Eyal E. The body temperature and cardiorespiratory activities of shorn and unshorn Awassi sheep / Bull. Res. Council Izrael. 1954. Vol. 4, N 3.

207. Ewans W. An ecological survey of hill sheep farming in Breconshire // Agricultural. 1951. Vol. 58, N 1.

208. *Gringof I.G., Nikitina D.I.* The economic effectiveness of using Agrometeorological information in agricultural in the USSR // Economic and social benefits of Meteorological and Hydrological Services. Proceedings of the Technical Conference. WMO, № 733. Geneva, 1990. P. 190–197.

209. *Hahn G.L.* Management and housing of farm animals in hot environments. Chapter 11 in: *Stress Physiology in Livestock*. Vol. II (Ed. M.K. Yosef). CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 1985.

210. *Hamilton C.L.* Control of food intakes. In: *Physiological Controls and Regulators* / Ed. W.S. Yamamoto, J.B. Saunders Co., Philadelphia, Penn. 1965.

211. *Kelsall J.P.* The migratory barren-ground caribou of Canada, Ottawa, 1968.

212. *Johnson H.D., Ragsdale A.C., Berry I.L., Shandlin M.D.* Temperature – humidity effects including influence of acclimation in feed and water consumption on Holstein cattle. Missouri Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 846, 1963.

213. *Mount L.E., Brown D.* The use meteorological records in the effects of weather on sensible heat loss from sheep // *Agric. Meteorol.* 1982. Vol. 27, N 3–4. P. 242–255.

214. *Climate Change and impacts in Mongolia*. Edited by Batima Punsalmaa and Dagvadorj Damdin // National Agency for Meteorology, Hydrology and Environment Monitoring and JEMR Publishing. Ulaanbaatar, 2000. P. 227.

215. *Schmidt-Nielsen B.* The mastery of camel is solved // *Bull. UNESCO*. 1954.

И.Г. Грингоф, О.Л. Бабушкин

КЛИМАТ, ПОГОДА
И ПАСТБИЩНОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО

Под редакцией
кандидата географических наук
А.Д. Пасечнюка

Корректор: Н.А. Иванова
Компьютерная верстка: В.М. Лебедева

Фото на первой странице обложки заимствовано из Интернета,
на четвертой – из книги «Якутия в объективе Виктора Яковлева
(фотолетопись)», Якутск «Бичик», 2008

Подписано в печать 08.11.2010 г. Формат 60х84/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 20,5 Тираж 200 экз. Заказ №21
Отпечатано в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД»,