

Казахский Национальный аграрный исследовательский университет

УДК 633.2.039.6(574.2)

На правах рукописи

АХЫЛБЕКОВА БАЛЖАН АХМЕТБЕКҚЫЗЫ

**Формирование травостоя под влиянием выпаса на пастбищах степной
зоны Аршалинского района Акмолинской области**

6D080100 – Агрономия

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Отечественный научный консультант
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Кененбаев С.Б.
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Серекпаев Н.А

Зарубежный научный консультант
доктор PhD, профессор
Фудзиян Хоу

Республика Казахстан
Алматы, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	
	ОПРЕДЕЛЕНИЯ	
	ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	
	ВВЕДЕНИЕ	8
1	ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ	12
1.1	Площади и состояние пастбищных фитоценозов	12
1.2	Выпас и его влияние на растительность и почву	17
1.3	Травостой естественных пастбищ степной зоны Акмолинской области	24
1.4	Дигрессия пастбищных фитоценозов	26
2	УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	30
2.1	Почвенно-климатические условия	30
2.2	Объект и место исследований	33
2.3	Схема опыта	34
2.4	Методика проведения исследований	35
3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	42
3.1	Сравнительная оценка современного состояния пастбищ и оценка нагрузки КРС на основе допустимой нормы в районах и сельских округах Акмолинской области	42
3.2	Метеорологические условия в период проведения исследований	46
3.3	Результаты почвенных исследований	49
3.3.1	Результаты агрохимического обследования почв	49
3.3.2	Динамика водно-физических свойств почвы под влиянием выпаса	50
3.4	Динамика ботанического состава травостоя участков пастбищ по сезонам года	53
3.4.1	Высота травостоя	64
3.4.2	Проективное покрытие	66
3.5	Урожайность и питательная ценность травостоя пастбищ	67
3.6	Удельный вес влияния выпаса на основные показатели формирования пастбищной массы	71
3.6	ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАСТБИЩ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ВЫПАСА	78
3.6.1.	Расчет нагрузки скота на пастбища и потребности кормов при различных уровнях выпаса	78
3.6.2	Экономическая эффективность использования естественных пастбищ при различных уровнях выпаса	80
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82

Рекомендации производству	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	85
ПРИЛОЖЕНИЕ А	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	97
ПРИЛОЖЕНИЕ В	96
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	119
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	128
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	130
ПРИЛОЖЕНИЕ И	132
ПРИЛОЖЕНИЕ К	135
ПРИЛОЖЕНИЕ Л	137

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:
ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира.

ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки.

ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества.

ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы.

ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.

ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.

ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора.

ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом.

ГОСТ 27548-97. Корма растительные. Методы определения содержания влаги.

ГОСТ 27978-88. Корма зеленые. Технические условия.

ГОСТ 4808-87. Сено. Технические условия.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной диссертации используются следующие термины с соответствующими определениями:

Видовой состав – это список видов или ценотических популяций, которые составляют данное сообщество или всю ассоциацию.

Влажность почвы – это количественное измерение содержания влаги в почвенном материале, выраженное в процентах от общей массы этого материала.

Выпас чрезмерный (перевыпас) – это интенсивный выпас животных, в количествах, превышающих реальный уровень биологической кормоёмкости местности, ведущий к деградации растительности пастбища и снижению его продуктивности и производительности.

Густота стеблестоя – количество стеблей растений на 1 м².

Деградация – ухудшение свойств, плодородия и продуктивности земель в результате хозяйственной деятельности.

Доминанты – преобладающие, доминирующие в фитоценозах виды растений.

Естественные кормовые угодья – это сенокосы и пастбища с естественным растительным покровом, используемые для сенокосения и выпаса скота.

Живая масса – фактическая масса скота в момент взвешивания

Кормовая единица – это единица измерения питательности сельскохозяйственных кормов, соответствующая питательности 1 кг овса среднего качества.

Кормоёмкость – характеризует, какое количество животных можно выпасать на участке пастбища при получении ими достаточного количества пастбищного корма.

Интенсивность выпаса – это мера или уровень активности, с которой скот выпасается на определенной пастбищной площади или в определенной местности. Этот параметр обычно выражается в количестве скота, времени, или других факторах, влияющих на степень использования пастбища.

Нагрузка на пастбище – это число голов скота на гектар пастбища за весь пастбищный период.

Обменная энергия – количество энергии в усвоенных животными после переваривания органических веществах корма.

Пастбище – участок земли, растительность которого используется для выпаса скота.

Пастбищеоборот – это система землепользования, периодического и последовательного использования пастбищ и ухода за ними для поддержания их в продуктивном состоянии.

Пастбищный период (сезон) – это определенный временной интервал или сезон, когда скот выпасается на пастбище или пастбищных угодьях, в течение которого животные на пастбищах питаются подножным кормом.

Переваримый протеин – это часть азотсодержащих веществ корма, который может быть усвоен и переварен организмом, обеспечивая необходимое

питание и белковые ресурсы, которая поступает в кровь и лимфу и идет на построение новых клеток и тканей животного и производство продукции.

Поедаемость - охотность поедания животными растений.

Продуктивность пастбища – это количество животноводческой продукции (молоко, мясо, прирост живого веса и др.), получаемой с гектара площади за время пастьбы.

Проективное покрытие – проекция растений на поверхности почвы.

Урожайность пастбища – это количество корма (растительной массы), который производится на пастбище за определенный период времени, получаемой с единицы площади.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АПК - Агропромышленный комплекс
БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества
БКП – биоклиматический потенциал
БКПб – биоклиматический потенциал в баллах
ГТК – гидротермический коэффициент
к.ед. – кормовая единица
КРС – крупнорогатый скот
МП РК – Министерство просвещения Республики Казахстан
МСХ РК – Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан
НИР – научно-исследовательская работа
НИИ – научно-исследовательский институт
НСР – наименьшая существенная разница
ООН – Организация Объединенных Наций
ОЭ – обменная энергия
СМКО – среднее многолетнее количество осадков
СМТ – средняя многолетняя температура
ТОО – товарищество с ограниченной ответственностью
ЦИНАО - Центральный научно-исследовательский институт
агрохимического обслуживания
WileSoil – название измерительного прибора (плотномера)

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Пастбищные угодья Казахстана занимают 183,9 млн.га, являясь преобладающим видом угодий, что определяет экологическое и экономическое состояние республики [1]. Естественные пастбища республики являются важным источником производства дешевых кормов. По состоянию на 1 января 2021 года по статистическим данным площадь пастбищ в разрезе категорий земель складывается следующим образом: на землях сельскохозяйственного назначения используется около 80,6 млн.га угодий, на землях населенных пунктов – 20,9 млн. га, промышленности, транспорта, связи и иного несельскохозяйственного назначения – 0,7 млн. га, особо охраняемых природных территорий – 3,4 млн. га, лесного фонда – 6,4 млн. га, водного фонда - 0,1 млн. га пастбищ. А также более 66 млн. га пастбищ находятся на землях запаса и в настоящее время – не используется [1, 2]. Площадь пастбищ в Акмолинской области составляет 6,38 млн, в том числе на землях сельхозназначения 4,4 млн. га, из них 969,5 тыс.га улучшенные, 1331,7 тыс. га обводненные [1].

Пастбищные ресурсы в республике характеризуются двумя основными проблемами. С одной стороны, наблюдается постепенное ухудшение производительности и качества пастбищных кормов. Во-вторых, имеет место значительная концентрация сельскохозяйственного скота на ограниченной территории.

В результате бессистемного использования пастбищных ресурсов и увеличения численности сельскохозяйственных животных, наблюдается ежегодное увеличение чрезмерной интенсивной эксплуатации обводненных пастбищ, особенно при колодцах и вблизи сельских поселений. В результате из-за перенасыщения скотом и бессистемного выпаса, особенно вблизи населенных пунктов радиусе 5–10 км, повысилась пастбищная нагрузка, снизились урожайность, кормоемкость пастбищных угодий.

В последние годы вследствие изменения климата и неправильного управления нагрузкой на пастбища, а также отсутствия правильной ротации скота, нарушается экологическое равновесие. Это ведет к уменьшению запасов корма, деградации пастбищных угодий, появлению ветровой эрозии и разрастанию неполезной растительности, которую животные не употребляют. Процессы опустынивания усиливаются на обширных территориях.

За последние десятилетия производительность пастбищ значительно уменьшилась, снизившись на 60%. В степной зоне она теперь составляет всего 3-5 центнеров сена с одного гектара, в то время как в сухостепной зоне этот показатель составляет всего 2-3 центнера сена с одного гектара. Общая площадь деградированных пастбищ значительно растет за последние годы, например с 2022 года от 1,4 млн. га увеличилась до 4 млн. га на 2023 год. Средняя продуктивность растительности на пастбищах также снизилась, с 4,8 до 4,6 центнера с гектара.

С целью снижения дефицита пастбищных угодий, 20 февраля 2017 года был принят Закон о пастбищах Республики Казахстан, который регулирует общественные отношения, связанные с рациональным использованием пастбищ. Одновременно с этим законом были внесены изменения и дополнения в несколько законодательных актов Республики Казахстан, касающихся использования пастбищ. Кроме того, 24 апреля 2017 года были утверждены Правила рационального использования пастбищ, а 27 апреля 2017 года была утверждена Методика проведения мероприятий по борьбе с деградацией и опустыниванием пастбищ [3].

Вместе с тем, для проведения большого объема работ по обследованию пастбищ по Республике и разработки системы управления пастбищными ресурсами и технологии рационального их использования большую сложность составляет их расположенность в разных почвенно-климатических зонах. Кроме того, они расположены неравномерно – некоторые районы имеют избыток пастбищ с низкой плотностью на единицу площади, в то время как в других районах недостаток пастбищ и нагрузка скота на них превышает установленные нормативы.

Например, проведенный нами анализ пастбищных угодий и численности скота в Аршалинском районе Акмолинской области показал, что не на всех пастбищах района сохраняется экологическое равновесие, и соблюдаются нормы пастбищной нагрузки. На сельхозпредприятиях Анарского, Ижевского, Аршалинского сельских округов обнаружена потребность в дополнительных 9,91 тысячах гектаров пастбищных угодий для крупного рогатого скота, а в личных подсобных хозяйствах населения расположенных в Анарском, Акбулакском, Волгодоновском, Михайловском, Тургеневском, Константиновском сельских округах, суммарный дефицит пастбищ для КРС составил 14,13 тыс.га [4].

В связи с этой ситуацией, становится крайне важной разработка эффективных и научно обоснованных систем управления пастбищами и внедрение мероприятий по восстановлению пастбищных угодий.

Целью представленной диссертационной работы является изучение формирования травостоя под влиянием выпаса на пастбищах степной зоны Аршалинского района Акмолинской области.

Задачи исследований:

- провести сравнительный анализ современного состояния пастбищных угодий и провести оценку нагрузки на пастбища КРС на основе допустимой нормы в сельских округах Аршалинского района Акмолинской области;
- оценить агроклиматические показатели Аршалинского района Акмолинской области;
- изучить влияние выпаса на водно-физические свойства почвы естественных кормовых угодий степной зоны;
- определить ботанический состав травостоя пастбищ степной зоны Акмолинской области и их динамику по сезонам года;
- изучить влияние выпаса на видовой состав травостоя;

- определить урожайность пастбищ при различных уровнях выпаса;
- оценить питательную ценность пастбищной массы по сезонам года;
- определить экономическую эффективность технологии выпаса скота на пастбищах степной зоны Акмолинской области.

Научная новизна работы. Впервые за последние 30 лет на темно-каштановых маломощных почвах степной зоны Акмолинской области проведено геоботаническое обследование пастбищ и выявлено около 70 видов растений, принадлежащих к 21 ботаническим семействам. Индекс биоразнообразия Шеннона-Уивера показал, что проведение круглогодичного бессистемного выпаса снижает богатство и биоразнообразие растений на пастбищах. Определена оптимальная нагрузка выпаса с использованием эффективной схемы пастбищеоборота.

Теоретическая значимость исследований. В процессе проведения экспериментальных исследований в степной зоне Аршалинского района Акмолинской области изучен ботанический состав травостоя, состоящий около 70 видов растений, из них 21 относится к семейству сложноцветных (Asteraceae), 10 к семейству бобовых (Fabaceae), 6 к семейству злаковых (Poaceae) и 5 к семейству розовых (Rosaceae).

Практическая значимость исследований.

Разработана рекомендация по рациональному использованию пастбищ по сезонам года, нагрузка, кормозапас, пастбищеобороты с применением цифровых технологии. Разработанная методика и схемы пастбищеоборота позволит сельхозтоваропроизводителям, крестьянским и фермерским хозяйствам Аршалинского района Акмолинской области в сравнении с бессистемным выпасом повысить урожайность до 0,9 т/га и придерживаться нормы и нагрузки пастбищ для дальнейшего сохранения урожайности пастбищ и предотвращение деградации.

Основные положения, выносимые на защиту:

- геоботаническое обследование пастбищ в сельских округах Аршалинского района Акмолинской области;
- оценка влияния выпаса на видовой состав травостоя и различных уровней выпаса на урожайность и питательную ценность травостоя пастбищ;
- экономическая эффективность пастбищ при различных уровнях выпаса.

Публикации. По материалам диссертации опубликованы 3 статьи в журналах входящее в базу данных Scopus с процентилем 79 (Q1), 92 (Q1) и 45 (Q3), а также 3 статьи в изданиях, рекомендованных комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан: 1) многопрофильный научный журнал Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова «3I – Intellect, Idea, Innovation» (Костанай, 2020); 2) научно-практический журнал Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана «Ғылым және білім» (Уральск, 2020); 3) Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина, (Астана, 2022). Подана

заявка на полезную модель «Способ рационального использования пастбищных ресурсов степной зоны» с номером госрегистрации №312/08-3.

Апробация работы. Основные положения диссертации ежегодно заслушивались на Ученом совете Казахского национального аграрного исследовательского университета, на заседаниях научно-технического совета факультета «Агробиологии» и на кафедре «Агрономии, селекции и биотехнологии» (2019-2021 гг.).

Результаты исследования были доложены на международных научно-практических конференциях: «Сейфуллинские чтения - 16: Молодежная наука новой формации – будущее Казахстана (Нур-Султан, 2020); Актуальные научные исследования в современном мире (Переяслав, 2020); «Сейфуллинские чтения – 18: «Молодёжь и наука – взгляд в будущее» (Астана, 2022), в международной конференции «AGBIOL 2023: V.INTERNATIONAL AGRICULTURAL, BIOLOGICAL & LIFE SCIENCE CONFERENCE» Турция, г.Эдирне (2023).

Объем и структура диссертации. Работа состоит из 93 страниц компьютерного текста, в том числе введение, 3 раздела, 20 подразделов, заключение, список использованных источников и 9 приложений. Список использованных источников состоит из 122 наименований. Текст диссертации проиллюстрирован 15 таблицами, 16 рисунками.

Благодарность. Работа выполнена в рамках НТП «BR06249209-ОТ-20 Разработка интенсивных технологий по отраслям животноводства», по проекту: «Разработка эффективных технологий в отрасли мясного скотоводства», по мероприятию: «Разработать рекомендации по рациональному использованию пастбищ с применением результатов полевых исследований и цифровых технологий в Акмолинской области. Доля участие в этой теме 70%.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ

1.1 Площади и состояние пастбищных фитоценозов

Пастбища имеют ключевое значение на глобальном, национальном и местном уровнях, как с точки зрения масштабов, так и с точки зрения социально-экономического воздействия. Надлежащее управление пастбищными угодьями может обеспечить продовольственную безопасность и смягчение остроты проблемы нищеты для миллионов людей. Пастбища имеют большое экономическое и социальное значение, поскольку они обеспечивают население планеты средствами существования. Традиционное животноводство обеспечивает население продуктами питания (молоко, мясо и кровь), навозом (для топлива и удобрений), шерстью, шкурами, тягловой силой, транспортом, дополнительной безопасностью и возможностью накопления капитала [5, 6].

В мире по данным FAOSTAT насчитывается 34,4 млн км² пастбищ и составляют около 70–80% площади сельскохозяйственных угодий на всех континентах, за исключением Европы, где этот процент составляет около 40%.

Площадь пастбищ в Монголии 112,3 млн.га и за последние 25 лет пастбища Монголии значительно деградировали в результате увеличившейся антропогенной нагрузки, вызванной изменением направления социально-экономического развития страны в конце 90-х годов 20 века. В этот период население некоторых районов резко увеличилось в 2-3 раза, соответственно общее количество скота тоже выросло в 1-2 раза [7]. В результате чрезмерной загрузки и неэффективного использования природных ресурсов, в настоящее время около 10-15% пастбищ Монголии подвержены значительным экологическим нарушениям [8]. Огромные площади природных кормовых угодий России практически не используются и остаются без должного внимания и ухода. Из 91 млн.га пастбищ деградации подвержены около 29 млн.га пастбищ [9]. В Китае пастбищами занята общая площадь 400 млн. га, или 41,7% земель, при этом, к началу 21-го века 90% пастбищных угодий Китая подверглись деградации в различной степени, около половины из них подверглись значительному сокращению растительного покрова, эрозии почв, опустыниванию [10]. В Австралии сильным опустыниванием, деградацией растительности и почв охвачено 16% площади пастбищ. При этом все эти страны обладают эффективной системой управления пастбищами. Например, в Канаде на 1 голову мясного скота приходится 2,5 га естественных и 1 га сеяных пастбищ, экспорт мяса КРС в 2016 году составил 27535 тонн, импорт - только 182 тонн в год, В Австралии экспорт мяса КРС составил 87981 тонн, а импорт - 602 тонн в год. Для сравнения, в 2021 году в Казахстане при поголовье КРС 8,18 млн. голов, экспорт мяса КРС составил 17,0 тонн, а экспорт живого поголовья КРС составил 23,2, импорт 1456,6 т [11].

В Бразилии пастбища занимают 180 млн. га. Из них 30% теряют продуктивность из-за деградации и нерационального управления. Как и в других странах, в целом деградация пастбищ ставит под угрозу устойчивость

бразильского разведения крупного рогатого скота, поскольку снижает продуктивность производства мяса и молока, а также снижает стоимость земли. С целью восстановления пастбищ в этой стране в рамках государственной политики разработан План низкоуглеродного сельского хозяйства (PlanoABC), который, среди прочего, предоставляет субсидируемые кредиты для восстановления пастбищ с целью восстановления 15 миллионов гектаров деградированных пастбищ до 2030 года путем надлежащего управления и внесения удобрений [12].

В Казахстане пастбищные угодья покрывают более 183,9 миллионов гектаров или 83,8 процента всех сельскохозяйственных угодий, из них 5,8 млн. га улучшенные и 103,4 млн.га обводнены. По рельефу казахстанские пастбища сильно различаются: 77 % пастбищ расположены на равнинах, в том числе 25 % - в песках, 18% - в горах и на возвышенностях и 5 % - в долинах и низинах. По регионам значительные площади пастбищ находятся в Карагандинской, Алматинской, Мангистауской, Костанайской и Западно-Казахстанской областях. Естественные пастбища республики являются важным источником производства дешевых кормов. В кормовом балансе их продукция составляет 40%, в том числе они на 80% удовлетворяют потребность в зеленых кормах.

В Акмолинской области находится 6,38 млн. га пастбищ. Из них на землях сельхозназначения 4,441 млн. га, которые 969,5 тыс.га улучшенные и 1331,7 тыс. га обводненные. Состояние природных кормовых угодий находится в чрезвычайно неблагоприятном экологическом состоянии. Их продуктивность снизилась на 60% и в степной зоне, не превышая 3-5 ц /га, а в сухостепной зоне - 2-3 ц /га сена. Темпы деградации продолжают увеличиваться. Например, в 2001 году площадь сенокосов и пастбищ, полностью находившихся в деградированном состоянии, составляла 1,3 миллиона гектаров, в то время как в 2020 году эта площадь увеличилась до 1,9 миллиона гектаров.

Аршалинский район расположен на юго-востоке Акмолинской области. На юге, юго-западе и юго-востоке граничит с Карагандинской областью, на северо-востоке с Ерментауским районом, на западе с Целиноградским районом Акмолинской области. В Аршалинском районе Акмолинской области сезонные пастбища занимают площадь в размере 286,55 тысяч гектаров, что составляет 53,4% общей площади района. В том числе 239,14 тысяч гектаров на сельскохозяйственных угодьях, 38,2 тысячи гектаров в населенных пунктах, 4 698 гектаров на землях лесного фонда и 9,2 тысячи гектаров на землях в резерве [1].

Следует отметить, что по количеству доступных кормовых угодий на каждого человека, Казахстан занимает лидирующее положение, за которым следуют страны, такие как Австралия, Канада, Россия, Аргентина, США и др. [13]. Потенциал пастбищ Казахстана оценивается в 20-25 млн. тонн кормовых единиц. По данным бывшего института КазГипроЗем, питательность пастбищного корма наших пастбищ оценивается в 28 млн. тонн кормовых единиц. Стоимость ежегодного возобновляемого пастбищного корма оценивается Всемирным Банком в 1,2 млрд долларов США. Доля пастбищных

кормов в общем объеме используемых кормов составляет 45-50% по стране в среднем [14].

Несмотря на большую площадь пастбищ, из них всего 30% используется для выпаса скота, что обусловлено рядом проблем, такие как деградация, недостаток водопоев и водоисточников [15] для выпаса скота, опустынивания [16], [17]. Развитие инфраструктуры, такие как увеличение, количество перерабатывающих мощностей, улучшение дорожных сетей и ремонтирование колодцев и водоисточников позволили бы повысить потенциал пастбищ и животноводства [18]. В настоящее время за счет естественных водных источников можно обеспечить использование только 1/6 часть всех пастбищ угодий [19].

В настоящий момент опустынивания и деградация земель являются не только экономической, но и глобально экологической проблемой всего человечества и такой процесс можно наблюдать на всех континентах. По оценкам ученых, засушливые земли занимают 41% земельной площади, из которых 69% являются пастбищами. По исследованиям Н. Gyde Lund площадь деградировавших пастбищ в мире колеблется от 20% до 73% в зависимости от степени деградирования [20].

Приблизительно 76,1% земель Казахстана считаются чувствительными к опустыниванию территориями со средней и высокой чувствительностью [21]. А также согласно данным предоставленным FAO площадь деградированных земель в Казахстане составляет больше 50 миллионов гектаров, из них пастбищам относится 38% [22]. А также по данным Агентства Республики Казахстан по использованию земельных ресурсов в стране количество достигших крайней степени деградации к 2004 году, определили в 26,6 миллиона гектаров, а в настоящее время – 27,1 миллиона гектаров [23].

Современное состояние пастбищ в Казахстане характеризуется нарастающим ухудшением производительности и качества пастбищных кормов, с одной стороны, и максимальной концентрацией скота на доступной территории, что приводит к чрезмерному использованию последних, в то время как отдаленные пастбища остаются недостаточно задействованными [24]. В других зарубежных странах в результате экстенсивного выпаса скота в лесах, залесенных вырубках или залесенных полустественных пастбищах образованы лесопастбища.

В Великобритании пастбища разделяют на два основных типа: необрабатываемые пастбища (естественные) и управляемые пастбища (сеянные пастбища). выпас может уменьшить биомассу пастбищ и определенные концентрации питательных веществ на пастбище, он, по-видимому, повышает содержание травы и плотность сwardя, что может обеспечить более устойчивые системы лугопастбищных угодий [25].

По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам на 2021 год поголовье крупнорогатого скота по республике составило 8 185,1 тыс. голов. Можно заметить, что с каждым годом данный показатель растет в различных типах ферм. Существует три вида таких

ферм: самые крупные фермы называются сельскохозяйственными предприятиями (СХ) и содержат от нескольких тысяч до десятков тысяч животных. Эти фермы являются духовными (и часто фактическими) потомками советских ферм и обычно имеют ресурсы для обеспечения высококачественными кормами и поддержки пастбищных миграций на большие расстояния. Вторая группа – это частные фермерские хозяйства (ЛФХ). С 2000 года это самый быстрорастущий тип ферм, самый разнообразный по размеру и методам выпаса, от десятков до тысяч животных. Третий и наименьший тип ферм, домашние хозяйства (ДХ), как правило, имеют лишь несколько животных на единицу, но в целом по Казахстану 60% пастбищного скота содержится на фермах этого типа. Домашний скот обычно размещают на ночь на заднем дворе владельца. Это означает, что их пастбища ограничены расстоянием, которое они могут пройти за полдня [26, 27].

Проблемой является то, что малые владельцы не могут отправить свой скот на удаленные пастбища из-за высоких расходов на аренду пастухов для небольшого стада. Поэтому в силу экономических факторов, а также из-за отсутствия инфраструктуры (дороги, колодцы, водопой) на отдаленных пастбищах скот выпасается на одном и том же месте, вблизи поселка [28].

Интенсивный выпас может привести к выпадению доминантов из растительного сообщества [29]. Л.Я. Курочкина изучая растительность пустынь Казахстана, отмечает, что при деградации псаммофиты заменяют эфемероиды, кустарники полукустарников и вместе однолетних сорняков приходят многолетние [30]. Множество исследований проведенные в Алжирских степях, а также в других засушливых районах показали, что чрезмерный выпас и нерациональное использование пастбищ в степной зоне приводит к сокращению биоразнообразия и деградации пастбищ, к уменьшению растительного покрова, разрушению структуры почвы, уменьшая содержание органического углерода и соответственно продуктивности пастбищ [13, 21]. К примеру, в засушливых районах Австралии, неправильные методы управления выпасом сократили биоразнообразие на 10%, продуктивность растений на 40% и поддержку экосистемных услуг на 20% [22]. В Европе потеря биоразнообразия на 78% связана с животноводством и выпасом скота, а в Китае из-за высокого показателя численности скота от нормы поголовья - уровень чрезмерного выпаса оценивается в 22,5–89,4%.

Результаты исследования, проведенные в Канаде (Манитоба), показывают, что различное влияние выпаса на пастбище зависит от его интенсивности и времени года. Ранний выпас изменил структуру и состав растений, увеличив количество сорных и инвазивных видов, и наоборот выпас скота в конце сезона умеренной интенсивности может поддерживать разнообразие и функционирование пастбищ [31]. Как известно, крупный рогатый скот выбирает богатую питательными веществами растительность на неоднородных пастбищах [32], поэтому преобладание сорных и не поедаемых видов растений на пастбищах может привести к потере живой массы и упитанности скота.

Существует разнообразные подходы к природному районированию, но многие источники при описании кормовых угодий берут на основу классификацию академика Б.А.Быкова (1969). Согласно данной классификации, территория Казахстана ботанико-географически разделяется на три провинции степной зоны, две провинции пустынной зоны и три горные области, которые в свою очередь подразделяются на подпровинции и округа. Также, Е.И. Баканач предлагает четыре растительно-почвенные зоны: лесостепную, степную, полупустынную и пустынную. В дальнейшем описание каждой из этих зон будет представлено с учетом классификации Е.И. Баканача и с дополнениями от Б.А. Быкова и других исследователей.

Авторы отмечают, что лесостепная зона включает южную часть Северо-Казахстанской области, северную часть Костанайской и Акмолинской области. Большая часть степных равнин в лесостепной зоне была освоена и в настоящее время используется в сельском хозяйстве. Последние остатки степной природы остаются в виде солонцовых участков с ограниченными участками черноземных почв, а также областей с луговыми, заболоченными и соленными почвами. Травостой в основном представлен злаково-разнотравными видами, где преобладают ковыль и типчак, разнотравные растения, как морковник, василистник, лабазник, лапчатка. Согласно доступным данным, высота растительного покрова варьируется в диапазоне от 50 до 70 сантиметров, плотность растительного покрытия находится в пределах от 80% до 100%, и средний урожай составляет 6-8 центнеров с одного гектара.

Степная зона. К данной зоне относятся большая часть Акмолинской области, Павлодарская область, Костанайская, северная часть Западно-Казахстанской, Актюбинской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областей. В степной зоне можно выделить две различные части: западная и восточная, в зависимости от рельефа. Западная часть региона представляет собой в основном плоский ландшафт с небольшими волнистыми формами и значительным количеством впадин разного размера, в которых расположены озера, солончаки и луговые участки. Восточная часть области характеризуется более разнообразным и сложным рельефом. Приблизительно 70% восточной части региона составляет мелкосопочник, где плоские участки чередуются с разнообразными массивами сопок, различающимися по высоте и площади. В растительном покрове данной зоны наиболее преобладает типчаково-ковыльный травостой, которые имеет большое количество подтипов в зависимости от почв, рельефа. Высота травостоя 20 см, проективное покрытие обычно 50-70%.

Полупустынная зона представляет собой переходную область между степной и пустынной зонами и включает часть Западно-Казахстанской области, также Актюбинской, Костанайской, Акмолинской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской областей. Солонцы и солончаки занимают приблизительно 30-40% площади данной зоны и опустыненные степи 60-70% площади. Рельеф имеет общие черты, схожие с теми, что характерны для степной зоны. Наиболее распространённые травостои – ковыльно-типчаковые, тырсово-типчаковые, песчано-ковыльно-типчаковые, а также типчаково-полынные. Проективное

покрытие 50-60%, высота травостоя 50-60 см, урожайность 2,5-4 ц/га. Травостои обычно сильно засорены молочаем и полынями.

Пустынная зона. Южная часть Казахстана полностью расположена в пустынной зоне. В травостое преобладают полыни и разные эфемеры, и эфемероиды. Высота травостоя 20-30 см, проективное покрытие 50-60%. Обычно, для пустынной зоны характерна неустойчивая урожайность и малая площадь сенокосов. В периоды засушливых лет, неблагоприятных условий и недостатка осадков, урожайность часто отклоняется от средних значений в два, три и иногда даже более раз. В этой связи в пустынной зоне иногда практикуют дальние перегоны скота на летние и зимние пастбища [33, 19].

Таким образом, на сегодняшний день состояние пастбищных угодий Акмолинской области ухудшается из-за процессов деградации и опустынивания в результате нерационального использования пастбищ и бессистемного выпаса скота.

1.2 Выпас и его влияние на растительность и почву

Управление выпасом – это манипулирование выпасом для достижения определенной цели или набора целей при использовании пастбищ, инструментами, которые являются интенсивность выпаса, метод зарыбления и время выпаса.

При неправильном управлении и использовании пастбищ животные потребляют ценные растения, которые заменяются менее привлекательными для питания травами и малоурожайными низкорослыми растениями. Это приводит к ухудшению качества растительного покрова.

Нерегулируемый выпас животных приводит к избыточной компактизации почвы, нарушению её водно-воздушного баланса и уменьшению микробиологической активности. Это сопровождается разрушением верхнего почвенного слоя и смывом плодородного горизонта с склонов. В результате всех этих процессов снижается продуктивность и долговечность трав, что приводит к их деградации.

Разная интенсивность и продолжительность пастбы скота в различные сезоны года также неодинаково отражается на животном населении пастбищ [34].

По мнению специалистов по пастбищам, существует четыре основных типа систем выпаса: непрерывный выпас, отложенный ротационный выпас, ротационный выпас с отдыхом и интенсивный выпас (рисунок 1).

Непрерывный выпас – это система с одним пастбищем, которая позволяет скоту постоянно пастись на одном большом участке земли. Хотя эта система требует наименьшего объема управления и минимизирует капитальные затраты, она также наименее эффективна с точки зрения использования ресурсов и прибыльности. В этом методе животным разрешается иметь неограниченный, непрерывный доступ к определенной единице земли в течение всего или части пастбищного сезона. Это часто называют методом открытых ворот, когда все ворота на ферме открыты, и скот имеет доступ к каждому полю. В целом

использование кормов низкое и составляет около 35%. Плотность посадки для фермы не оптимизирована. Другим недостатком является то, что питательные вещества навоза часто концентрируются в местах безделья и вблизи источников воды. Непрерывный выпас на одном и том же участке снижает устойчивость травостоя, поскольку целевые растения погибают от чрезмерного выпаса.

Отложенный ротационный выпас – система отсроченного ротационного выпаса использует более одного пастбища и перемещает скот с одного пастбища на другое через различные промежутки времени. Это позволяет отложить выпас скота в важные периоды роста растений, чтобы позволить им завязывать семена, не подвергаясь выпасу. Периодические отсрочки в нужное время во многих случаях так же эффективны, как и полный календарный год отдыха. Однако затраты на ограждение и воду могут быть выше, чем на непрерывный выпас скота. Преимущества включают в себя:

- Улучшает распределение пастбищ.
- Повышает жизнеспособность основных видов растений.
- Увеличивает среду обитания для наземных гнездящихся птиц.

Ротационный выпас с отдыхом или чередующийся выпас – в системе ротационного выпаса для отдыха используется более одного пастбища, и скот перемещается с одного пастбища на другое через различные промежутки времени, но при этом есть одно или несколько пастбищ, которые не выпасаются в течение всего года. Выпас с чередованием отдыха максимизирует восстановление растений для их силы и обеспечивает максимальное укрытие для диких животных. Система ротационного выпаса разрабатывается путем деления большого пастбища на два или более меньших загона и выпаса этих загонов в запланированной последовательности. Это обеспечивает периоды отдыха для растений, пока другие пасутся. После того, как все загоны выпасены, последовательность начинается заново с первого пастбища, которое дольше всего отдыхало. Если все сделано правильно, ротационный выпас имеет много преимуществ, включая увеличение производства кормов, продуктивности животных и общей прибыльности. Чередование пастбищ позволяет растениям оставаться здоровыми, восстанавливая запасы энергии, восстанавливая энергию растений и обеспечивая максимальную продуктивность в долгосрочной перспективе. Питательные вещества навоза также более равномерно распределяются по полю (рисунке 1б).

Полоса выпаса скота (загонный выпас) – выпас полосами – этот метод включает в себя использование подвижного электрического ограждения для распределения достаточного количества корма в течение короткого периода времени, а затем перемещение ограждения вперед, обеспечивая новое распределение корма. Обычно в этом методе не используется заднее ограждение, и поэтому выпас скота следует начинать в районе, ближайшем к источнику воды, чтобы уменьшить потери из-за вытаптывания. Полосовой выпас может увеличить использование и снизить избирательность животных. Этот метод часто используется при выпасе заготовленных кормов и однолетних кормов. Его также можно использовать в определенное время года при выпасе определенных

видов кормов, таких как люцерна, поздней осенью, когда отдых корма не является проблемой. Этот метод может быть использован в сочетании с ротационным выпасом. На полях можно выпастать, например, дойных коров, которых дважды в день выводят на дойку. После выпаса коров переводят на следующее поле, которое выпасается полосой, в то время как предыдущая область отдыхает (рисунке 1в).

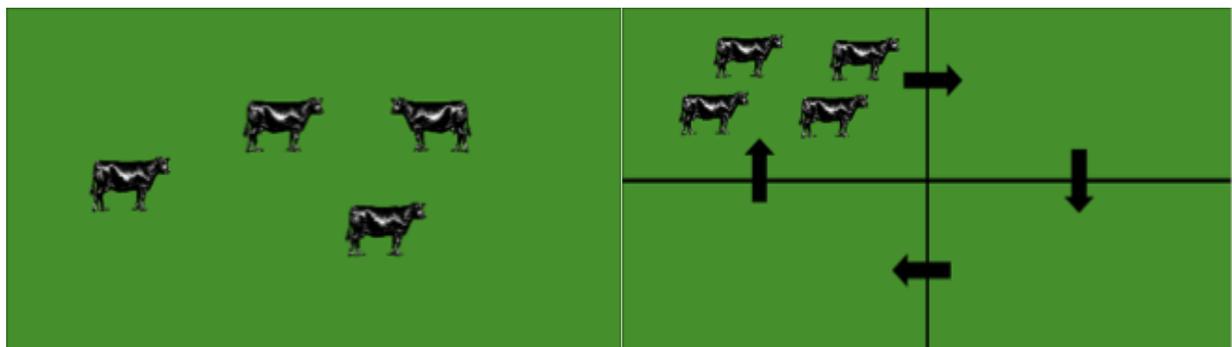
Интенсивный выпас скота – эта система требует наибольших вложений, как финансовых, так и физических [35].

Массовый выпас, также известный как выпас со сверхвысокой плотностью - Массовый выпас включает выпас большого количества скота на небольшой площади в течение короткого периода времени. При плотности запасов от 100 000 до 500 000 фунтов или более живой массы на акр животных обычно перемещают несколько раз в день. Загоны пасутся всего 2-3 раза в год. Длительные периоды покоя позволяют корму созреть перед выпасом, а не быть выпасаемым в вегетативном состоянии, позволяют развиваться корневым системам и накапливать запасы энергии. Этот метод заставляет домашний скот питаться всем, что доступно вместо того, чтобы выбирать только сочный корм, который они предпочитают. Сторонники утверждают, что этот метод увеличит содержание органического вещества в почве, уменьшит количество сорняков и увеличит распределение навоза. Используя этот метод, можно снизить производство кормов и стойкость насаждений. Исследования этого метода дали неоднозначные результаты, и долгосрочные последствия для пастбищ еще предстоит изучить. Этот метод требует повышенных трудозатрат и лучше всего подходит при выпасе животных, которые имеют более низкие потребности в питании.

Ползучий выпас – при использовании ползучих выпасов молодые животные имеют доступ к пастбищу с кормом более высокого качества через ползучие ворота. Это позволяет молодым животным пастись на высокопитательных пастбищах и дополнять материнское молоко. Этот дополнительный корм увеличит прирост кормящих телят и снизит потребность коров в энергии. Часто выпасаемый фураж (т. е. африканское просо, мелкие злаки или люцерна) имеет более высокую питательную ценность, чем обычные пастбища. Для пастбища для ползучих животных требуется лишь небольшая площадь вместе с воротами для ползания, чтобы контролировать доступ животных (рисунок 1г).

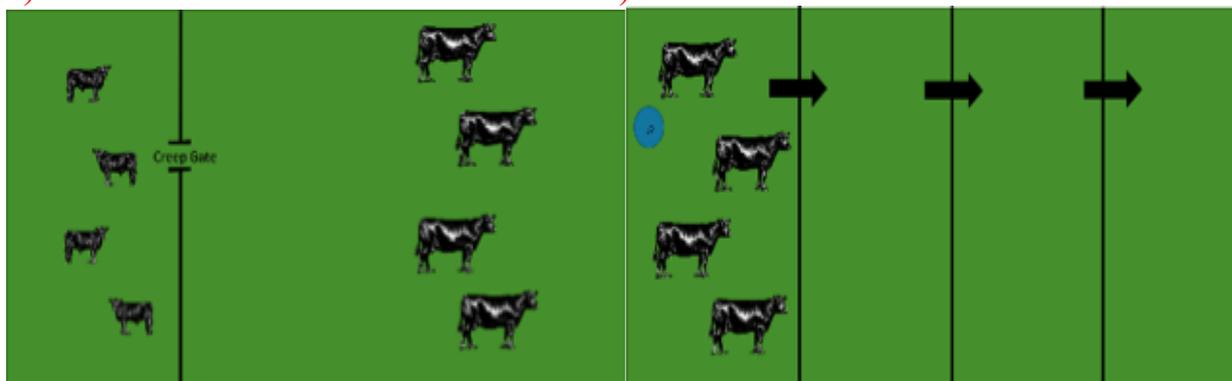
Прямой выпас или выпас «первый-последний» или «лидер-последователь» — этот метод состоит из 2 групп скота на загоне, одна из которых следует непосредственно за другой. Этот метод часто используется для выпаса животных с более высокими потребностями в питании (т.е. подрастающих телят) сначала для того, чтобы позволить им выборочно пастись более питательными кормами в загоне, а затем в группе с более низкими потребностями в питании и использовать оставшийся корм. Этот метод также можно использовать при выпасе двух разных видов (рисунке 1д).

Многовидовой выпас. В этом методе разные виды скота пасутся на одном и том же пастбище как одно стадо или с использованием метода переднего выпаса. Это может увеличить общее использование и может быть использовано для борьбы с сорняками и другими «нежелательными» растениями. КРС, овцы и козы предпочитают пастись разными видами кормов и пасутся по-разному. При рассмотрении этого метода важно помнить, что у этих видов разные потребности и может потребоваться больше труда, помещений и оборудования [36].



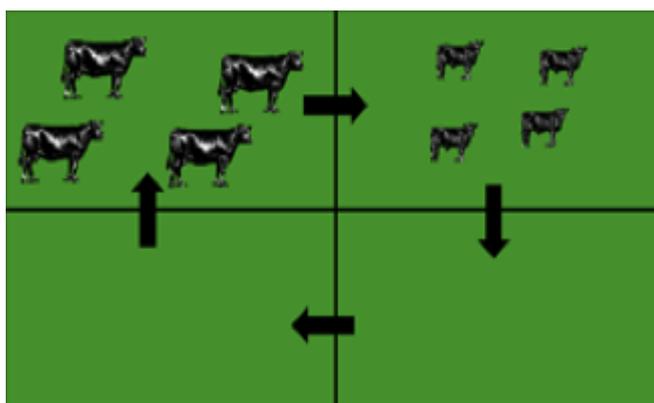
а)

б)



в)

г)



д)

Рисунок 1. а) непрерывный выпас, б) вращательное выпасание, в) выпас на полосе, г) выпас ползучий, д) прямой выпас или выпас «первый-последний» или «лидер-последователь»

Пастбищные животные воздействуют на отдельные растения и растительные сообщества несколькими взаимосвязанными способами, включая дефолиацию растений, воздействующую как на морфологию, так и на физиологию растений; механические воздействия на почву и растительные материалы путем вытаптывания; удаление и перераспределение питательных веществ через экскременты. Выпас крупных травоядных животных увеличивает скорость круговорота питательных веществ за счет уменьшения размера частиц, а также за счет ускорения скорости преобразования питательных веществ из органической в неорганическую форму, доступную для растений. Целью управления должно быть равномерное распределение навоза по пастбищному участку для поддержания равномерного плодородия почвы, из органической в неорганическую форму, доступную для растений.

Campbell W.B. отмечает, что с увеличением поголовья скота количество многолетних трав сокращается. Выпасаемая численность животных способна изменить растительные сообщества естественных пастбищ насколько сильно, что иногда некоторые сообщества могут исчезнуть из фитоценоза, а пастбище станут непригодными для хозяйственного использования и могут не подлежать восстановлению [37].

Недавнее исследование Koerner et al. (2018) подчеркивает, что выпас может изменить конкурентную среду травянистых экосистем в двух направлениях: когда в результате выпаса сокращается количество доминирующих вкусовых видов, появляются дополнительные ресурсы для поддержки новых или менее распространенных видов, что потенциально увеличивает фиторазнообразие. Напротив, если выпас способствует доминированию неприятных или устойчивых к выпасу видов, ограниченные ресурсы могут привести к уменьшению общего разнообразия [38].

Тореханов А.А. отмечает, что в последствие интенсивного стравливания растения не проходят все стадии развития, при этом сокращается количество растений устойчивой к вытаптыванию. А также интенсивный выпас влияет на возрастной аспект растений, приводя к сокращению численности молодых растений. Кроме того, выявлено негативное влияние на накопление корневой массы, всходов, надземную массу и химический состав травостоя [29].

Исследования по изучению слоя почв 0-30 см при различной интенсивности выпаса скота на пастбищах Монголии показали, что с увеличением интенсивности выпаса скота водостойкость и эрозионная стойкость почвы снижается, соответственно качество почвы тоже. Непрерывный выпас скота прямо или косвенно влияет на физические и химические свойства почвы через вытаптывание и мочу, которые ухудшают физические свойства и повышают подверженность эрозии почвы, тем самым усугубляя деградацию растительности [39]. Когда интенсивность выпаса увеличивается, вытаптывание скота уменьшает долю водостойких агрегатов и скорость инфильтрации, увеличивает объемную плотность почвы и сопротивление проницаемости, уменьшает биомассу растений, ослабляет микробную активность и уплотняет почву [40]. Выпас пастбищ без надлежащей защиты почвы и содержания

животных часто приводит к ухудшению качества почвы и снижению продуктивности из-за уплотнения, вызванного вытаптыванием [41]. Когда выпас скота превышает определённый порог, воздействие называется "чрезмерным выпасом скота", который был определен как наиболее распространенная причина деградации пастбищ во всем мире [42]. Использование пастбищеоборота или ротационный выпас способствует более эффективному восстановлению растительности на пастбищах по сравнению с бессистемным выпасом, что может привести к улучшению структуры почвы, повышению инфильтрации воды и обеспечению более эффективного круговорота питательных веществ [117, 118]

Может показаться логичным, что период отдыха или восстановления исключительно положительно влияет на окружающую среду. Тем не менее, этот вывод парадоксален, так как использование слишком короткого периода восстановления приводит к деградации окружающей среды, так и продолжительные периоды восстановления, выходящие за пределы физиологических потребностей травянистых растений, могут привести к длительному отдыху [43]. Это связано с тем, что многие засушливые и полузасушливые виды трав эволюционировали совместно с травоядными [44, 45], и длительное отсутствие травоядных может привести к чрезмерному скоплению стоячей подстилки, называемой умирающими травами, которые особенно вредны для пастбищно-зависимых дерновинных злаков [46]. Чрезмерно длительный период отдыха может привести к гибели отдельных травянистых растений, приводя к образованию обнаженных участков почвы. В литературах выделяют два важных аспекта: период восстановления, необходимый для минимизации или предотвращения чрезмерного выпаса скота и эпизодические, но интенсивные воздействия на растения и поверхность почвы, которые способствуют здоровью биологических сообществ, быстрому биологическому разложению, повышению содержания органического вещества в почве и улучшению ее плодородия. Эти аспекты важны для оптимизации использования дождевой воды и повышения эффективности сельскохозяйственных практик [47, 48].

При выпасе скот не только питается травой, но и вытаптывает ее. Одним из важных факторов, влияющих на формирование травостоев на пастбищах, является вытаптывание. Воздействие вытаптывания оценивается по-разному. С одной стороны, вытаптывание оказывает положительное влияние на формирование травостоя, так как устраняются грубостебельные разнотравье и сорняки, а начинают преобладать растения, способные выдерживать пастбищное использование, например, мятлик луговой, ползучий клевер, овсяница луговая и тимофеевка луговая. За счет пастбищного выпаса, почва обогащается различными микроорганизмами. Этот процесс связан с активностью животных, которые оставляют значительное количество экскрементов, стимулируя развитие микрофлоры и усиливая биологические процессы в почве. С другой стороны, пастбищное вытаптывание влечет за собой негативные последствия для пастбища, так как оно приводит к ухудшению аэрации почвы и водного режима,

замедляет развитие корней трав, особенно бобовых, и сокращает численность дождевых червей. Избыточная пастьба животных приводит к выпадению ценных видов растений из травостоя, включая бобовые, и появлению низкокачественных злаков и разнотравья, которая снижает урожайность и продолжительность жизни пастбища.

Из-за отсутствия выпаса очень разнообразные растительные сообщества пастбищ заменяются высокой травой и, в конечном итоге, вторичным лесом. Эти изменения в растительных сообществах часто приводят к снижению биоразнообразия и природоохранной ценности, хотя величина снижения сильно варьируется в зависимости от ландшафтного контекста [49].

Оседлость представляет собой процесс, при котором ранее кочевые скотоводческие культуры сосредотачиваются вблизи основных торговых путей и деревень. В результате этого скотовод больше не полагается только на свое стадо и свои ресурсы для пропитания, а начинает зависеть от своей способности приобретать товары и услуги. Исследование кочевых культур описывает глобальную тенденцию, при которой кочевничество заменяется скотоводством, ориентированным на рынок (в противоположность оседлости). В таких случаях продолжительное пребывание скота на определенной территории может привести к обеднению и деградации ландшафта [50].

В 1960-х годах, когда Savory впервые осознал необходимость использования домашнего скота для борьбы с опустыниванием, он столкнулся с серьезной дилеммой. Как он описал это: "В течение тысячелетий скотоводы, обладающие глубокими знаниями о своих животных, растениях и погоде, выпасали домашний скот разными способами. Однако опустынивание земель продолжалось. Затем пришел период, когда системы выпаса скота и севооборотов были введены, но, кажется, во многих случаях лишь ускорили темпы опустынивания. Очевидно, что нужно было что-то, способное учесть множество переменных и сложностей, связанных с ежедневным управлением. Среди этих переменных - потребности домашнего скота, физиологические потребности растений, потребности дикой природы, удаление отмирающей травы скотом вместо сжигания (что снижает вымывание осадков и уменьшает выбросы углерода), воздействие на поверхность почвы, различные темпы роста растений, необходимость постоянной планировки в условиях засухи, риски пожаров, культурные аспекты и многое другое. Именно по этим причинам стало очевидным, что нужен всеобъемлющий планирующий процесс, а не однозначное применение какой-либо предписанной системы". Для достижения этой цели Savory разработал то, что сегодня известно как целостное планирование выпаса скота, охватывающее гораздо больший спектр, чем просто пастбищные севообороты. Этот инклюзивный планировочный процесс, разработанный Savory, охватывает окружающую среду, экономику, общество и даже личные ценности скотовода [51].

Согласно вышеизложенным выводами разных экспериментов исследователей, отрицательные последствия выпаса можно свести к трем основным аспектам:

Изменение растительности: чрезмерный выпас может привести к угнетению травостоя. Постоянное пожирание растений животными может истощать растительные резервы, особенно если выпас происходит без должного контроля. Это может привести к изменению видового состава растений, снижению биоразнообразия и возникновению монотонных пастбищных сообществ.

Нарушение эколого-физиологических процессов: пастбищное поголовье может оказывать давление на растительные резервы, что может нарушить физиологические процессы растений. Растения могут испытывать стресс из-за чрезмерного выпаса, что приводит к ослаблению их роста, уменьшению размера, снижению продуктивности и увеличению уязвимости к болезням и вредителям.

Изменение почвенного покрова: Частый и интенсивный выпас может привести к компактации почвы, т.е. уплотнению ее верхних слоев. Это может затруднить проникновение влаги и воздуха в почву, что негативно отразится на ее плодородии и способности поддерживать растительный рост. Кроме того, выпас может привести к эрозии почвы, особенно в ситуациях, когда растительный покров уничтожается до корней.

Эти явления могут оказывать долгосрочное отрицательное воздействие на пастбища и окружающую экосистему. Поэтому важно осуществлять контролируемый и устойчивый выпас, учитывая необходимость сохранения биологического разнообразия и здоровья пастбищных сообществ.

Таким образом, понимание воздействия выпаса скота на биоразнообразие и функции экосистем имеет решающее значение для разработки методов устойчивого управления выпасом скота и сохранения биоразнообразия для предотвращения деградации земель и опустынивания в засушливых районах мира.

1.3 Травостой естественных пастбищ степной зоны Акмолинской области

На естественных пастбищах Акмолинской области произрастает разнообразная растительность, особенно преобладает ксерофильная растительность. Здесь встречаются множество видов растений, приспособленных к местным климатическим условиям и почвенным характеристикам. Среди распространенных растений на пастбищах области могут быть такие виды, как различные виды многолетних трав, злаки и кустарники. Эта богатая растительность способствует поддержанию биоразнообразия и является важным источником пищи для местных животных, включая скот и диких животных.

Каждый вид многолетних растений характеризуется особым, свойственным ему ритмом роста и развития в течение вегетационного периода. Различия встречаются в сроках начала и окончания вегетации, в сроках прохождения фенологических фаз (в частности цветения), в динамике нарастания и т.д. По длительности и приуроченности периода вегетации к определенным сезонам среди многолетних трав различаются следующие типы:

растения весенней вегетаций (весенние эфемероиды), начинающие вегетацию рано весной и заканчивающие ее к концу весны, началу лета. В Акмолинской области распространены из весенних эфемероидов – мятлик луковичный, осоки пустынные, которые также могут вегетировать осенью в благоприятных условиях. Следующий тип — это растения весенней и летней вегетации, начинающие вегетацию рано весной и заканчивающие ее в конце лета, к таким растениям относятся чемерица, горец рачьи шейки. Есть растения весенней раннелетней и осенней вегетации, пребывающие в покое летом, в течение сухого жаркого периода, к ним относятся большинство степных растений, такие как ковыли, типчак, костер кровельный, шалфей, полыни и некоторые бобовые. К растениям вегетирующие в течение весны, лета и осени относятся большинство луговые растения (василёк, горичвет, живучка ползучая, дрёма белая). Последний тип — это растения, сохраняющие зеленые листья в зимнее время (зимнезеленые растения), к ним относятся щучка дернистая, овсяница тростниковая и др. способность сохранять зеленые листья в зимнее время зависит от климатических условий: чем мягче зима, тем более выражено это свойство у травянистых растений.

На южной оконечности степной зоны, луговые степи постепенно переходят в менее влажные ковыльные степи, находящиеся на среднегумусных обыкновенных чернозёмах. На этих просторах степей можно встретить преимущественно дерновинные злаки, включая ковыли, особенно красный ковыль, типчак, тонконог, а также разнообразные виды многолетнего травянистого растительного покрова. Растительный покров на солонцах беднее по видовому составу, часто содержит меньше разнотравья, более разреженный и ниже.

Согласно Тореханову А.А. и Алимаеву И.И., в степной зоне можно выявить множество различных типов пастбищ на основе преобладающих растений, их сочетаний и вида [29]. В этой зоне наиболее часто встречаются пастбища, где преобладают всего два вида или рода растений, характеризующаясь таким типом растительного покрытия. К ним относятся ковыль либо его несколько видов и типчак. На суглинистых почвах западной части данной зоны доминантами сообщества является ковыли волосатики, типчак, житняк пустынный, полынь белая и ковыли-волосатики, типчак, полынь белая, еркек, шагыр – на супесчаных почвах, а на солонцах черная полынь, кокпек, типчак. Разнообразия растительности степей восточной части по мнению авторов богаче. Помимо ковылей и типчака, в степной зоне широко распространены такие растения, как тонконог, полынь-Лерха, Маршалла, зопник, люцерна серповидная, подмаренник настоящий, грудница, луки, лапчатка, вероника белойочная и богородская трава. На твердых и закаменелых почвах можно также наблюдать обилие полыни холодного и узколистного, а также различных видов ковыля, включая восточный и кыргызский.

Согласно результатам исследования, проведенной на пастбищах с южными черноземными почвами, в травостое доминировали кострец безостый, ломкоколосник ситниковый, осока ранняя, полынь обыкновенная. Несмотря на

значительное содержание в составе травостоя непоедаемых растений, согласно литературным источникам, такие как полыни обыкновенной и полыни австрийской, видовой состав травостоя являлся богатой с ценными кормовыми травами.

В Акмолинской области значительную долю природных кормовых угодий занимают солонцы и засоленные почвы, их общая площадь составляет 1,6 миллиона гектаров. В исследованиях проведенные на темно-каштановых почвах, с несолонцеватыми, солонцоватыми, с среднemocными и маломocными почвами травостой относился к злаково-разнотравному типу, который преобладал житняк гребневидный и типчак, также встречались пырей ползучий, колосняк ветвистый (волоснец) и узкоколосый колосняк (волоснец узкий) [52, 53].

1.3 Дигрессия пастбищных фитоценозов

Пастбищная дигрессия означает ухудшение экосистем и биотических сообществ на пастбищах, вызванное как внешними, так и внутренними факторами. Высветление растительного покрова приводит к увеличению поступления солнечной энергии на почву, которая ранее была заслонена растениями. Следствием этого является дегидратация почвы, сжатие верхних слоев почвы и усиление капиллярного поднятия влаги. Воздействие высокой температуры на нагретой почве может спровоцировать перегрев растительных тканей. Для собственной защиты от этого явления, растения усиленно испаряют влагу, извлекая ее из почвы. Все эти процессы развиваются в условиях крайне недостаточного увлажнения, характерного для степей в начале вегетационного периода и осенью. В ночное время рассредоточенная растительность не способна сохранять тепло, что приводит к охлаждению почвы. Этот процесс приводит к уменьшению доступных водных ресурсов, что в свою очередь способствует появлению сухолюбивой флоры, то есть растений, адаптированных к засушливым условиям. Из травостоя выпадают высокостебельные растения, такие как подмаренник, серпуха васильковая и другие. На более поздних этапах дигрессии, сообщества практически состоят из характерных ксерофитов: лапчатки бесстебельной, эдельвейса эдельвейсовидного, большеголовника одноцветкового, полыни холодной и др. Заметно уменьшается разнообразие видовых форм. Наблюдается увеличение важности полукустарников и кустарников, при этом количество травянистых видов снижается. Некоторые кустарники, такие как карагана мелколистная и курильский чай, которые появляются на обезлюдивших участках, могут считаться агрессивными растениями, способными негативно влиять на качество пастбищ. Изменение экологических условий в процессе дигрессии сопровождается изменением структуры степных сообществ. Основные показатели, такие как проективное покрытие и высота растений сокращаются вдвое. Количество растений, всходов, сокращается почти в 3 раза. В конечном итоге это приводит к ухудшению качества пастбища и уменьшению количества растений, которые могут быть использованы скотом в качестве корма [54].

Пастбищная дигрессия – это многолетний процесс, который проходит через четыре следующие стадии:

1. Слабо и умеренно сбитая - ковыльно-разнотравный травостой;
2. Средне сбитая – типчаковый травостой;
3. Сильно сбитая – полынно-типчаковый;
4. Полный сбой (выбитая голая земля с единичными угнетенными сорняками).

Н.С. Жунусов отмечает, что чем больше превышение допустимой нагрузки на пастбище, тем быстрее происходит переход между стадиями дигрессии. Однако после прекращения выпаса на любой стадии дигрессии, включая самую последнюю, начинается постепенный процесс восстановления - восстановление исходной растительности, который можно назвать демутацией. Чем раньше прекращается выпас на более ранней стадии дигрессии, тем быстрее происходит восстановление исходного состояния растительности [55].

Русанов А.М. в своих исследованиях отмечает, что пастбищная дигрессия инициируется двумя факторами, воздействующими на экосистемы: первый из них – это консумпция травяной растительности скотом до наступления фазы созревания и плодоношения, а второй - уплотнение почвы под действием копыт скота. Однако важность этих факторов различается. Семена дикорастущих злаков, которые доминируют в степных сообществах, способны сохранять свою способность к прорастанию в течение многих десятилетий. Таким образом, дефицит семян может оказать воздействие на состав видов в растительных сообществах лишь в отдаленной перспективе. После 12-15 лет неэффективного использования пастбищных угодий формируются сильносбитые растительные сообщества. Изменения в видовом составе растительных сообществ начинают происходить, когда в экосистемах нет недостатка в прорастающих злаковых семенах. Поэтому фактор дефицита семян не может быть главной причиной пастбищной дигрессии. Тем не менее, важную роль в деградации растительности играют почвы. Морфофизиологические особенности семейства Poaceae, к которым относятся травянистые растения, такие как тип корневых систем, скорость роста придаточных корней и другие, могут создавать трудности для процессов роста, развития и прорастания семян при повышенной плотности верхних почвенных слоев. Следовательно, Русанов А.М в своих исследованиях утверждает, что почвы и их физические характеристики играют одну из ведущих ролей в процессе развития пастбищной дигрессии [56].

Распределение животных на пастбищах в значительной мере зависит от предпочтений в растениях крупного рогатого скота. Крупный рогатый скот на свободном выгуле, как правило, пасется на одних участках пастбища более интенсивно, чем на других, из-за различий в количестве и качестве доступных трав [57] Поэтому ботанический состав травостоя является одним из факторов, влияющих на модель выпаса скота [58].

Фитоценоз пастбищ должен надлежащим образом контролироваться, чтобы можно было применять устойчивые управления пастбищами. Это критически важно, потому что продолжающаяся деградация может иметь

негативные последствия для стабильности экосистемы пастбищ, например снижается питательность корма, что сказывается на качестве поголовья скота, в частности вызывает резкое снижение его товарной продуктивности (мясо и молоко) [59].

Как подтверждают многочисленные исследования, участки пастбищ приближенные к населенным пунктам, подвергаются перевыпасу, что провоцирует активную деградацию. Однако, отдаленные пастбища, где выпас отсутствует, находятся в состоянии регенерации коренной растительности. При этом на таких участках, где отсутствует выпас, начинает активно распространяться мох, который угнетающе действует на пастбищный травостой.

В этой связи Тореханов А.А. и Алимаев И.И. выделяют три основных индикаторов пастбищной дигрессии в песчаных пустынях – это разрежение растительного покрова, формирование зон дефляции и замена растений коренных сообществ пионерными видами в фитоценозах.

На растительный покров пастбищ кроме выпаса сильно влияет изменение климата, в основном из факторов окружающей среды осадки являются главной причиной изменений растительности [60].

В связи с увеличением численности населения на планете возрастает глобальная потребность в продовольствии с необходимостью увеличением поголовья сельскохозяйственных животных для обеспечения продуктами питания. В этой связи ежегодно увеличивается нагрузка на природные пастбищные экосистемы, что в свою очередь приводит к снижению видового богатства, высоты и плотности травостоя и деградации [61]. Многие ученые при управлении пастбищ отмечают необходимость в первую очередь определение поголовья скота в конкретном пастбище при использовании, что в дальнейшем позволит рассчитать емкость и нагрузку пастбищ. Оптимальная нагрузка пастбищ или емкость 1 га пастбищ – это разрешающая способность пастбищ обеспечить определенное количество голов скота на единицу площади без ущерба для урожайности и ботанического состава кормовых растений.

Эффективное и рациональное управление пастбищами играет важную роль в предотвращении их деградации, так как животные обычно проводят меньше времени в отдаленных от воды местах и избегают крутых склонов [62].

Из результатов проведенного патентного поиска с охватом данных за последние 15 лет, призванного проанализировать степень исследованности данной проблемы, следует, что в России проведено множество исследований, направленных на улучшение пастбищных угодий: способ восстановления деградированных пастбищ аридных территорий [63]; способ экспресс-оценки экологического благополучия территории пастбищ [64]; способ освоения залежных земель под сенокосы и пастбища и устройство для его реализации [65]; способ пастбищного содержания овец в аридной зоне [66]; способ определения состояния пастбищ, подверженных деградации [67], сберегающая технология поверхностного улучшения природных сенокосов и пастбищ для степной зоны [68],

Из зарубежных изобретений известны: planting method of pastures for dairy cows [69], ecological after-culture repairing method for degraded alpine grassland [70], growth performance improvements in pasture and feed lot systems [71] efficient planting and breeding method for ecological pasture in saline-alkali land [72], pasture satellite measurements [73], method for pasture planting in southern red-earth hilly upland [74], pasture evolution monitoring and forecasting method for cashmere goat breeding [75], establishment method and planting method for alfalfa artificial pasture [76], cultivation method for herbage in degraded natural pasture [77], environment-friendly pasture disinfectant and preparation method thereof [78], pasture cutting equipment for livestock breeding [79], automatic pasture of solar energy meadow remote monitoring [80].

Из казахстанских изобретений известны: способ улучшения лугов и пастбищ и устройство для его осуществления [81]; способ комплексной кормовой оценки и бонитировки аридных пастбищ [82]; способ улучшения полупустынных пастбищ [83].

Таким образом, анализ состояния изученности проблемы, показывает, что отечественными учеными разработано множество способов, направленных на восстановление и повышение продуктивности деградированных пастбищ, разработку методов управления и регулирования пастбищами, возрождение мобильного животноводства, проведению экологического мониторинга пастбищ в различных почвенно-климатических регионах. Вместе с тем, вопросы по определению оптимальных нагрузок выпаса, разработке эффективных схем пастбищеоборотов хозяйственной инвентаризации пастбищной территории степной зоны Акмолинской области изучены недостаточно.

2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатические условия

Акмолинская область находится на западной окраине Казахской складчатой страны, ограничиваясь на юго-западе горами Улытау и на севере Кокшетаускими высотами. Уклон местности в Акмолинской области направлен с востока на запад. В этом же направлении в середине области протекает долина реки Ишим, круто сворачивая на север недалеко от западной границы области. Акмолинскую область с точки зрения рельефа можно разделить на три части: северо-западную, которая представляет собой равнинную местность; юго-западную, также характеризующуюся равнинным ландшафтом с некоторыми холмами; и восточную часть, которая представляет собой возвышенную местность и является частью Казахской складчатой страны.

Территория северо-западной части области, граничащая с Ишимской рекой и особенно в месте ее поворота на север, характеризуется как плоскогорье, пересеченное сухими лощинами и ущельями. По отношению к долине реки Ишим, плато обрывается крутым уступом. На юго-западной части Акмолинской области, южнее реки Ишим, простирается поднятая равнина. На этой повышенной равнине расположены многочисленные холмы с плоскими вершинами, а в низинах между холмами можно найти небольшие соленые и пресные озера разного размера. На востоке Акмолинской области располагается та часть Казахской складчатой страны, которая когда-то была гористой, но со временем была выровнена процессами разрушения. Здесь сохранился сложный комплекс холмов, гряд и увалов с плавными склонами, которые местно называют сопками или, другими словами, мелкосопочником. Средняя высота сопок варьируется от 5-10 метров до 50-60 метров, и реже они достигают 80-100 метров. Форма и размеры этих холмов в основном зависят от состава скальных пород, из которых они состоят. Например, самые высокие сопки с округлыми вершинами обычно составлены из гранитов, тогда как сопки с более пологими склонами и плавными вершинами чаще формируются из порфиров. С другой стороны, острые вершины сопок часто связаны с наличием кварцитов. Между сопками существуют замкнутые котловины, размерами от нескольких десятков метров до нескольких десятков километров в диаметре, и они часто заполнены озерами. Крайней северо-восточной частью Акмолинской области является территория, входящая в Западно-Сибирскую низменность [84].

Климат Акмолинской области, расположенной внутри большого континента, отличается значительной изменчивостью температуры, влажности и других метеорологических параметров как в течение суток, так и в течение года. Средняя месячная температура воздуха в самый теплый месяц, июле, варьирует в пределах 18,5-21,5°C, в то время как в самый холодный месяц, январе, она колеблется между -13 и -18° мороза. В отдельные жаркие дни температура воздуха может подниматься до абсолютного максимума в районе 39-42°C, а в суровые зимы, особенно на ровных открытых местах, может опускаться до

абсолютного минимума в пределах $-49, -52^{\circ}$ мороза. Продолжительность теплого периода, когда температура выше 0°C , в среднем составляет 200 дней. Отличительной чертой климата Акмолинской области, в отличие от других регионов Северного Казахстана, является существенное влияние сильно изрезанного мелкосопочного рельефа. Рельеф мелкосопочника, где расположена Акмолинская область, характеризуется более высокими осадками и более равномерным распределением их в течение года. В центральной части Акмолинской области сумма годовых осадков составляет около 350 мм, в то время как на востоке области это значение достигает 400 мм. Максимальное количество осадков выпадает в теплый период года, с апреля по октябрь. Это типичное распределение осадков и является характерным признаком континентального климата. Средняя годовая скорость ветра варьирует в пределах от 3,4 до 5,4 м/с в Акмолинской области. Годовой максимум скорости ветра на территории области составляет от 20 до 34 м/с, с порывами достигающими 30-48 м/с (максимум в Щучинске и Степногорске). Преобладающее направление ветра на протяжении года в области характеризуется юго-западными ветрами, которые доминируют в 40-55% случаев [85].

На территории Акмолинской области можно выделить две основные широтные почвенно-географические зоны: черноземная и каштановая. Каждая из этих зон подразделяется на четыре подзоны. В черноземной зоне можно выделить две подзоны: обыкновенных черноземов и южных черноземов. В то время как зону каштановых почв также можно выделить на две подзоны: темно-каштановых почв и каштановых почв. Почвы черноземной зоны характеризуются толстым почвенным профилем, высоким содержанием гумуса и благоприятными водно-физическими свойствами.

Площадь подзоны темно-каштановых почв составляет 7,350,4 тысяч гектаров. Подзона каштановых почв занимает 2,036,5 тысячи гектаров, подзона черноземов располагается на площади 1,561,4 тысячи гектаров на территории области. Подзона южных черноземов охватывает всю северную часть Сандыктауского и Буландынского, центральную и западную часть Аккольского и основную часть Шортандинского и Енбекшильдерского районов. Эти черноземы характеризуются относительно небольшой мощностью гумусового горизонта (горизонта $A+B_1$) – примерно 45-47 см. В горизонте A содержится около 3-5% гумуса. Карбонатность часто, особенно на пахотных участках, обнаруживается на поверхности почвы или на глубине 28-30 см, а гипс может встречаться на глубине 100-120 см [86, С.31].

Почвенный покров на пастбищах состоит из слабосолонцеватых и солонцеватых южных черноземов с среднесуглинистым и тяжелосуглинистым механическим составом.

Акмолинская область выделяется наличием обширной и хорошо разветвленной гидрографической сети, а также наличием многочисленных озер. Важно подчеркнуть, что в данной местности все реки характеризуются нестабильным режимом. Наибольший расход воды в них наблюдается весной

(более 90% от ежегодного общего потока). Летом только Ишим в своем среднем течении, а также реки Нура и Чаглинка имеют постоянное течение. Остальные реки, напротив, подвержены сильному пересыханию, и вода в них сохраняется лишь в отдельных изолированных участках, где существует только подрусловое течение. Из-за значительных колебаний расхода воды в реках меняется также соленость в течение года. Эти реки получают свое питание в основном от грунтовых и атмосферных источников, и уровень воды в них зависит от годового количества осадков. Озёра играют важную роль в регуляции баланса поверхностных вод, и основная их масса располагается в равнинной части и в районе Кокшетауской возвышенности [87, С.23]

Ландшафт Аршалинского района характеризуется умеренно волнистой местностью с плоским микрорельефом. В этой местности преобладают тёмно-каштановые почвы, и значительная часть из них была обработана в процессе освоения целинных и залежных земель. Район находится в пределах сухостепной зоны. В этом районе можно встретить степной ковыль, ковыль-волосатик, типчак, овсец, полынь и другие степные растения. На побережьях озёр и рек произрастают сенокосы, а на склонах холмов можно увидеть берёзу, тополь, таволгу, шиповник, жимолость и другие растения [88].

Этот район находится в зоне сухих степей и принадлежит к умеренно-теплой агроклиматической зоне с невысокой влажностью. Почвы в нем разнообразны: от черноземов до темно-каштановых, с включением солонцов, и характеризуются различными бонитетами и уровнем засоленности. Доминируют тёмно-каштановые почвы, и большая часть из них была обработана в период колонизации целинных и залежных земель. По своему механическому составу они относятся к тяжелосуглинистым. Наименьшая полевая влагоемкость (НПВ) на глубине 0-20 см почвы составляет приблизительно 44 см, а для 100 см слоя почвы - 203 мм. На пастбищных угодьях этой местности можно обнаружить множество озёр, а также реку Ишим с ее притоками, такими как Кызылмола и Оленты. Административно, район включает в себя 1 поселковый и 12 сельских округов.

В Аршалинском районе за год выпадают осадки около 313 мм. Средняя годовая температура воздуха составляет около 2,8⁰С. Средняя температура воздуха в течение года составляет около 2,8⁰С. Максимальные среднемесячные температуры воздуха обычно наблюдаются в июле, в то время как январь и февраль характеризуются наименьшими значениями. В среднем, снежный покров в январе составляет около 22 см, а в феврале – примерно 26 см.

Существует три вида определения времен года: календарные, астрономические и климатические. В климатическом понимании, стабильное увеличение среднесуточной температуры воздуха выше 0⁰С считается началом климатической весны, а выше 15⁰С - началом климатического лета. Соответственно, эти моменты определяют начало и завершение климатической весны, лета, осени и зимы. В Аршалинском районе весна начинается в 04.04., лето 21.05, осень 02.09 и зима 28.10.

Таким образом, самым продолжительным сезонам года является зимний сезон с продолжительностью 5 месяцев с ноября по март, а летний сезон длится чуть больше 3 месяцев с III декады мая по сентябрь. Самым коротким сезоном является весна с продолжительностью в среднем 47 дней, с апреля по май (3 декада мая). Осень в Аршалинском районе длится около 2 месяцев [89].

2.2 Объект и место исследований

Объекты исследования: осенние пастбища, летние пастбища, весенние пастбища, племенной мясной скот.

Исследование проводилось на пастбищах ТОО «Племхозйство Аршалы» (50°50'03" с.ш., 72°10'18" в.д.), расположенных в Аршалинском районе Акмолинской области. Территория пастбищ в районе составляет 5,8 тыс. км² или 580 тыс. га, что соответствует 4% территории области. Территория района расположена в пределах Средне-Казахстанской возвышенности, рельеф на востоке - невысокий, в центральной части - холмистая равнина, на севере и западе - слабоволнистые равнины. Он расположен в зоне сухих степей.

Пастбища в зависимости от их типа были разделены на три участка использования: У1, У2 и У3, где У1- участок весеннего использования, У2 – участок летнего использования и У3 – осенний участок для выпаса животных (рисунок 2).

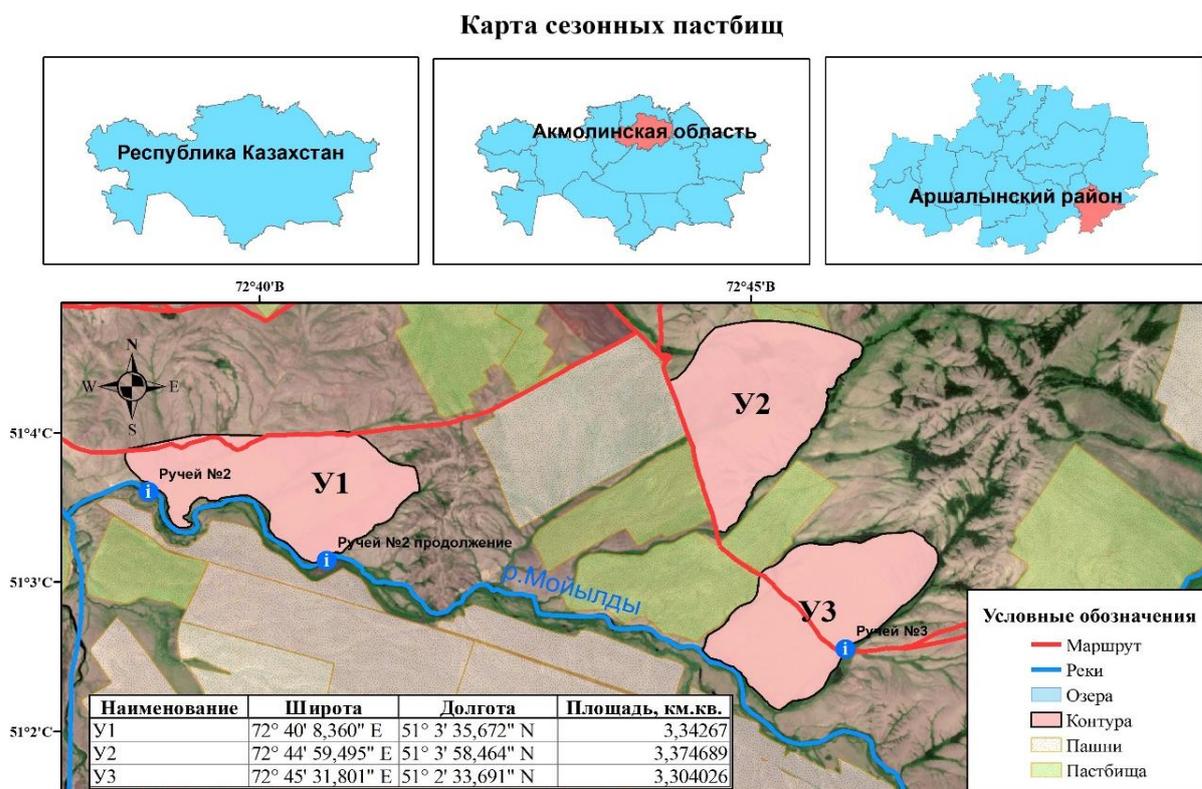


Рисунок 2. Расположение исследуемых участков

В дальнейшем каждое сезонное пастбище согласно методике опытных работ на пастбищах, было разбито на несколько контуров по ландшафту и группам растительных ассоциации.

2.3 Схема опыта

Исследования проводились в пастбищные периоды (весна, лето, осень) 2019, 2020, 2021 гг., с применением бессистемного выпаса (контроль) и с использованием схемы пастбищеоборота.

Опыт №1 – Сравнительная оценка состояния пастбищ в районах Акмолинской области и сельских округах Аршалинского района.

- проведение сбора статистической информации о наличии площадей пастбищ по районам и сельским округам и распределению их по категориям;

- проведение сбора информации о численности КРС по районам и по сельским округам и распределению их по формам собственности;

- проведение анализа и обобщение статистической информации по наличию пастбищ и численности КРС по категориям хозяйств по районам и в сельских округах;

- проведение оценки нагрузки на пастбища КРС на основе допустимой нормы;

- проведение сравнительной оценки нагрузки на пастбища по районам, по сельским округам и категориям хозяйств.

Опыт №2 – Изучение влияния выпаса на видовой состав травостоя;

1. Бессистемный выпас (контроль);

А) Весна

Б) Лето

В) Осень

2. Системный выпас;

А) Весна

Б) Лето

В) Осень

Опыт №3 – Изучение влияния выпаса на урожайность и питательную ценность травостоя пастбищ;

1. Бессистемный выпас (контроль);

А) Весна

Б) Лето

В) Осень

2. Системный выпас;

А) Весна

Б) Лето

В) Осень

2.4 Методика проведения исследований

- Для сбора статистических данных использовались статистические сборники от Агентства по статистике Республики Казахстан, а также

статистические отчеты, предоставленные Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан.

- Фактическая нагрузка на одну условную голову крупного рогатого скота (П, га) – это фактическая площадь пастбищ для одной головы или потребность в пастбищной площади, ее определяли по формуле: $P = \frac{A}{B}$; где А – потребность животных в пастбищном корме в течение пастбищного периода; В – продуктивность пастбища в течение всего пастбищного сезона.

- Допустимая норма площади пастбищ на одну условную голову крупного рогатого скота (КРС) в гектарах (га) была установлена в соответствии с приказом «Об утверждении предельно допустимой нормы нагрузки на общую площадь пастбищ» [90].

- Нагрузка на 1 гектар пастбищ (или емкость пастбища, Н) для условной головы скота (усл. гол.) представляет собой количество животных, которое можно выпастать на 1 гектаре без нанесения ущерба пастбищным экосистемам, расчет нагрузки производится согласно формуле 1:

$$H = (E) = \frac{Y}{K * D}; \quad (1)$$

где Н – допустимая нагрузка на 1 га пастбищ (голов), Е – ёмкость (вместимость) 1 га пастбищ (голов), У – урожайность поедаемого зелёного корма или сухой массы за пастбищный период (кг или к. ед.), К – суточная потребность на одну голову скота в зелёных кормах или сухой массе (кг, к. ед.), Д – продолжительность использования пастбищ (сутки). С учётом колебаний урожайности пастбища по годам предусматривается дополнительно резервная площадь (10–20%). Как правило, в Аршалинском районе среднесуточная потребность КРС в пастбищном корме составляет 29 кг, а период выпаса длится около 180 дней.

- действительно возможная урожайность поедаемого зеленого корма определялась на основе балансового метода Алпатьева А.М. по формуле 2:

$$ДВУ = \frac{(СМКО * 0,7 - Вост) * 10}{Кв}; \quad (2)$$

где, СМКО – среднее многолетнее количество осадков по рассматриваемому пункту за год, мм; В_{ост} - остаточная влага, неиспользованное количество продуктивной влаги, оставшееся после созревания или уборки посевов, мм или м³/га; Кв - коэффициент водопотребления, м³/ц продукции [91].

- После вычисления фактической нагрузки крупно рогатого скота на пастбище, была определена фактическая потребность в пастбищах, а именно, был рассчитан лишний или недостаточный объем пастбищ. Для этого, сначала умножили фактическую нагрузку на количество КРС, чтобы определить

необходимую площадь пастбищ, и затем вычли это значение из общей площади пастбища в районах.

На основе проведенных исследований было подобрано хозяйство.

- сбор материалов о хозяйстве проводился по земельным и картографическим картам, идентификационным номерам участков земель хозяйства в системе АИС ГЗК (<http://www.aisgzk.kz/aisgzk/ru>), площади угодий, пород выпасаемого скота, поголовья скота;

- границы сезонных пастбищ и контуров были зафиксированы с помощью GPS-навигатора Garmin Montana 610 с использованием спутниковых данных GPS/GLONASS.

- полученные координаты точек были наложены на карту в ГИС центре КАТУ им. С.Сейфуллина. Спутниковые снимки обрабатывались с помощью программ ArcGIS, QGIS.

- после установления границ пастбищных угодий ТОО «Племхозяйства Аршалы», площадь пастбищ хозяйства в зависимости от типа пастбищ была разделена на три участка использования: У1, У2 и У3, где У1- участок весеннего использования, У2 – участок летнего использования и У3 – осенний участок для выпаса животных (рисунок 1).

- в дальнейшем каждое сезонное пастбище согласно методике опытных работ на пастбищах, было разбито на несколько контуров по ландшафту и группам растительных ассоциации.

Для достижения поставленных задач и целей исследования использовались классические методы проведения опытов на сенокосах и пастбищах, основанные на принципах соблюдения единого различия.

Анализ метеорологических условий периода исследований проводился на основе полученных данных Аршалинской метеостанции. Для более объективной оценки агроклиматических ресурсов, были применены два метода: расчет гидротермического коэффициента (ГТК) согласно методу Селянинова Г.Т. и биоклиматический потенциал (БКП) на основе метода Шашко Д.И. [92, 93].

Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывается согласно методике Г.Т. Селянинова по следующей формуле (3):

$$\text{ГТК} = r / 0,1 \square t \quad (3)$$

где r – это общее количество осадков за период со среднесуточными температурами выше $10 \square \text{C}$, мм; $\square t$ – это сумма средних температур за этот же период, $\square \text{C}$.

Расчет биоклиматического потенциала (БКП) с использованием методики Д.И. Шашко учитывает влияние ресурсов тепла и соотношения тепла и влаги на биологическую продуктивность. Формула для расчета БКП обычно выглядит следующим образом (4):

$$\text{БКП} = K_{p(\text{кy})} \square (\square t > 10 \square \text{C} / \square t_{\text{ак(баз)}}) \quad (4)$$

где $K_{p(кy)}$ – коэффициент роста по показателю атмосферного увлажнения;
 $\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ – сумма температур воздуха выше 10°C ;

$\square t_{ак(баз)}$ – базисная сумма средних суточных значений температуры воздуха за период активной вегетации, т.е. величина, относительно которой осуществляется сравнительная оценка, $^{\circ}\text{C}$.

В качестве точки отсчета можно использовать различные суммы значений температуры, и в данном случае мы выбрали температуру в 1000°C для сопоставления с продуктивностью, достижимой на пороге массового полевого земледелия.

В приведенной формуле коэффициент роста (коэффициент биологической продуктивности) $K_{p(кy)}$ представляет собой отношение урожайности в данных условиях влагообеспеченности к максимальной урожайности в условиях оптимального увлажнения и рассчитывается по формуле (5):

$$K_{p(кy)} = \lg (20 K_{увл}) \quad (5)$$

где $K_{увл} = P/\sum d$ – коэффициент атмосферного увлажнения, равный отношению количества осадков к сумме средних суточных значений дефицита влажности воздуха.

Для расчета дефицита влажности в воздухе использовался метод, основанный на анализе относительной влажности воздуха и определении давления насыщенного пара с использованием доступных агрометеорологических данных и справочных материалов.

При оценке БКП используется эталон БКП 1,9, который принимается за 100 баллов, что позволило оценить биоклиматический потенциал пастбищ Аршалинского района Акмолинской области в баллах (Бк) по соответственной градации биологической продуктивности: очень низкая – <40 баллов; низкая – 40-60 баллов; пониженная – 61-85 баллов; средняя – 86-120 баллов; повышенная – 121-155 баллов; высокая – 156-190 баллов; очень высокая – >190 баллов. При оценке показателей ГТК применяется следующая шкала: 2,0<– условия избыточно влажные 1,5-2,0 – влажные; 1,0-1,5 – незначительно засушливые; 0,7-1,0 – засушливые; 0,7-0,5 – очень засушливые; 0,5> – сухие. Биоклиматическая оценка проводится по следующим параметрам: количество осадков и их распределение в течение года, сумма средних суточных температур, даты перехода суточных температур воздуха через 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$, продолжительность периода с температурой выше этого порога, дата первого и последнего заморозков.

Определение влажности (%) и запасов продуктивной влаги (мм) в почве на пастбищах проводились в течение всего пастбищного периода. Пробы брали по пастбищным сезонам: весной, летом, осенью, через каждые 10 см слоя почвы до 50-100 см в четырехкратной повторности термостатно-весовым методом. На злаковых травостоях можно ограничиться определением влаги в почве на глубину до 50 см, а на лугах с преобладанием бобовых или других глубоко укореняющихся трав до 1,0-1,5 м. Изучая влажность почвы, следует учитывать

состав травостоя на них, так как корни различных луговых трав проникают в почву на разную глубину. Взятые из разных мест пробы тщательно и быстро перемешали, среднюю пробу из каждого горизонта засыпали в 2 параллельных алюминиевых стаканчика.

Для определения влажности почвы в полевых условиях использовался термостатно-весовой метод. Пробы почвы собирали с помощью специального игольчатого бура, который погружали в почву на определенную глубину. Глубину погружения бура определяли с помощью рисок, нарисованных на внешней части бура. После погружения бура в почву на заданную глубину, его поворачивали 1-2 раза по часовой стрелке, а затем извлекали из почвы. Почву, находившуюся в полости бура, помещали в заранее взвешенный стаканчик, который быстро закрывали крышкой и взвешивали. Таким образом, определяли влажность почвы. Когда невозможно было взвесить стаканчики с почвой на месте, то их плотно закрывали и в таком состоянии быстро доставляли в лабораторию, взвешивали на технохимических весах с точностью до 0,01 г, затем крышки открывали, стаканчики с почвой поместили в сушильный шкаф и проводилась сушка почвы до достижения постоянной массы при температуре 105°C. Это позволяло определить влажность почвы, так как вся лишняя влага испарялась, и масса оставшейся сухой почвы оставалась постоянной.

Сначала почву взвешивали после 6-часовой сушки, для чего стаканчики с почвой щипцами извлекают из сушильного шкафа, закрывают крышками и помещают в эксикатор с CaCl_2 для охлаждения. Когда стаканчики охладились до комнатной температуры, их взвешивали, затем открывали крышки и поместили в сушильный шкаф для контрольной сушки, потом через 1-2 часа их вновь извлекли из шкафа, после охлаждения взвешивали. После повторной сушки важно, чтобы расхождения в массе почвы не превышали 0,05 грамма. Это означает, что масса почвы остается стабильной, и большие изменения в массе свидетельствовали бы о недостаточной сушке и/или потере влаги в процессе эксперимента. Этот контроль позволяет обеспечить точность при определении влажности почвы. Когда была достигнута постоянная масса, прекращали взвешивания и освобождали стаканчики от почвы.

Влажность почвы определяют по формуле 6:

$$W = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{(m_2 - m_0)}, \% \quad (6)$$

где W – влажность почвы, выраженная в процентах от массы абсолютно сухой почвы; m_0 – масса алюминиевого стаканчика, г; m_1 — масса стаканчика с почвой до сушки, г; m_2 – масса стаканчика с сухой почвой после сушки, г

Запасы продуктивной влаги, мм, вычисляют по формуле 7:

$$W = 0,1 \text{ qh} (u - k) \quad (7)$$

где W – запасы почвенной влаги (в мм водного слоя), ρ — объемная масса почвы ($\text{г}/\text{см}^3$), h – слой почвы, (см), в котором определяется запасы почвенной влаги, и u - влажность абсолютно сухой почвы (в %), k – влажность устойчивого завядания (в %), $0,1$ – коэффициент для перевода запасов почвенной влаги в мм водного слоя. Запасы почвенной влаги определяют в каждом 10-сантиметровом слое почвы.

Для оценки запасов в слое 100 см или большей мощности расчет производится послойно, а потом данные суммируются, шкала оценки запасов продуктивной влаги в почве приведены на таблице 1 [94].

Таблица 1 – Запасы продуктивной влаги в почве (Вадюнина, Корчагина)

Категория запасов влаги	Величина запасов влаги в мм
В пахотном слое 0-20 см	
Хорошие	>40
Удовлетворительные	20-40
Неудовлетворительные	<20
В слое 0-100 см	
Очень хорошие	>160
Хорошие	160-130
Удовлетворительные	130-90
Плохие	90-60
Очень плохие	<60

Геоботаническое обследование выделенных хозяйственно-значимых контуров сезонных пастбищ проводилось по методике опытных работ на сенокосах и пастбищах [95]. На площади в 100-200 м² были выделены несколько пятен растительных группировок, из которых каждая резко отличалась по видовому составу, почве и микрорельефу. Наиболее типичный, хорошо отграниченный от других участок, был описан в следующем порядке: определение типа пастбищ, перечень доминантов растительного покрова, выравненность или комплексность травостоя на конкретном пастбище, сезонная урожайность, проективное покрытие, выпасаемое поголовье, половозрастные группы выпасаемых животных.

Для определения высоты растений, особенно многолетних трав, проводили измерения в основные фазы их развития. При измерениях учитывали следующие параметры на минимум 10 модельных растениях: высота генеративных побегов – для этого гнули согнутые растения и выпрямляли их вдоль линейки или измерительной шкалы. Затем измеряли высоту генеративных (цветущих) частей растений. Высота вегетативных побегов: обычно это совпадает с наибольшим развитием листьев травостоя. Высота вегетативных побегов измерялась в разные фазы роста растений.

Результаты измерений высоты растений в разные фазы развития, а также наблюдения за фенологическими событиями, были внесены в дневник. Это позволяло вести записи о динамике роста растений и изменениях их фенотипа на протяжении сезона и использовать эти данные в исследованиях и мониторинге развития многолетних трав. Высоту растений в нем отмечались дробно: в числителе указывают высоту генеративных побегов, в знаменателе - вегетативных. Использовали измерительную ленту с нулевой меткой на ее краю. Край ленты помещали на поверхности почвы и производили выборку из 50-100 растений, собранных в разных участках, расположенных по диагонали исследуемой площади. Затем измеряли высоту стеблей, начиная от поверхности почвы и заканчивая верхушкой растения. Результаты этих измерений и наблюдения за развитием фенологических фаз фиксировали в дневнике или таблице.

Для измерения плотности почвы использовался плотномер (пенетrometer) WileSoil, который работает путем измерения сопротивления почвы при внедрении в нее. Плотномер устанавливался так, чтобы его наконечник был строго перпендикулярен поверхности почвы. При введении щупа в почву на отметках 7,62, 15 см, 24, 22,86, 30,48, 38,10 см и 45,72 см фиксировались показатели шкалы на циферблате прибора. Шкала основывается на единице $\text{кг}/\text{см}^2$:

Зеленый сегмент ($0-14 \text{ кг}/\text{см}^2$) – благоприятные условия произрастания.

Желтый сегмент ($14-21 \text{ кг}/\text{см}^2$) – приемлемые условия произрастания.

Красный сегмент ($21 \text{ кг}/\text{см}^2$ и более) – неблагоприятные условия для произрастания [96].

Определение пастбищной массы в ходе геоботанического обследования пастбищ проводилось с использованием укосного метода, аналогичного методу учета урожайности сенокосов и пастбищ, применяемому в экспедиционных работах [97]. Сначала проводилось отдельное взвешивание сырой массы на каждой из повторных площадок. После этого, собранная растительная масса помещалась в стандартные марлевые мешочки для последующей сушки. Перед началом уборки растительности на каждой площадке также проводилась оценка проективного покрытия согласно методу, описанному в работе Раменского [98]. Кроме того, производилась оценка ботанического состава травостоя на основе определения видов растений, присутствующих на площадке с использованием ботанических определителей [99].

В рамках исследования питательности корма проводился анализ содержания следующих показателей: влаги [100], сырого протеина [101], жира [102], золы [103], клетчатки [104], фосфора [105], кальция [106], а также определение показателей, таких как переваримый протеин, обменная энергия и кормовые единицы [107, 108].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ SPSS, Excel. Для проверки полученных данных по повторностям и вариантам обследуемых участков на нормальное распределение были проведены тесты Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова [109]. Кроме того, был проведен

тест Левена ($p > 0,05$) для определения однородности дисперсии данных. Влияние методов использования пастбищ на урожайность, проективное покрытие и высоту травостоя на участках с бессистемным выпасом и с пастбищеоборотом (У1, У2 и У3) было проанализировано с использованием однофакторного дисперсионного анализа ANOVA. Для множественного сравнения использовали критерий Дункана. Все статистические анализы были выполнены с использованием SPSS 23 (SPSS, Лос-Анджелес, Калифорния, США, 2016).

Расчеты дефицита кормов на изучаемом пастбищном участке и потребности дополнительной площади пастбищ, разработка оптимальной схемы пастбищеоборотов с учетом нагрузок на пастбища проводились при помощи использования научно-методического пособия по нагрузкам выпаса на восстановленные и деградированные пастбища [110], правил рационального использования пастбищ [111], а также методики проведения мероприятий по борьбе с деградацией и опустыниванием пастбищ [112].

Химический анализ кормов проводился с использованием стандартных методов, характерных для зоотехнического анализа, при использовании экспресс-анализатора кормов NIRSDS2500, произведенного в Дании. В лаборатории, образцы средних кормов были измельчены, смешаны и, с применением метода квартования, выделены навески для определения начального содержания влаги. Затем эти навески подвергались сушке в сушильном шкафу при температуре 60-65°C до достижения постоянного веса.

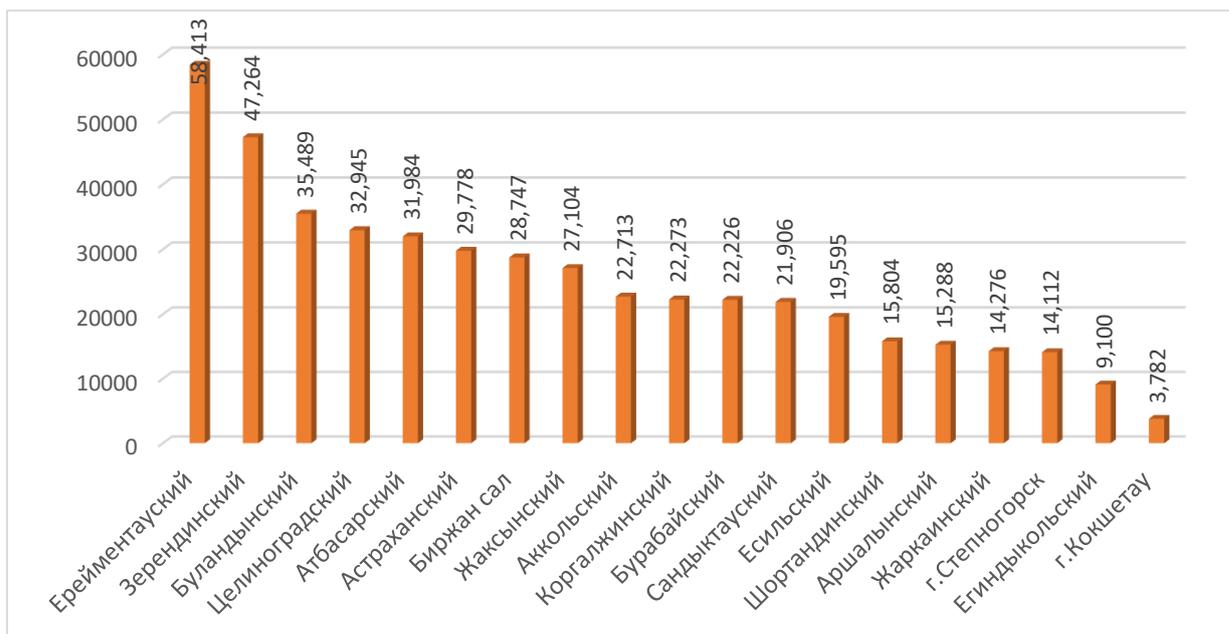


Рисунок 4. Численность КРС по районам Акмолинской области

Аршалинский район состоит из одного поселкового округа и двенадцати сельских округов. Наибольшая площадь пастбищ находится в Константиновском сельском округе и занимает 16% общей площади пастбищ в Аршалинском районе. Наименьшая площадь пастбищ располагается в административном центре района - поселке Аршалы и составляет 2,33 тысячи гектаров (таблица 2).

Таблица 2 – Площадь пастбищ по сельским округам Аршалинского района, га

№	Наименование сельских округов	В сельхозпредприятиях	В населенных пунктах	на землях запаса
1	Анарский	6938	2690	246
2	Акбулакский	18028	2223	1298
3	Арнасай	2943	1953	113
4	Волгодоновский	28028	1806	862
5	Жибекжолы	8869	4864	0
6	Михайловский	24853	4170	1932
7	Турген	21085	3085	0
8	Константиновский	35998	4926	3701
9	Сарабинский	20802	3246	0
10	Булаксайский	30314	4102	16
11	Берсуатский	33658	1920	1040
12	Ижевский	7396	1147	0
13	Аршалы	227	2073	0
Всего		239140	38205	9208

По району наибольшие площади пастбищ в сельхозпредприятиях в Константиновском (36 тыс.га), Берсуатском (33,66 тыс.га), Булакском (30,31 тыс. га) сельских округах. Наибольшие площади пастбищ за населенными пунктами закреплены в Константиновском, Жибек жолы, Михайловском сельских округах.

В районе общее количество КРС составляет 11,8 тысяч голов. Наибольшее число КРС сконцентрировано в Михайловском сельском округе, где их численность достигает 2,3 тысячи голов, причем 60,8% из них принадлежат сельхозпредприятиям (рисунок 5).

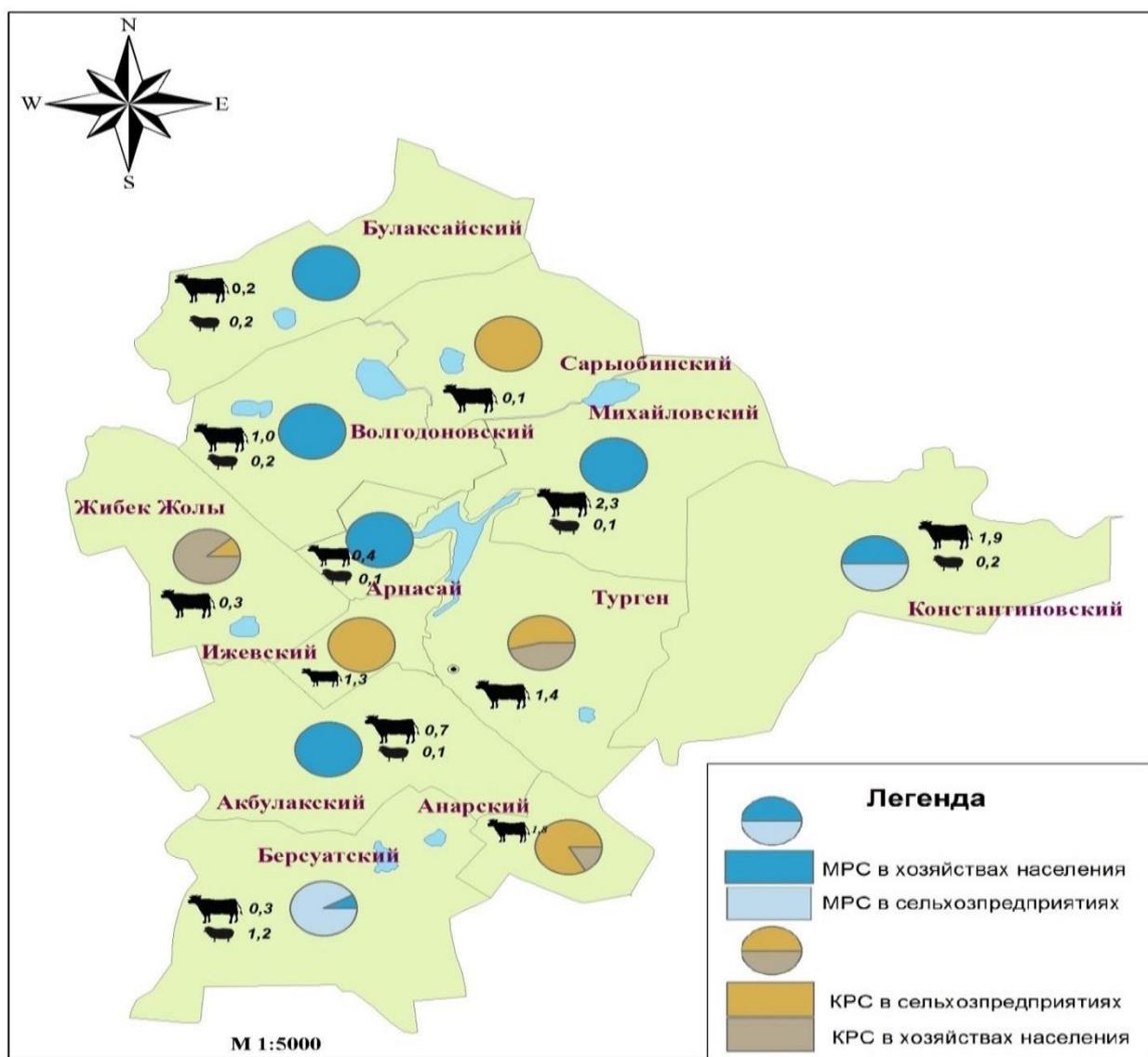


Рисунок 5. Размещение поголовья КРС и МРС по сельским округам Аршалинского района, тыс.голов

Исходя из предоставленных данных, были рассчитаны фактические значения нагрузки и потребность в пастбищных угодьях для крупно рогатого скота (таблица 3).

Таблица 3 – Нагрузка и обеспеченность КРС пастбищами по сельским округам Аршалинского района

№	Наименование сельских округов	Нормативные и фактические показатели нагрузки на 1 га пастбищ и на 1 усл.гол.			В разрезе сельхозпредприятий				в разрезе хозяйств населения			
		Предельно допустимая норма площади пастбищ на 1 усл. гол. КРС (га)	Фактическая нагрузка на 1 усл. гол. КРС (площадь пастбищ для одной головы или П), га	Нагрузка на 1 га пастбищ (емкость пастбищ или Н), усл. гол.	Поголовье КРС, голов	Площадь пастбищ, га	Нормативная потребность в пастбищах, га	Дефицит или профицит площади пастбищ, га	Поголовье КРС, голов	Площадь пастбищ, га	Нормативная потребность в пастбищах, га	Дефицит или профицит площади пастбищ, га
1	Анарский	9	5,7	0,17	1534	6938	13806	-6868	345	2690	3103,2	-413,2
2	Акбулакский	7,7	6,9	0,15	439	18028	3951	14647	350	2223	3146,4	-923,4
3	Арнасай	7,6	6,6	0,15	239	2943	2151	1126,6	173	1953	1555,2	397,8
4	Волгодоновский	7,7	6,6	0,15	574	28028	4879	23608,5	421	1806	3576,8	-1770,8
5	Жибекжолы	7,7	6,7	0,15	36	8869	324	8592,1	359	4864	3232,8	1631,2
6	Михайловский	8,8	6,6	0,15	1374	24853	11679	12762	856	4170	7276	-3106
7	Турген	8,6	6,0	0,17	703	21085	5272,5	15039,6	648	3085	4860	-1775
8	Константиновский	8,6	6,6	0,15	546	35997	4641	31301,9	1302	4926	11070	-6144,4
9	Сарабинский	9,3	9,0	0,11	126	20802	1134	19630,5	0	3246	0	3246
10	Булаксайский	8,8	6,1	0,16	174	30314	1479	28783,2	0	4102	0	4102
11	Берсуатский	7,2	6,6	0,15	253	33658	2277	31836,5	0	1920	0	1920
12	Ижевский	7,1	6,2	0,16	1301	7396	9758	-1841,1	0	1147	0	1147
13	Аршалы	7,1	6,6	0,15	107	227	909,5	-532,7	0	2073	0	2073
По району		8,1	6,6	0,2	7406	239138	62261	178086,7	4454	38205	37820,4	384,2

Поголовье скота в сельских округах распределено неравномерно между сельхозпредприятиями и хозяйствами населения. В сельхозпредприятиях сосредоточено до 62,7% крупного рогатого скота, в то время как в хозяйствах населения этот показатель составляет до 37,3%. Количество скота в сельхозпредприятиях превышает численность скота в хозяйствах населения в 1,6 раза.

На основе представленной информации вычислены фактические показатели нагрузки и потребность площади пастбищ для КРС по категориям хозяйств (таблица 3). Предельно допустимая норма нагрузки на общую площадь пастбищ основана на приказе «Об утверждении предельно допустимой нормы нагрузки на общую площадь пастбищ» [4].

Фактическая нагрузка на 1 усл. гол. КРС, то есть площадь пастбищ для одной головы КРС по всему району в среднем в 1,2 раза меньше предельно допустимой нормы. Таким образом, во всех сельских округах Аршалинского района фактическая нагрузка пастбищ на одну условную голову меньше установленной нормативной нормы. В сельхозпредприятиях двух сельских округов Анарский, Ижевский и в районном центре Аршалы имеется дефицит пастбищ для КРС, а в хозяйствах населения дефицит в пастбищах имеется в Анарском, Акбулакском, Волгодоновском, Михайловском, Тургеневском, Константиновском сельских округах (таблица 2).

Таким образом, анализ пастбищных угодий и численности скота в Аршалинском районе Акмолинской области показал, что не на всех пастбищах района сохраняется экологическое равновесие, и соблюдаются нормы пастбищной нагрузки. На сельхозпредприятиях Анарского, Ижевского, Аршалинского сельских округов выявлена потребность в 9,91 тыс.га пастбищных угодий для КРС, а в личных подсобных хозяйствах населения в Анарском, Акбулакском, Волгодоновском, Михайловском, Тургеневском, Константиновском сельских округах суммарный дефицит пастбищ для КРС составляет 14,13 тыс.га.

Следовательно, возникает необходимость в разработке эффективных и научно-обоснованных систем пастбищеоборотов и введение мер по восстановлению пастбищных угодий в Аршалинском районе Акмолинской области.

3.2 Метеорологические условия в период проведения исследований

Одним из важных факторов, оказывающих существенное влияние на формирование травостоя пастбищ, является складывающиеся метеорологические условия года.

Фактические среднесуточные температуры воздуха в зимние месяцы 2019 года были на одном уровне со среднемноголетними значениями среднесуточных температур (СМЗСТ) в Аршалинском районе. В весенние месяцы среднесуточная температура воздуха в сравнении со среднемноголетними значениями среднесуточных температур в среднем была ниже на 0,2°C.

Фактическая среднесуточная температура в летний период была на 0,1 °С выше от СМЗСТ, а осенью на 1,2 °С (таблица 4, рисунок 6, приложение А).

Фактические среднесуточные температуры воздуха в 2020 году по сравнению с среднемноголетними значениями среднесуточных температур (СМЗСТ) были выше в апреле на 4,5, мае на 4,4°С. В летний период температура была на одном уровне с СМЗСТ. Осенью в сентябре и октябре температура была ниже на 1,1 и 0,5°С ниже многолетних показателей.

В 2021 году май месяц был засушливым, температура была выше на 4,3°С от СМЗСТ. В летний период фактическая температура воздуха была выше на 0,3°С от многолетних данных, а осенью ниже на 1,6 °С.

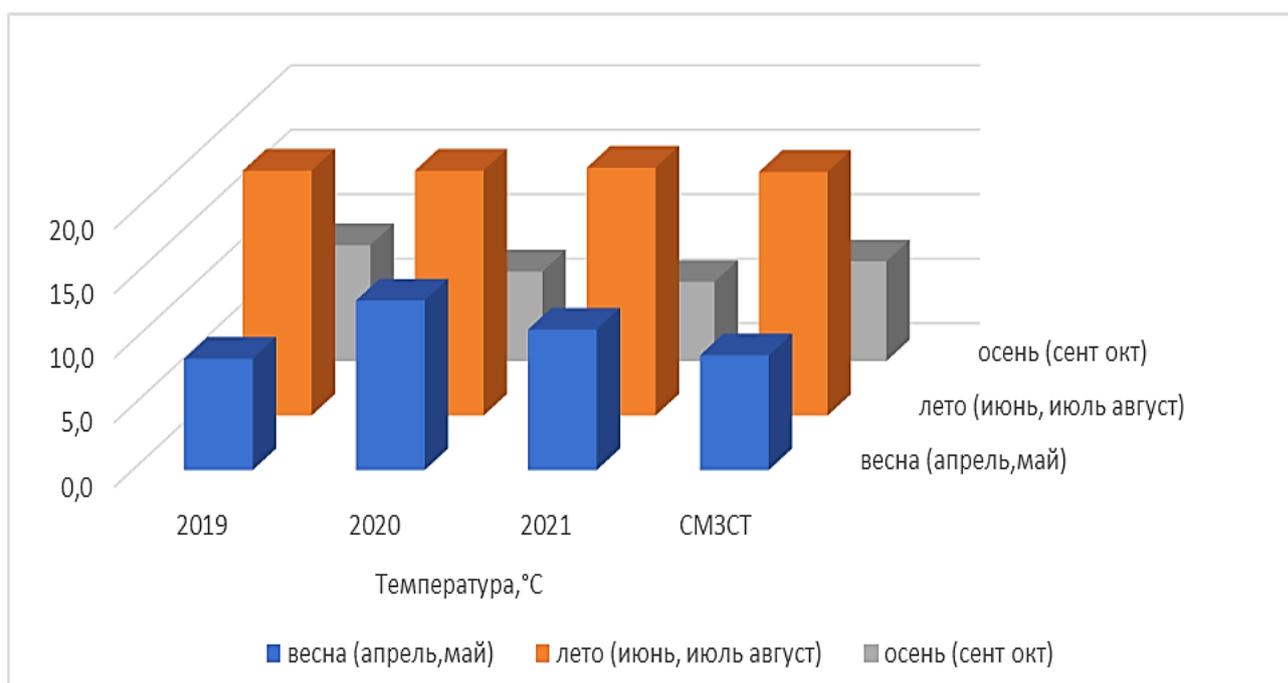


Рисунок 6. Среднесуточная температура воздуха по сезонам 2019, 2020, 2021 годов и СМЗСТ

В 2019 году количество выпавших атмосферных осадков были значительно ниже среднемноголетних показателей. Особенно в мае количество осадков составила всего 1,3 мм, что отклонение от среднемноголетнего количество осадков СМКО составило 37,7 мм (рисунок 7).

Летом также наблюдалась засушливая погода, где фактическое количество осадков было меньше на 15 мм от многолетних показателей. Но к осени осадки увеличились на 7 мм от СМКО.

В начале пастбищного сезона 2020 года, в период формирования травостоя, осадки были минимальными в сравнении с нормой и предыдущим годом. Но, в июне количество выпавших осадков было больше среднемноголетних показателей на 27 мм.

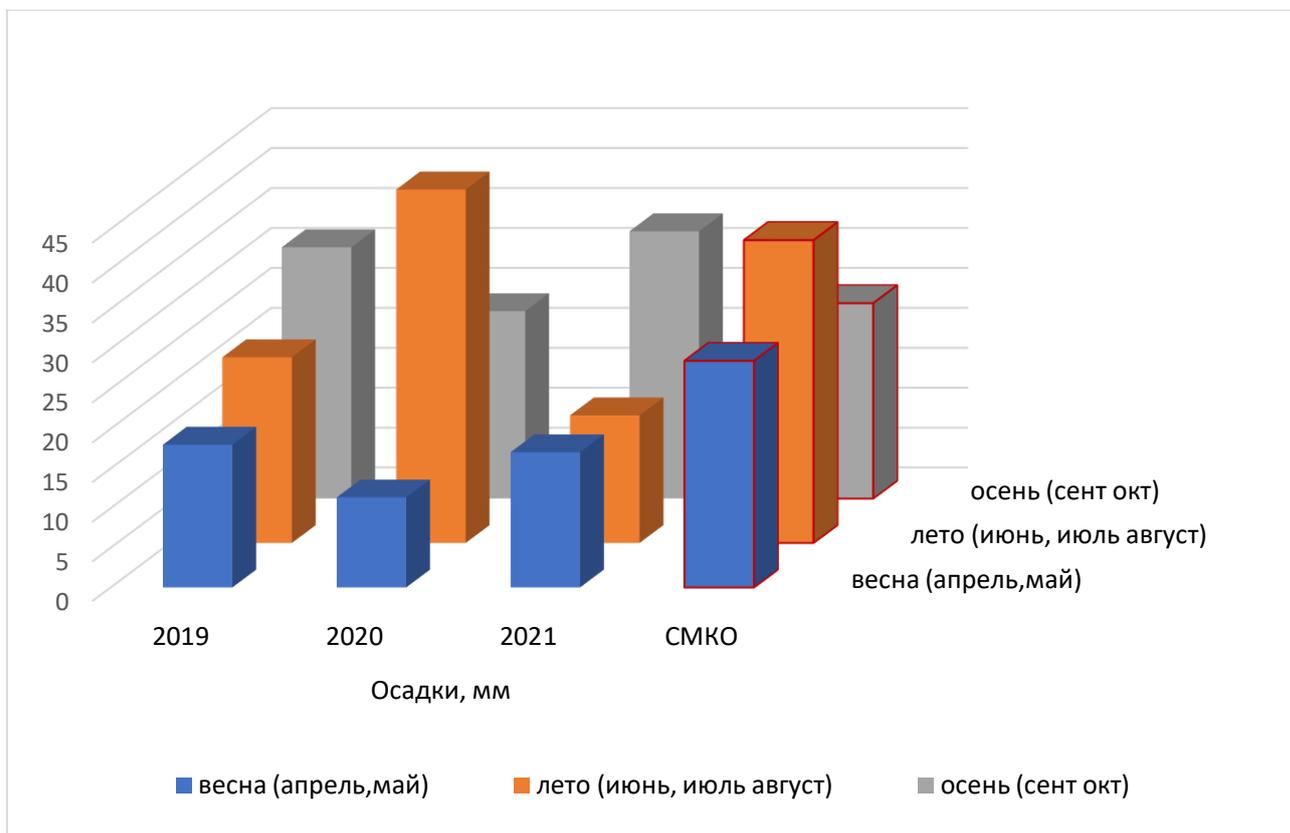


Рисунок 7. Количество выпавших осадков в сравнении с СМКО в 2019, 2020, 2021 годах по сезонам года

В завершающий год исследования количество выпавших осадков в марте месяце сильно отличалось от среднемноголетних показателей, превысив ее на 38 мм. Но, в апреле выпало всего 2,1 мм осадки, когда по средним многолетним данным в апреле обычно 20 мм осадков выпадает. Май, июнь июль были засушливыми (таблица 4).

Таблица 4 – Агроклиматические показатели Аршалинского района Акмолинской области

Сезоны	ГТК			БКП		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
весна	1,0	0,4	0,4	0,04	0,09	0,14
лето	0,4	0,8	0,3	0,33	0,68	0,22
осень	1,2	1,0	1,3	0,14	0,04	0,11

На основе сложившегося температурного режима и количества выпавших осадков за сезоны пастбищного периода был рассчитан гидротермический коэффициент, характеризующий метеорологические условия 2019 года в весенний период как засушливый (ГТК=1,0-0,7), летний сезон как очень засушливый (0,7-0,4) и осенний период как слабозасушливый (ГТК=1,3-1,0). Но весна и лето 2020 года характеризовались как очень засушливый по показателем

ГТК (0,7-0,4), осень как засушливая. Весна 2021 года соответствовал очень засушливому показателю ГТК (0,7-0,4) и лето сухому показателю (ГТК <0,4), осень влажному показателю ГТК.

3.3 Результаты почвенных исследований

3.3.1 Результаты агрохимического обследования почв

Для оценки состояния и динамики агрохимических характеристик сельскохозяйственных угодий необходимо проводить систематическое агрохимическое обследование почв, которое остается одним из главных оценочных показателей, как положительных, так и негативных последствий хозяйственной деятельности на плодородие почв. Его проведение позволяет не только определить направление процессов изменения плодородия земель, но и разработать мероприятия по стабилизации почвенного плодородия в хозяйстве. Показатели содержания элементов питания в слое почве 0-40 см приведены в таблице-5 (приложение Б).

Таблица 5 – Показатели содержания элементов питания в слое почве 0-40 см

Варианты опыта	Слой, см	Гумус,	Азот, мг/кг	Фосфор, мг/кг	Калий, мг/кг	Сера, мг/кг	pH,
Среднее 2019-2021 (контроль, бессистемный выпас)	0-20	3,1	6,9	10,1	434	20,8	7,5
	20-40	2,3	6,0	9,7	303	14,6	7,6
Среднее 2019-2021 г. (при исп.пастбище оборота)	0-20	3,2	7,1	12,5	397	21,1	7,3
	20-40	2,3	6,2	10,1	275	16,4	7,5

Как видно из таблицы при контрольном варианте содержание гумуса в 0-20 см слое почвы было на уровне 3,1%, а в 20-40 см слое 2,3%, что соответствовал к низкому уровню. Содержание нитратного азота на 0-20 см горизонте почвы было очень низким (<10 мг/кг почвы), который с глубиной отбора уменьшался с 7,0 до 6,0 мг/кг почвы. Содержание подвижного фосфора с глубиной отбора от 0-20 до 0-40 см уменьшалось с 10,1 до 9,7 мг/кг почвы, что характеризует его как очень высокое содержание (по методу Мачигина). Содержание подвижных форм калия с глубиной отбора уменьшался от 397 до 275 мг/кг почвы, т.е. с повышенного (301-400 мг/кг почвы) до среднего (201-300 мг/кг почвы) его содержания. Подвижные формы серы так же снижались, с увеличением глубины отбора от 0-20 до 20-40 см с 20,8 до 14,6 мг/кг почвы, что относит их к высокому (> 12 мг/кг почвы) ее содержанию. Реакция почвенного раствора (pH среды) был на верхнем слое почвы на уровне 7,5 с глубиной отбора

незначительно увеличилась щелочность среды, что в общем относит ее к слабощелочной.

При использовании пастбищеоборота образцы отобранные со слоев почвы 0-20 и 20-40 см имели низкое (2-4%) содержание гумуса. Содержание нитратного азота было очень низким (<10 мг/кг почвы), который с глубиной отбора уменьшался с 7,0 до 6,2 мг/кг почвы. Содержание подвижного фосфора с глубиной отбора от 0-20 до 0-40 см уменьшился с 12,5 до 10,1 мг/кг почвы, что характеризует его как очень высокое содержание (по методу Мачигина). Содержание подвижных форм калия с глубиной отбора уменьшился от 434 до 303 мг/кг почвы, т.е с высокого до повышенного. Подвижные формы серы так же снижались, с увеличением глубины отбора от 0-20 до 20-40 см с 21,1 до 16,4 мг/кг почвы, что относит их к высокому (>12 мг/кг почвы) ее содержанию. Реакция почвенного раствора (рН среды) составил 7,3-7,5, что относит ее к слабощелочной. рН почвы при бессистемном выпасе был чуть ниже по сравнению с использованием пастбищеоборота, это можно объяснить тем, что непрерывный выпас и увеличение времени выпаса, снижает рН почвы, что в свою очередь влияет и на скудный видовой состав растений. А также интенсивность выпаса влияет на накопления органических веществ и гумуса в почве. При интенсивном выпасе и чрезмерной нагрузки скота на пастбища происходит избыточная поглощения растительности, без возможности восстановления, что свою очередь приводит к уменьшению фотосинтеза, следовательно, уменьшению накопления органического вещества в почве.

Таким образом, управление пастбищами, включая пастбищеоборот с оптимальной нагрузкой, может помочь предотвратить чрезмерное поглощение растительности и позволить ей восстановиться, что создаст благоприятные условия накоплению органического вещества.

3.3.2 Динамика водно-физических свойств почвы под влиянием выпаса

Для достижения более высокой продуктивности пастбищ, помимо обеспечения достаточного тепла для растений в вегетационный период, также требуется оптимальное увлажнение почвы. Основным источником влаги, содержащейся в почве, являются атмосферные осадки.

Большая часть территории Аршалинского района расположена в зоне тёмно-каштановых почв. Запасы продуктивной влаги в почвах пастбищ существенно отличаются от среднемноголетних данных, такое отличие в динамике увлажнения почвы в одном регионе в разные годы объясняется состоянием объекта исследования – естественных пастбищ. В почве природных кормовых угодий с глубокой многолетней дерниной и неразрушенным поверхностным слоем, влага не только сохраняется намного больше, но и трудно проникает и впитывается чем в обработанной почве.

В 2019 году при бессистемном использования пастбищ продуктивная влага в среднем весной была 97,5 мм, летом 50,5 и осенью 46,1 мм. Как ранее упоминалось фактическое количество осадков в летний период было меньше на

15 мм от многолетних показателей, что сильно повлияло на продуктивную влагу почвы, особенно под влиянием выпаса.

Результаты исследований водно-физических свойств почвы в 2020 году при использовании пастбищеоборота показали, что на участке весеннего пользования У1 продуктивная влага весной, перед выпасом, была 87,3 мм, летом после выпаса данный показатель снизился до 74,6 мм. Осенью влага почвы была на том же уровне. Это можно объяснить с количеством выпавших осадков на 27 мм больше, чем многолетние значения в июне месяце, а также уплотнением верхнего слоя почвы в результате вытаптывания скота во время выпаса, тем самым блокируя испарение влаги. А на 2-участке летнего пользования, в начале пастбищного периода влага была на уровне 92,2 мм, к лету снизилась до 83,1 мм, а осенью, после выпаса снизилась до 66,9 мм. На 3-участке динамика снижения продуктивной влаги от весны к лету была 38,5 мм, с лето к осени 21,2 мм, такая тенденция потребления влаги растениями была за счет обильного прорастания житняка гребневидного на данном участке, соответственно при вегетировании растения потребляли активно почвенную влагу. А также, на контрольном участке, где производился бессистемный выпас, влага уменьшилась к лету с 85,6 до 44,1 мм, к осени до 43,2 мм (таблица 6, приложение В).

Таблица 6 – Динамика изменения продуктивной влаги, мм (среднее за 2019-2021 гг.)

Годы	Участки сезонных пастбищ	Продуктивная влага, мм		
		Весна	Лето	Осень
2019 (контроль)	У0 (контроль)	82,4	64,9	52,1
	У1	86,0	43,4	42,2
	У2	82,3	50,3	59,0
	У3	109,3	43,2	31,2
	В среднем	97,5	50,5	46,1
	<i>P-значение (Sig.)</i>	0,16	0,532	0,397
2020	У0 (контроль)	85,6	44,1	43,2
	У1	87,3	74,6	74,9
	У2	92,0	83,1	66,9
	У3	110,8	68,2	47,0
	<i>P-значение (Sig.)</i>	0,380	0,042	0,393
2021	У0 (контроль)	69,6	42,6	38,5
	У1	86,8	66,7	69,7
	У2	87,8	71,0	53,4
	У3	92,2	53,5	39,6
	<i>P-значение (Sig.)</i>	0,750	0,273	0,202

В 2021 году, на второй год использования пастбищеоборота, продуктивная влага пастбищ на У1 весной, перед выпасом была 86,8 мм, после

проведенного весеннего выпаса снизилась до 66,7 мм, и осенью была на этом же уровне, надо отметить, что на естественных пастбищах более разнообразная растительность и органический материал способствовал более высокой влагоемкости почвы и более стабильному уровню почвенной влаги при исключении фактора выпаса. Однако это также может зависеть от конкретных условий местоположения и метода использования пастбищ. На У2 перед летним выпасом влага была 71,0 мм, после снизилась до 53,4 мм. В то время как на участке, где скот выпасался бессистемно влага снизилась до 42,6 к лету, 38,5 мм к осени.

Таким образом, проведенный учеты и наблюдения (рисунок 8) за динамикой изменения продуктивной влаги при использовании разных технологии выпаса показало, что на участках бессистемного выпаса скота в среднем за три года влага в почве в весенний период составила 79,2 мм, летом 50,5 мм и осенью 44,6 мм, а при использовании пастбищеоборота весной 92,8 мм, летом 69,5 и осенью 58,6 мм. Из таблицы 8 можно заметить тенденцию снижения продуктивной влаги почвы при продолжительном бессистемном использовании пастбищ. Интенсивное использование пастбищ и чрезмерная нагрузка приводит к уменьшению запасов влаги в почвах из-за усиленного нагревания грунта, вызванного снижением морт-массы и проективного покрытия сбитых зон. Кроме того, поверхностный сток возрастает, а приток воды в нижние горизонты уменьшается.



а)



б)



в)

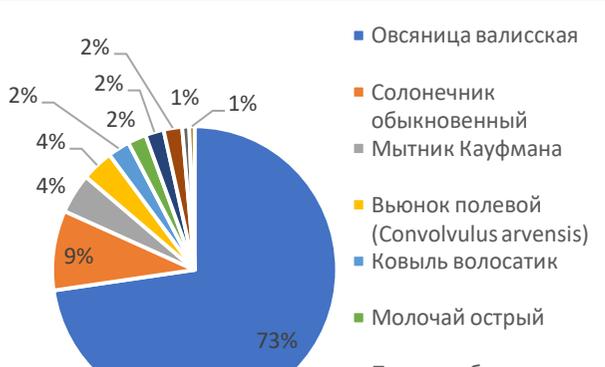
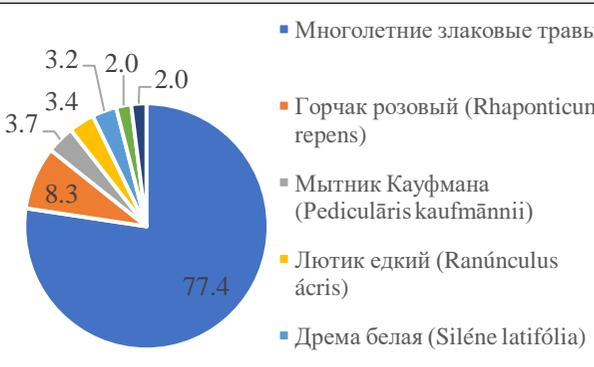
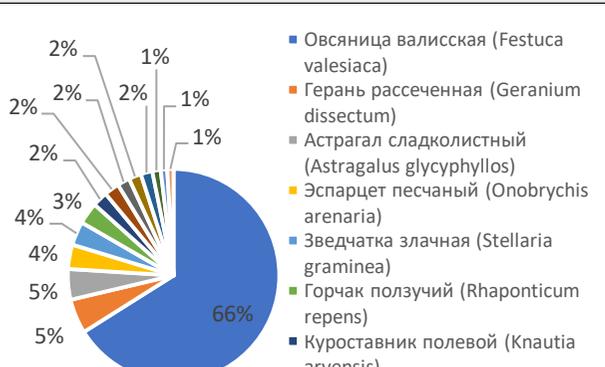
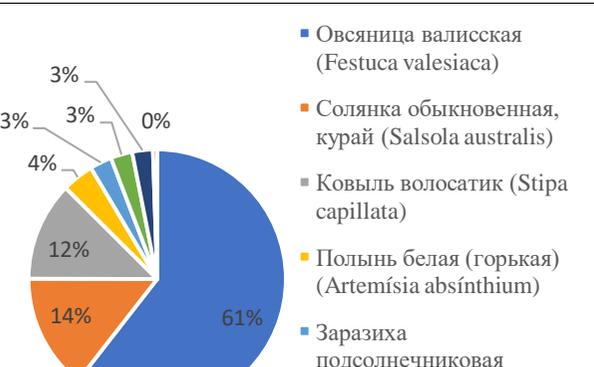
Рисунок 8. Геоботаническое обследование пастбищ в: а) весенний период, б) летний период, в) осенний период

3.4 Динамика ботанического состава травостоя участков пастбищ по сезонам года

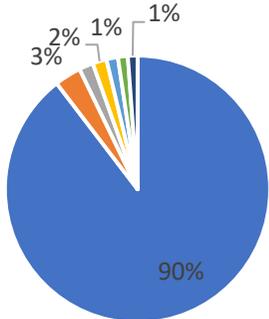
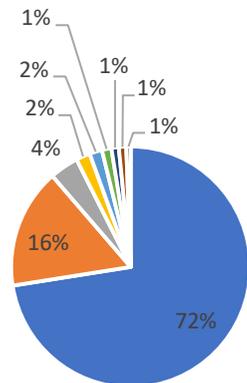
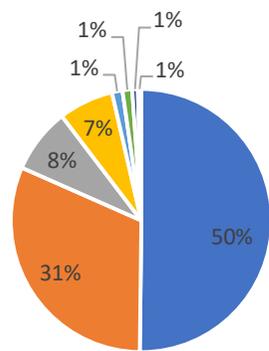
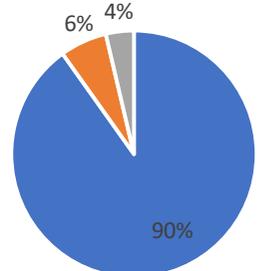
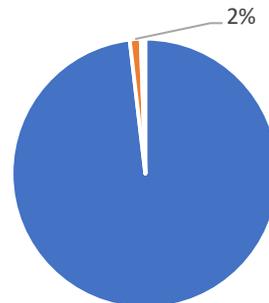
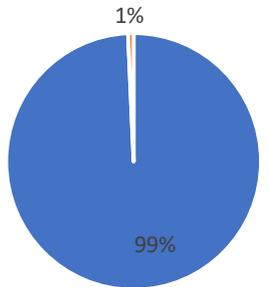
В первом году исследований на контрольном участке пастбищ доминировала многолетние злаковые травы, а именно овсяница валлийская (*Festuca valesiaca*), занимая 62% травостоя. А также встречались растения солонечник обыкновенный (*Galatella villosa*), из семейства Астровых. Из разнотравья были определены лютик едкий (*Ranunculus acer*), лапчатка прямая (*Potentilla recta*), мытник Кауфмана (*Pedicularis kaufmannii*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), из бобовых в незначительном количестве встречался клевер красный (*Trifolium rubens*). В летний период также доминировала овсяница валлийская (*Festuca valesiaca*) и продолжали прорастать непоедаемые скотом растения, такие как солонечник обыкновенный (*Galatella villosa*), мытник Кауфмана (*Pedicularis kaufmannii*), лютик едкий (*Ranunculus acer*), молочай острый (*Euphorbia esula*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), зопник клубненосный (*Phlomis tuberosa*), которые в составе травостоя были в весенний период. Такая тенденция наблюдалась и в осенний период, в составе травостоя остались в основном только непоедаемые виды растений, кроме доминантного растения овсяницы валлийской (*Festuca valesiaca*) (таблица 7).

В то время как на У1 перед выпасом состав травостоя выглядел таким образом: доминировал многолетние злаковые травы, из разнотравья были определены мытник Кауфмана (*Pedicularis kaufmannii*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), дрема белая (*Silene latifolia*), кривоцвет полевой (*Anchusa arvensis*), из бобовых люцерна желтая (*Medicago falcata*), занимая небольшое количество травостоя – 3,4%.

Таблица 7 – Ботанический состав травостоя участков пастбищ

участ	2019 год		
	Весна	Лето	Осень
1	2	3	4
Контроль	 <p>контроль, весна</p>	 <p>контроль лето</p>	 <p>осень контроль</p>
	 <p>У1, весна</p>	 <p>У1 лето</p>	 <p>У1 осень</p>

продолжение таблицы-7

1	2	3	4
У2	<p style="text-align: center;">У2, весна</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Овсяница валлисская ■ Клевер красный ■ Донник желтый ■ Мытник Кауфмана ■ Молочай острый ■ Полынь обыкновенная ■ Чина луговая 	<p style="text-align: center;">У2, лето, 2019</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Овсяница валлисская ■ Молочай острый ■ Жабник полевой ■ Мытник Кауфмана ■ василек луговой (Centaurea jacea) ■ Тысячелистник обыкновенный ■ хруплявник полевой (Polysnetum arvense) ■ Полынь обыкновенная ■ Донник желтый 	<p style="text-align: center;">У2, осень</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Типчак ■ Ковыль волосатик ■ Жабник полевой ■ Донник белый ■ Подмаренник настоящий ■ Полынь белая ■ Горчак ползучий ■ Люцерна желтая
У3	<p style="text-align: center;">У3, весна</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Житняк гребневидный (Aprocyrum pectiniforme) ■ полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris) ■ Вьюнок полевой (Convolvulus arvensis) 	<p style="text-align: center;">У3, весна</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Житняк гребневидный (Aprocyrum pectinatum) ■ Вьюнок полевой (Convolvulus arvensis) ■ Овсяница валлисская (Festuca valesiaca) ■ Ляньанка обыкновенная (Linaria vulgaris) 	<p style="text-align: center;">У3 лето</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ житняк ■ Полынь обыкновенная

Летом, после проведения весеннего выпаса на данном участке, уменьшилось содержание овсяницы валисской (*Festuca valesiaca*) на 10%. В составе травостоя кроме растений, которые прорастали в весенний период были определены герань расчлененная (*Geranium dissectum*), растения ковыль волосатик (*Stipa capillata*), которое засоряет шерсть животных, бобовое растение – эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*), жабник полевой (*Filago arvensis*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), дурнишник игольчатый (*Xanthium spinosum*), клевер люпиновый (*Trifolium lupinaster*). К осени доминантным растениям также оставалась овсяница валисская (*Festuca valesiaca*), занимая 60,8% травостоя. Процентное соотношение ковыля волосатика (*Stipa capillata*) увеличилось на 11%.

На У2 в начале пастбищного сезона прорастали доминантное растение овсяница валисская (*Festuca valesiaca*) из бобовых донник желтый (*Melilotus officinalis*), клевер красный (*Trifolium rubens*), чина луговая (*Lathyrus pratensis*), из непоедаемых растений молочай острый (*Euphorbia esula*), мытник Кауфмана (*Pedicularis kaufmannii*). Летом содержание доминантного растения овсяницы валисской (*Festuca valesiaca*) уменьшилось на 18%, но ядовитое растение – молочай острый (*Euphorbia esula*) прорастало больше на 14% по сравнению с весной. Также в составе травостоя присутствовали мытник Кауфмана (*Pedicularis kaufmannii*), василек луговой (*Centaurea jacea*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), хруплявник полевой (*Polycnemum arvense*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*) и донник желтый (*Melilotus officinalis*). К осени содержание главного доминанта овсяницы валисской (*Festuca valesiaca*) еще уменьшилось на 22%, а также почти все перечисленные непоедаемые растения, которые прорастали, весной также были осенью (табл.9).

В наших исследованиях третий участок (У3) был сеянным житняковым пастбищем. В начале пастбищного сезона травостой данного участка состоял на 90,0% из житняка гребневидного (*Aprocyrum pectiniforme*) со скудным количеством полыни обыкновенной (*Artemisia vulgaris*) – 6,0%, и выюнка полевого (*Convolvulus arvensis*) -4,0%.

В 2020 году, при использовании пастбищеоборота, ботанический состав травостоя менялся в зависимости от выпаса. В то время как на контрольном участке, где выпас производился бессистемно (повсеместно), поедаемые виды растений выпали из травостоя к концу пастбищного сезона, соответственно осенью травостой состоял на 53,2% из ковыля волосатика (*Stipa capillata*), на 25% из овсяницы валисской (*Festuca valesiaca*), на 14% из молочая острого (*Euphorbia esula*) и на 7,8% из полыни обыкновенной (*Artemisia vulgaris*) (таблица 8).

Травостой первого участка (У1) перед выпасом на 75% состоял из овсяницы валисской (*Festuca valesiaca*), а также были определены солонечник мохнатый (*Galatella villosa*), ковыль перистый (*Stipa pennata*), полынь белая, тысячелистник обыкновенный, пырей ползучий, шалфей луговой, льнянка обыкновенная, лапчатка серебристая и подмаренник настоящий. Летом, после

выпаса содержание овсяницы валлисской (*Festuca valesiaca*) снизилась на 43%, ковыля перистого (*Stipa pennata*) увеличилась на 19% (рисунок 9).



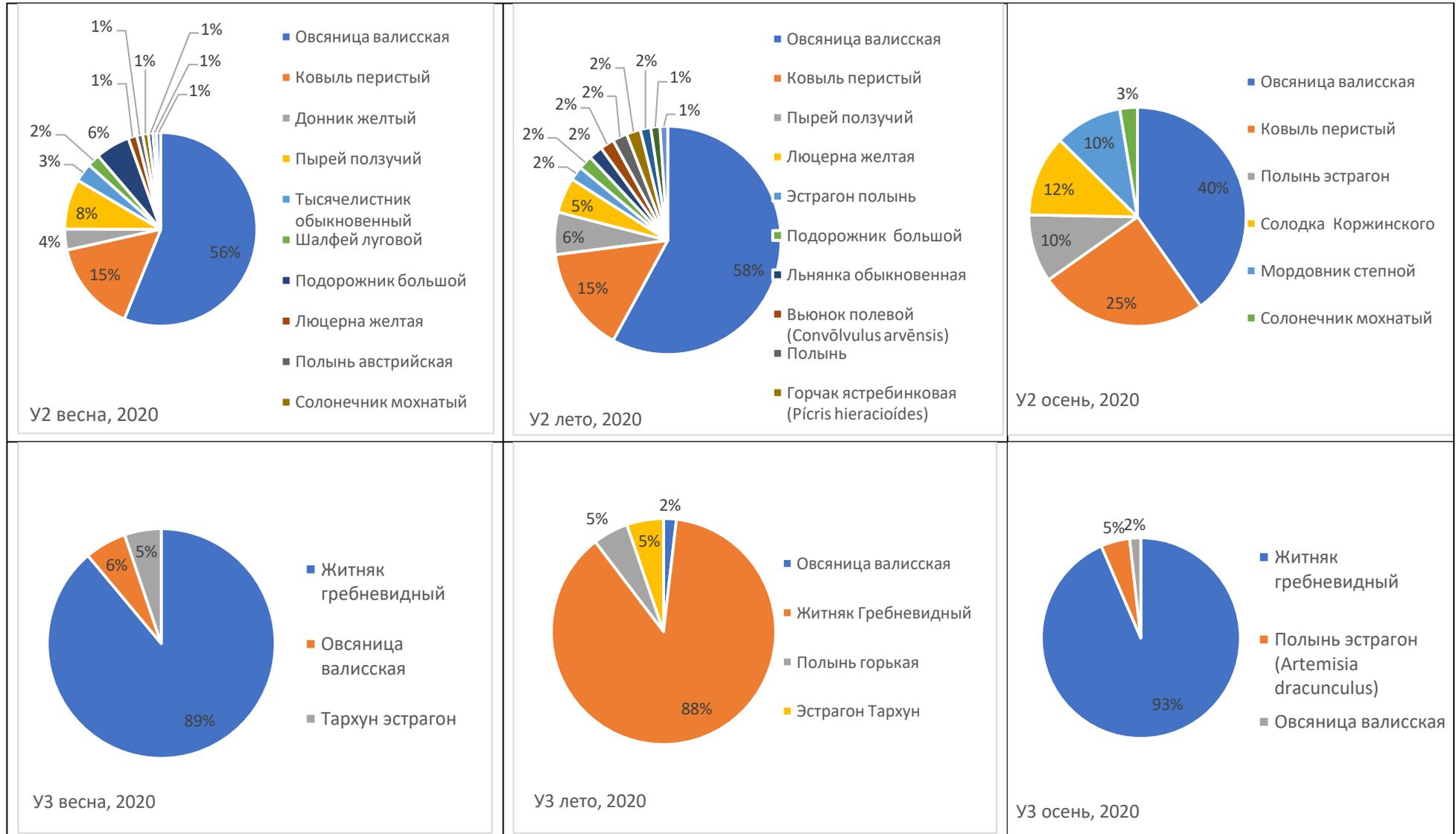
Рисунок 9. Разбор ботанического состава травостоя пастбищ (образцы 1-контур)

С наступлением лето прорастали новые растения, которые отсутствовали в весенний период, таким растениям относятся Таволга обыкновенная, занимал 13,2% травостоя, солодка Коржинского – 7,8%, дымянка аптечная – 3,3% травостоя. С наступлением осени содержание овсяницы валлисской (*Festuca valesiaca*) на 4% незначительно уменьшилась и увеличилась содержание ковыля перистого (*Stipa pennata*) до 51%.

Таблица 8 – Ботанический состав травостоя участков пастбищ в 2020 году

2020 год																																																																																														
Весна	Лето	Осень																																																																																												
1	2	3																																																																																												
<p>контроль, весна</p> <table border="1"> <caption>Ботанический состав травостоя участка пастбищ (контроль, весна)</caption> <thead> <tr> <th>Вид</th> <th>Процент</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)</td><td>19%</td></tr> <tr><td>Ковыль волосатик (Stipa capillata)</td><td>52%</td></tr> <tr><td>Полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris)</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Молочай острый (Euphorbia esula)</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Лапчатка прямая (Potentilla récta)</td><td>4%</td></tr> <tr><td>Лютик полевой (Ranunculus arvensis)</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Клевер красный (Trifolium rubens)</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Лютик едкий (Ranunculus ácris)</td><td>7%</td></tr> <tr><td>Мытник Кауфмана (Pediculáris kaufmännii)</td><td>5%</td></tr> <tr><td>Молочай острый (Euphorbia esula)</td><td>2%</td></tr> </tbody> </table>	Вид	Процент	Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)	19%	Ковыль волосатик (Stipa capillata)	52%	Полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris)	3%	Молочай острый (Euphorbia esula)	3%	Лапчатка прямая (Potentilla récta)	4%	Лютик полевой (Ranunculus arvensis)	2%	Клевер красный (Trifolium rubens)	3%	Лютик едкий (Ranunculus ácris)	7%	Мытник Кауфмана (Pediculáris kaufmännii)	5%	Молочай острый (Euphorbia esula)	2%	<p>контроль, лето</p> <table border="1"> <caption>Ботанический состав травостоя участка пастбищ (контроль, лето)</caption> <thead> <tr> <th>Вид</th> <th>Процент</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)</td><td>31%</td></tr> <tr><td>Ковыль волосатик (Stipa capillata)</td><td>45%</td></tr> <tr><td>Полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris)</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Молочай острый (Euphorbia esula)</td><td>7%</td></tr> <tr><td>Мытник Кауфмана (Pediculáris kaufmännii)</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Зопник клубненосный (Phlomoídes tuberósa)</td><td>7%</td></tr> <tr><td>Люцерна желтая (Medicago falcata)</td><td>3%</td></tr> </tbody> </table>	Вид	Процент	Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)	31%	Ковыль волосатик (Stipa capillata)	45%	Полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris)	3%	Молочай острый (Euphorbia esula)	7%	Мытник Кауфмана (Pediculáris kaufmännii)	1%	Зопник клубненосный (Phlomoídes tuberósa)	7%	Люцерна желтая (Medicago falcata)	3%	<p>контроль, осень</p> <table border="1"> <caption>Ботанический состав травостоя участка пастбищ (контроль, осень)</caption> <thead> <tr> <th>Вид</th> <th>Процент</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)</td><td>25%</td></tr> <tr><td>Ковыль волосатик (Stipa capillata)</td><td>53%</td></tr> <tr><td>Полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris)</td><td>8%</td></tr> <tr><td>Молочай острый (Euphorbia esula)</td><td>14%</td></tr> </tbody> </table>	Вид	Процент	Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)	25%	Ковыль волосатик (Stipa capillata)	53%	Полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris)	8%	Молочай острый (Euphorbia esula)	14%																																												
Вид	Процент																																																																																													
Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)	19%																																																																																													
Ковыль волосатик (Stipa capillata)	52%																																																																																													
Полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris)	3%																																																																																													
Молочай острый (Euphorbia esula)	3%																																																																																													
Лапчатка прямая (Potentilla récta)	4%																																																																																													
Лютик полевой (Ranunculus arvensis)	2%																																																																																													
Клевер красный (Trifolium rubens)	3%																																																																																													
Лютик едкий (Ranunculus ácris)	7%																																																																																													
Мытник Кауфмана (Pediculáris kaufmännii)	5%																																																																																													
Молочай острый (Euphorbia esula)	2%																																																																																													
Вид	Процент																																																																																													
Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)	31%																																																																																													
Ковыль волосатик (Stipa capillata)	45%																																																																																													
Полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris)	3%																																																																																													
Молочай острый (Euphorbia esula)	7%																																																																																													
Мытник Кауфмана (Pediculáris kaufmännii)	1%																																																																																													
Зопник клубненосный (Phlomoídes tuberósa)	7%																																																																																													
Люцерна желтая (Medicago falcata)	3%																																																																																													
Вид	Процент																																																																																													
Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)	25%																																																																																													
Ковыль волосатик (Stipa capillata)	53%																																																																																													
Полынь обыкновенная (Artemisia vulgaris)	8%																																																																																													
Молочай острый (Euphorbia esula)	14%																																																																																													
<p>У1 весна, 2020</p> <table border="1"> <caption>Ботанический состав травостоя участка пастбищ (У1 весна, 2020)</caption> <thead> <tr> <th>Вид</th> <th>Процент</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Овсяница валлисская</td><td>75%</td></tr> <tr><td>Ковыль перистый</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Солонечник мохнатый</td><td>10%</td></tr> <tr><td>Полынь белая</td><td>4%</td></tr> <tr><td>Тысячелистник обыкновенный</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Пырей ползучий</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Шалфей луговой</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Льнянка обыкновенная</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Лапчатка серебристая</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Подмаренник настоящий</td><td>1%</td></tr> </tbody> </table>	Вид	Процент	Овсяница валлисская	75%	Ковыль перистый	3%	Солонечник мохнатый	10%	Полынь белая	4%	Тысячелистник обыкновенный	2%	Пырей ползучий	1%	Шалфей луговой	1%	Льнянка обыкновенная	2%	Лапчатка серебристая	1%	Подмаренник настоящий	1%	<p>У1 лето, 2020</p> <table border="1"> <caption>Ботанический состав травостоя участка пастбищ (У1 лето, 2020)</caption> <thead> <tr> <th>Вид</th> <th>Процент</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Овсяница валлисская</td><td>32%</td></tr> <tr><td>Ковыль перистый</td><td>22%</td></tr> <tr><td>Солонечник мохнатый</td><td>6%</td></tr> <tr><td>Таволга обыкновенная</td><td>13%</td></tr> <tr><td>Солодка Коржинского</td><td>8%</td></tr> <tr><td>Дымянка аптечная</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Лапчатка распростертая</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Тысячелистник обыкновенный</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Солодка Коржинского</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Дымянка аптечная</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Лапчатка распростертая</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Тысячелистник обыкновенный</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Солодка Коржинского</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Дымянка аптечная</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Лапчатка распростертая</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Тысячелистник обыкновенный</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Солодка Коржинского</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Дымянка аптечная</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Лапчатка распростертая</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Тысячелистник обыкновенный</td><td>0%</td></tr> </tbody> </table>	Вид	Процент	Овсяница валлисская	32%	Ковыль перистый	22%	Солонечник мохнатый	6%	Таволга обыкновенная	13%	Солодка Коржинского	8%	Дымянка аптечная	3%	Лапчатка распростертая	3%	Тысячелистник обыкновенный	2%	Солодка Коржинского	2%	Дымянка аптечная	2%	Лапчатка распростертая	2%	Тысячелистник обыкновенный	1%	Солодка Коржинского	1%	Дымянка аптечная	1%	Лапчатка распростертая	1%	Тысячелистник обыкновенный	1%	Солодка Коржинского	1%	Дымянка аптечная	1%	Лапчатка распростертая	1%	Тысячелистник обыкновенный	0%	<p>У1 осень, 2020</p> <table border="1"> <caption>Ботанический состав травостоя участка пастбищ (У1 осень, 2020)</caption> <thead> <tr> <th>Вид</th> <th>Процент</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Овсяница валлисская</td><td>28%</td></tr> <tr><td>Ковыль перистый</td><td>51%</td></tr> <tr><td>Солонечник мохнатый</td><td>4%</td></tr> <tr><td>Солодка Коржинского</td><td>4%</td></tr> <tr><td>Полынь белая</td><td>2%</td></tr> <tr><td>тархун эстрагон</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Соснуря солончаковая</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Тимьян Маршалла</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Солодка Коржинского</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Полынь белая</td><td>1%</td></tr> <tr><td>тархун эстрагон</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Соснуря солончаковая</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Тимьян Маршалла</td><td>1%</td></tr> </tbody> </table>	Вид	Процент	Овсяница валлисская	28%	Ковыль перистый	51%	Солонечник мохнатый	4%	Солодка Коржинского	4%	Полынь белая	2%	тархун эстрагон	2%	Соснуря солончаковая	1%	Тимьян Маршалла	1%	Солодка Коржинского	1%	Полынь белая	1%	тархун эстрагон	1%	Соснуря солончаковая	1%	Тимьян Маршалла	1%
Вид	Процент																																																																																													
Овсяница валлисская	75%																																																																																													
Ковыль перистый	3%																																																																																													
Солонечник мохнатый	10%																																																																																													
Полынь белая	4%																																																																																													
Тысячелистник обыкновенный	2%																																																																																													
Пырей ползучий	1%																																																																																													
Шалфей луговой	1%																																																																																													
Льнянка обыкновенная	2%																																																																																													
Лапчатка серебристая	1%																																																																																													
Подмаренник настоящий	1%																																																																																													
Вид	Процент																																																																																													
Овсяница валлисская	32%																																																																																													
Ковыль перистый	22%																																																																																													
Солонечник мохнатый	6%																																																																																													
Таволга обыкновенная	13%																																																																																													
Солодка Коржинского	8%																																																																																													
Дымянка аптечная	3%																																																																																													
Лапчатка распростертая	3%																																																																																													
Тысячелистник обыкновенный	2%																																																																																													
Солодка Коржинского	2%																																																																																													
Дымянка аптечная	2%																																																																																													
Лапчатка распростертая	2%																																																																																													
Тысячелистник обыкновенный	1%																																																																																													
Солодка Коржинского	1%																																																																																													
Дымянка аптечная	1%																																																																																													
Лапчатка распростертая	1%																																																																																													
Тысячелистник обыкновенный	1%																																																																																													
Солодка Коржинского	1%																																																																																													
Дымянка аптечная	1%																																																																																													
Лапчатка распростертая	1%																																																																																													
Тысячелистник обыкновенный	0%																																																																																													
Вид	Процент																																																																																													
Овсяница валлисская	28%																																																																																													
Ковыль перистый	51%																																																																																													
Солонечник мохнатый	4%																																																																																													
Солодка Коржинского	4%																																																																																													
Полынь белая	2%																																																																																													
тархун эстрагон	2%																																																																																													
Соснуря солончаковая	1%																																																																																													
Тимьян Маршалла	1%																																																																																													
Солодка Коржинского	1%																																																																																													
Полынь белая	1%																																																																																													
тархун эстрагон	1%																																																																																													
Соснуря солончаковая	1%																																																																																													
Тимьян Маршалла	1%																																																																																													

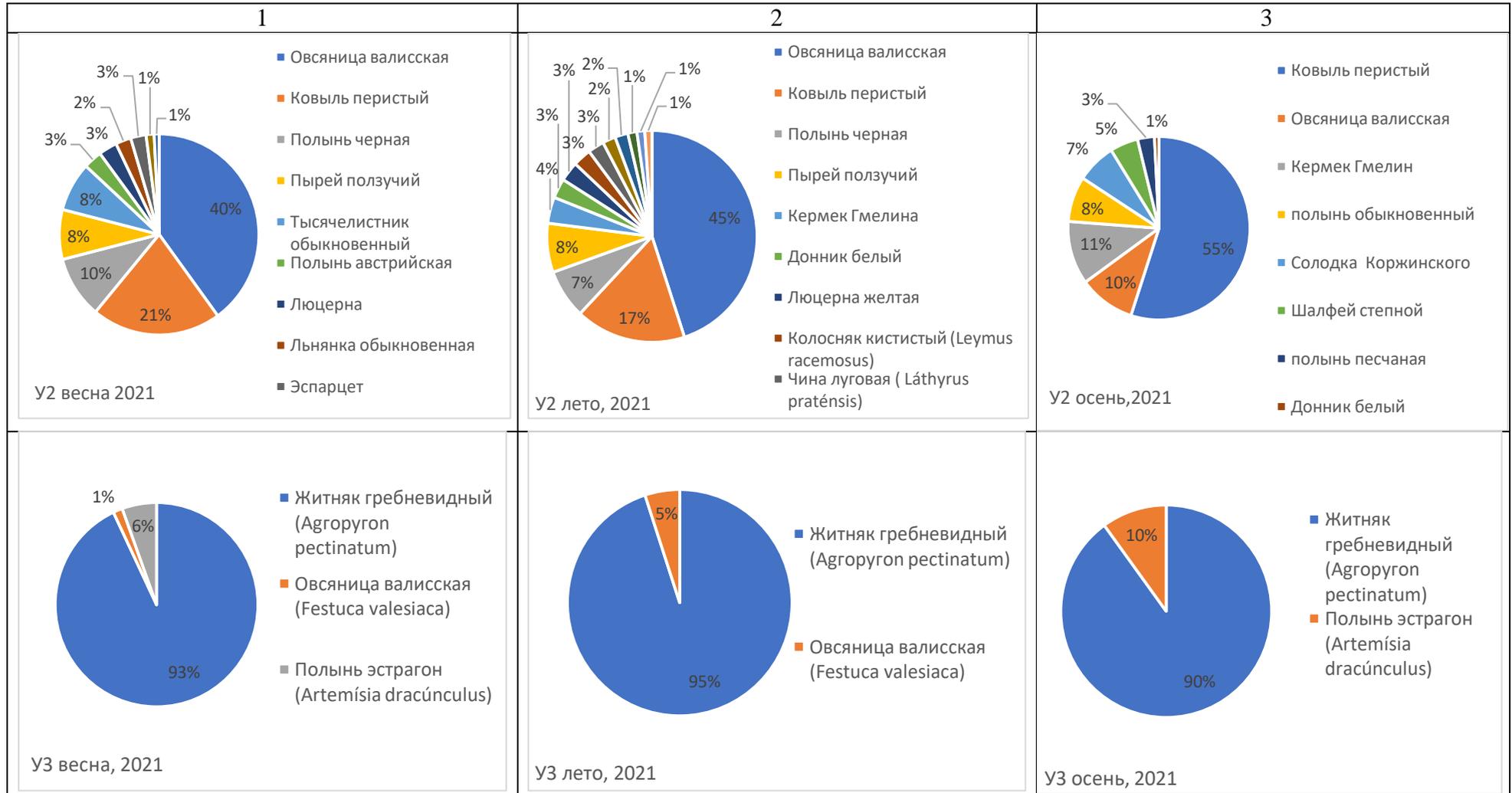
продолжение таблицы-8



продолжение таблицы-8

1	2	3																																																																		
2021 год																																																																				
Весна	Лето	Осень																																																																		
<p>контроль весна</p> <table border="1"> <caption>Весна - контроль весна</caption> <tr><th>Вид растения</th><th>Процент</th></tr> <tr><td>Овсяница валлисская</td><td>17%</td></tr> <tr><td>Ковыль волосатик</td><td>48%</td></tr> <tr><td>Полынь горкая</td><td>14%</td></tr> <tr><td>Молочай острый</td><td>10%</td></tr> <tr><td>Лапчатка прямая</td><td>4%</td></tr> <tr><td>Тысячелистник обыкновенный</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Мятлик луговой</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Кострец безостый</td><td>2%</td></tr> </table>	Вид растения	Процент	Овсяница валлисская	17%	Ковыль волосатик	48%	Полынь горкая	14%	Молочай острый	10%	Лапчатка прямая	4%	Тысячелистник обыкновенный	3%	Мятлик луговой	2%	Кострец безостый	2%	<p>контроль лето,</p> <table border="1"> <caption>Лето - контроль лето,</caption> <tr><th>Вид растения</th><th>Процент</th></tr> <tr><td>Овсяница валлисская</td><td>15%</td></tr> <tr><td>Ковыль волосатик</td><td>52%</td></tr> <tr><td>Полынь горкая</td><td>16%</td></tr> <tr><td>Молочай острый</td><td>12%</td></tr> <tr><td>Тысячелистник обыкновенный</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Вьюнок полевой</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Подорожник большой</td><td>1%</td></tr> </table>	Вид растения	Процент	Овсяница валлисская	15%	Ковыль волосатик	52%	Полынь горкая	16%	Молочай острый	12%	Тысячелистник обыкновенный	2%	Вьюнок полевой	2%	Подорожник большой	1%	<p>контроль осень</p> <table border="1"> <caption>Осень - контроль осень</caption> <tr><th>Вид растения</th><th>Процент</th></tr> <tr><td>Ковыль волосатик (Stípa capilláta)</td><td>1%</td></tr> <tr><td>Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)</td><td>72%</td></tr> <tr><td>Полынь горкая (Artemisia absinthium)</td><td>13%</td></tr> <tr><td>Молочай острый (Euphorbia esula)</td><td>9%</td></tr> <tr><td>Вьюнок полевой (Convolvulus arvensis)</td><td>5%</td></tr> </table>	Вид растения	Процент	Ковыль волосатик (Stípa capilláta)	1%	Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)	72%	Полынь горкая (Artemisia absinthium)	13%	Молочай острый (Euphorbia esula)	9%	Вьюнок полевой (Convolvulus arvensis)	5%																				
Вид растения	Процент																																																																			
Овсяница валлисская	17%																																																																			
Ковыль волосатик	48%																																																																			
Полынь горкая	14%																																																																			
Молочай острый	10%																																																																			
Лапчатка прямая	4%																																																																			
Тысячелистник обыкновенный	3%																																																																			
Мятлик луговой	2%																																																																			
Кострец безостый	2%																																																																			
Вид растения	Процент																																																																			
Овсяница валлисская	15%																																																																			
Ковыль волосатик	52%																																																																			
Полынь горкая	16%																																																																			
Молочай острый	12%																																																																			
Тысячелистник обыкновенный	2%																																																																			
Вьюнок полевой	2%																																																																			
Подорожник большой	1%																																																																			
Вид растения	Процент																																																																			
Ковыль волосатик (Stípa capilláta)	1%																																																																			
Овсяница валлисская (Festuca valesiaca)	72%																																																																			
Полынь горкая (Artemisia absinthium)	13%																																																																			
Молочай острый (Euphorbia esula)	9%																																																																			
Вьюнок полевой (Convolvulus arvensis)	5%																																																																			
<p>У1 весна, 2021</p> <table border="1"> <caption>У1 весна, 2021</caption> <tr><th>Вид растения</th><th>Процент</th></tr> <tr><td>Овсяница валлисская</td><td>63%</td></tr> <tr><td>Пырей ползучий</td><td>11%</td></tr> <tr><td>Подорожник большой</td><td>7%</td></tr> <tr><td>Полынь белоземельная</td><td>4%</td></tr> <tr><td>Кровохлебка аптечная</td><td>4%</td></tr> <tr><td>Эспарцет</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Люпин многолистный</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Подмаренник настоящий</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Хрущявник полевой</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Полынь черная</td><td>1%</td></tr> </table>	Вид растения	Процент	Овсяница валлисская	63%	Пырей ползучий	11%	Подорожник большой	7%	Полынь белоземельная	4%	Кровохлебка аптечная	4%	Эспарцет	3%	Люпин многолистный	3%	Подмаренник настоящий	2%	Хрущявник полевой	2%	Полынь черная	1%	<p>У1 лето, 2021</p> <table border="1"> <caption>У1 лето, 2021</caption> <tr><th>Вид растения</th><th>Процент</th></tr> <tr><td>Овсяница валлисская</td><td>42%</td></tr> <tr><td>Ковыль Лессинга</td><td>10%</td></tr> <tr><td>Подорожник большой</td><td>9%</td></tr> <tr><td>Полынь белоземельная</td><td>9%</td></tr> <tr><td>Кровохлебка аптечная</td><td>6%</td></tr> <tr><td>Хрущявник полевой</td><td>8%</td></tr> <tr><td>Солодка Коржинского</td><td>5%</td></tr> <tr><td>Пырей ползучий</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Овсяница валлисская</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Ковыль Лессинга</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Подорожник большой</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Полынь белоземельная</td><td>1%</td></tr> </table>	Вид растения	Процент	Овсяница валлисская	42%	Ковыль Лессинга	10%	Подорожник большой	9%	Полынь белоземельная	9%	Кровохлебка аптечная	6%	Хрущявник полевой	8%	Солодка Коржинского	5%	Пырей ползучий	2%	Овсяница валлисская	2%	Ковыль Лессинга	2%	Подорожник большой	2%	Полынь белоземельная	1%	<p>У1 осень, 2021</p> <table border="1"> <caption>У1 осень, 2021</caption> <tr><th>Вид растения</th><th>Процент</th></tr> <tr><td>Овсяница валлисская</td><td>48%</td></tr> <tr><td>Полынь белоземельная</td><td>14%</td></tr> <tr><td>Солонечник узколистный</td><td>12%</td></tr> <tr><td>Ковыль Лессинга</td><td>8%</td></tr> <tr><td>Полынь белая</td><td>8%</td></tr> <tr><td>Ковыль Лессинга</td><td>6%</td></tr> <tr><td>Люцерна желтая</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Пырей ползучий</td><td>2%</td></tr> </table>	Вид растения	Процент	Овсяница валлисская	48%	Полынь белоземельная	14%	Солонечник узколистный	12%	Ковыль Лессинга	8%	Полынь белая	8%	Ковыль Лессинга	6%	Люцерна желтая	2%	Пырей ползучий	2%
Вид растения	Процент																																																																			
Овсяница валлисская	63%																																																																			
Пырей ползучий	11%																																																																			
Подорожник большой	7%																																																																			
Полынь белоземельная	4%																																																																			
Кровохлебка аптечная	4%																																																																			
Эспарцет	3%																																																																			
Люпин многолистный	3%																																																																			
Подмаренник настоящий	2%																																																																			
Хрущявник полевой	2%																																																																			
Полынь черная	1%																																																																			
Вид растения	Процент																																																																			
Овсяница валлисская	42%																																																																			
Ковыль Лессинга	10%																																																																			
Подорожник большой	9%																																																																			
Полынь белоземельная	9%																																																																			
Кровохлебка аптечная	6%																																																																			
Хрущявник полевой	8%																																																																			
Солодка Коржинского	5%																																																																			
Пырей ползучий	2%																																																																			
Овсяница валлисская	2%																																																																			
Ковыль Лессинга	2%																																																																			
Подорожник большой	2%																																																																			
Полынь белоземельная	1%																																																																			
Вид растения	Процент																																																																			
Овсяница валлисская	48%																																																																			
Полынь белоземельная	14%																																																																			
Солонечник узколистный	12%																																																																			
Ковыль Лессинга	8%																																																																			
Полынь белая	8%																																																																			
Ковыль Лессинга	6%																																																																			
Люцерна желтая	2%																																																																			
Пырей ползучий	2%																																																																			

продолжение таблицы-8



На У2 весной травостой на 56% состоял из овсяницы валлисской (*Festuca valesiaca*), 15% из ковыля перистого (*Stipa pennata*), 8% из пырея ползучего, 4% донника желтого из семейства бобовых. Перед летним выпасом на данном участке в составе травостоя кроме растения, которые прорастали весной, были определены еще эстрагон полынь, вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), мордовник степной (*Echinops ritro*), торица полевая (*Spergula arvensis*), горчак ястребинковая (*Picris hieracioides*), солонечник мохнатый (*Galatella villosa*). После выпаса содержание главного доминанта - овсяницы валлисской (*Festuca valesiaca*) уменьшилось до 40%, однако ковыль перистый (*Stipa pennata*) занимал 25% травостоя. Наблюдалось поедание скотом бобовых и некоторых злаковых растений, и остались в составе травостоя непоедаемые виды такие как: полынь эстрагон, солодка Коржинского, мордовник степной, солонечник мохнатый, горчак ястребинковая

У3 был сеянным житняковым пастбищем, почти весь травостой состоял из житняка гребневидного (*Arrhenatherum rectum*) – 89%. Примечательно скудное разнообразие видов по всем повторностям и наблюдениям, в среднем на данном участке весной кроме житняка, произрастало только два вида: овсяница валлийская (*Festuca valesiaca*) – 6,0%, полынь эстрагонная (*Artemisia dracunculus*) – 5,0%. К лету была определена еще полынь горькая (*Artemisia vulgaris*).

В 2021 году на контрольном участке по сравнению с прошлым годом уменьшилось содержание овсяницы валлийской на 2%, но увеличилось содержание полыни горькой на 11%. А также на данном участке прорастали непоедаемые скотом растения, такие как: молочай острый и другие.

На второй год использования пастбищеоборота на У1 весной активно прорастали овсяница валлийская, но тем не менее ее содержание уменьшилось на 12% чем в прошлом году, но из ценных кормовых трав увеличилось количество пырея ползучего, эспарцета. Прорастали из разнотравья подорожник большой, полынь белоземельная, кровохлебка аптечная, люпин многолистный, подмаренник настоящий, хруплявник полевой. Летом, после проведения весеннего выпаса, на данном участке содержание овсяницы валлийской еще на 21%, пырея ползучего на 9% уменьшилось и в составе травостоя появился ковыль волосатик, занимая 10,5% травостоя, из разнотравья так же как и весной присутствовали подорожник большой, полынь белоземельная, кровохлебка аптечная, хруплявник полевой, из новых растений появились Солодка Коржинского, липучка оттопыренная, морковь дикая, солонечник узколистный, горечавка легочная, мытник Кауфмана. Ценные кормовые растения как эспарцет, люцерна и пырей ползучий поедались скотом и сильно сократились в составе травостоя. Осенью доминантное растение овсяница валлисская восстановилось на 6%, также полынь белоземельная увеличилось на 5%, солонечник узколистный на 10%.

На У2 в начале пастбищного сезона травостой состоял на 40% из овсяницы валлийской, 21% ковыля перистого, 10% из полыни, 8% из пырея ползучего, 8% из тысячелистника обыкновенного. Также были незначительном количестве из

бобовых люцерна желтая и эспарцет, из разнотравья полынь австрийская, льнянка обыкновенная, подмаренник настоящий, солянка обыкновенная. Летом также травостой в основном состоял из овсяницы валлийской и ковыля перистого, но состав травостоя стал богаче, прорастали из бобовых донник белый, люцерна желтая, чина луговая, вьюнок полевой, из разнотравья кермек Гмелина, полынь обыкновенный, шалфей степной, василистник малый. Осенью, после проведения летнего выпаса на данном участке скотом поедался овсяница валлийская и бобовые. Травостой состоял на 55% из ковыля перистого, 11% кермека Гмелины, всего на 10% из овсяницы валлийской, которая до выпаса составляла 45% всего травостоя, а также на 8% из полыни обыкновенной, 7% из солодки Коржинского, 5% из шалфея степного.

На У3, где выпас производился осенью травостой состоял из житняка гребневидного (*Arrhenatherum rectum*). Примечательно скудное разнообразие видов по всем повторностям и наблюдениям, в среднем на данном участке весной кроме житняка, произрастало только два вида: овсяница валлийская (*Festuca valesiaca*) – 5,0%, полынь эстрагонная (*Artemisia dracunculoides*) – 10,0%.

Всего в ходе ботанических исследований выявлено около 70 видов растений, принадлежащих к 23 ботаническим семействам. Из всех видов 21 видов относились к семейству сложноцветных (*Asteraceae*), 10 к семейству бобовых (*Fabaceae*), 6 видов к семейству злаковых (*Poaceae*), 5 к семейству розовых (*Rosaceae*).

Для эффективного контроля и управления биоразнообразием необходимо иметь способы измерения этого разнообразия. Измерение возможно, когда качественные признаки можно будет описать количественно, в величинах, которые можно сравнивать. Результаты такого анализа биологического разнообразия ботанического состава травостоя пастбищ приведены в таблице-9 (приложение Г).

Таблица 9 – Ботанический состав травостоя по индексу разнообразия Шеннона-Уивера (*H'*)

Годы	Участки	<i>H'</i> -индекс		
		Весна	Лето	Осень
1	2	3	4	5
2019 (контроль)	У0 (контроль)	1,40	1,11	1,05
	У1	0,91	1,45	1,33
	У2	0,51	0,85	1,26
	У3	0,39	0,11	0,04
2020	У0 (контроль)	1,60	1,42	1,10
	У1	1,00	2,09	1,47
	У2	1,24	2,29	1,64
	У3	0,43	0,50	0,28

продолжение таблицы-9

1	2	3	4	5
2021	<i>У0 (контроль)</i>	1,56	1,38	0,91
	У1	1,24	1,66	1,52
	У2	1,53	1,74	1,49
	У3	0,29	0,20	0,33

При бессистемном выпасе индекс биоразнообразия в 2019 году составил в среднем за год 0,91. В 2020 году на участках пастбищеоборота данный индекс был на уровне 1,22, а на участках бессистемного выпаса 1,37, в 2021 году 1,11 и 1,28 соответственно. Это объясняется, что на третьем участке осеннего пользования прорастал житняк гребневидный как абсолютное доминантное растение.

Результаты показывают, что проведение круглогодичного бессистемного выпаса снижает богатство и разнообразие растений пастбищ. При использовании пастбищеоборота индекс Шеннона-Уивера повышалась по сезонам года несмотря на умеренный выпас.

3.4.1 Высота травостоя

Высота травостоя пастбищ в первый год исследования при бессистемном выпасе на контурах была от 12,8 до 40,12 см. В 2020 году при использовании пастбищеоборота высота растений колебалась от 9,56 до 44,40 см, а на контрольном участке, где в течение круглого года производился бессистемный выпас высота растений варьировала от 9,28 до 18,62 см, а в третьем году исследования при системном выпасе была от 15,85 до 38,6 см, в то время как на контрольном участке пастбищ данный показатель был от 11,84 до 14,40 см (таблица 10, рисунок 10, приложение Д).

Таблица 10 – Высота травостоя по контурам в весенний пастбищный период

Годы	Участки сезонных пастбищ	Высота травостоя, см		
		Весна	Лето	Осень
1	2	3	4	5
2019 (контроль)	<i>У0 (контроль)</i>	14,42	14,11	12,20
	У1	12,83	15,74	14,97
	У2	15,81	19,75	26,0
	У3	19,73	40,12	39,3
	<i>P-значение (Sig.)</i>	<i>0,005</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>
2020	<i>У0 (контроль)</i>	18,62	9,28	9,14
	У1	23,16	9,56	16,42
	У2	19,54	23,11	19,92
	У3	36,67	44,40	40,81
	<i>P-значение (Sig.)</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>

продолжение таблицы-10

2021	У0 (контроль)	14,40	11,84	12,26
	У1	18,0	15,85	24,4
	У2	16,54	22,38	19,21
	У3	20,69	32,5	38,6
	Р-значение (Sig.)	0,067	0,000	0,000

В 2020 году на У1 выпас производился весной и перед выпасом высота травостоя на данном участке была 23,16 см, но после проведенного выпаса снизилась на 13,6 см. Но, к осени наблюдалась возрастание трав на 6,86 см. В то время как на участке, где производился круглогодичный бессистемный выпас, данный показатель снижалась к концу пастбищного периода от 18,62 см до 9,14 см. На У2, где выпас производился летом, высота была 23,11 см перед выпасом и после снизилась на 3,19 см. В осенний сезон выпас производился на У3, данный участок являлся сеянным житняковым пастбищным участком. Перед выпасом высота травостоя была 40,81 см, после проведенного выпаса и зимы в следующем 2021 году весной была на уровне 20,69 см.



Рисунок 10. Образцы в летний период

В 2021 году в начале пастбищного периода высота травостоя на участках была от 16,54 до 20,69 см, на контрольном участке высота растений была 14,40 см. После весеннего выпаса на У1 высота травостоя снизилась на 2,15 см, когда при бессистемном выпасе к лету данный показатель снизилась на 2,56 см. После проведения летнего выпаса на У2 высота снизилась на 3,17 см и был на уровне 19,21 см, это больше на 6,95 см чем контрольный вариант, несмотря на проведенный выпас.

3.4.2 Проективное покрытие

В первый год исследования, при бессистемном выпасе проективное покрытие по участкам колебалось от 58,0 до 73,0%, в 2020 году с использованием пастбищеоборота проективное покрытие составляло от 61,0 до 93,0%, а в 2021 году на втором году использования пастбищеоборота составила от 55,0 до 90% (таблица 11, приложение Ж).

Таблица 11 – Проективное покрытие ТОО «ПХ Аршалы», %

Годы	Участки сезонных пастбищ	Проективное покрытие, %		
		Весна	Лето	Осень
2019 (контроль)	<i>У0 (контроль)</i>	70,0	75,0	72,0
	У1	61,0	70,0	73,0
	У2	64,0	72,0	72,0
	У3	58,0	68,0	71,0
	<i>P-значение (Sig.)</i>	0,061	0,388	0,973
2020	<i>У0 (контроль)</i>	60,0	62,0	55,0
	У1	65,0	65,0	60,0
	У2	61,0	93,0	70,0
	У3	92,0	92,0	76,0
	<i>P-значение (Sig.)</i>	0,000	0,000	0,004
2021	<i>У0 (контроль)</i>	50,0	55,0	50,0
	У1	72,0	68,0	70,0
	У2	78,0	86,0	58,0
	У3	90,0	78,0	70,0
	<i>P-значение (Sig.)</i>	0,000	0,000	0,008

Весной проективное покрытие было от 60 до 92 % на участках включая контроля. После проведенного выпаса на У1 проективное покрытие оставалось неизменной, что объясняется прорастанием новых растений, несмотря на поедание трав животными. На других участках, где в данном периоде выпас не производился, проективное покрытие было намного выше 93 и 92%. А на контрольном участке, где выпас производился повсеместно (бессистемно) в течение всего пастбищного периода, проективное покрытие было значительно ниже.

По результатам анализа дисперсии (ANOVA), проективное покрытие в 2019 контрольном году статистически значимо не различались между исследуемыми группами, то есть по участкам пастбищ, а в остальных годах при использовании пастбищеоборота показатели были статистически значимы.

Таким образом, в наших исследованиях недостаток влаги вместе с фактором бессистемного выпаса привело к уменьшению проективного покрытия. Растения замедлили свой рост или даже начали отмирать, что в дальнейшем привело к уменьшению плотности растительного покрытия и увеличению обнаженной почвенной поверхности.

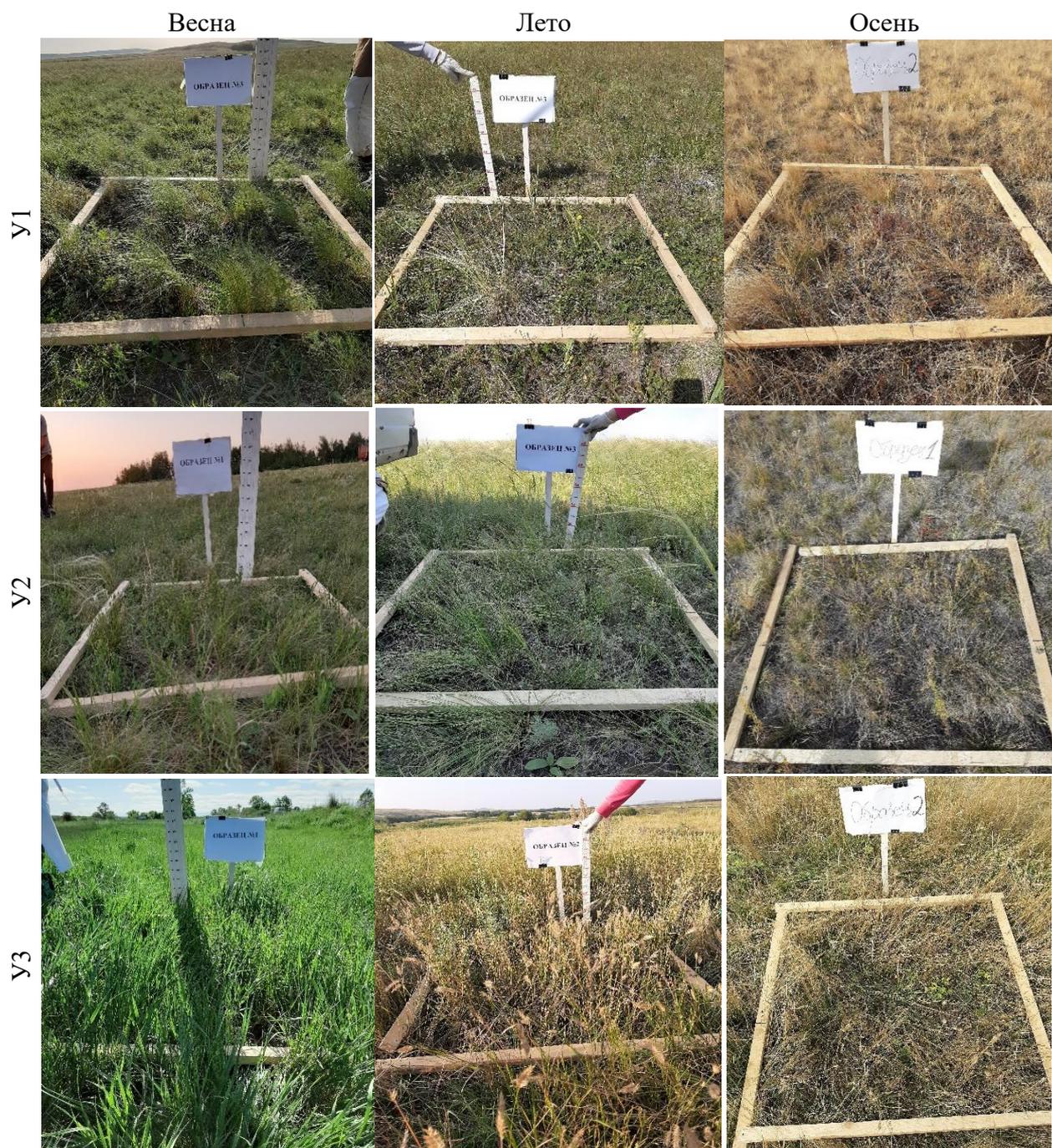


Рисунок 11. Проективное покрытие по сезонам года

3.5 Урожайность и питательная ценность травостоя пастбищ

Урожайность участков пастбищ в 2019 году, при бессистемном выпасе была от 0,57 до 5,54 т/га. В 2020 году при использовании пастбищеоборота урожайность пастбищных участков была от 0,77 до 5,66 т/га, а также на второй год использования пастбищеоборота от 0,84 до 5,68 т/га (таблица 12, приложение И).

Таблица 12 – Урожайность участков пастбищ по сезонам при различных способах выпаса, т/га

Годы	Участки сезонных пастбищ	Весна	Лето	Осень
2019 (контроль)	<i>У0 (контроль)</i>	2,27	2,12	1,54
	У1	1,19	1,58	0,57
	У2	2,43	2,61	2,17
	У3	2,97	5,54	2,41
	<i>P-значение (Sig.)</i>	<0,05	<0,05	<0,05
2020	<i>У0 (контроль)</i>	0,97	0,85	0,68
	У1	1,24	0,77	0,91
	У2	2,23	3,05	2,04
	У3	3,92	5,66	4,92
	<i>P-значение (Sig.)</i>	0,022	0,024	0,022
2021	<i>У0 (контроль)</i>	0,50	0,55	0,45
	У1	1,32	0,84	0,86
	У2	2,55	2,88	1,35
	У3	3,84	5,68	5,34
	<i>P-значение (Sig.)</i>	0,015	0,022	0,019

При бессистемном выпасе урожайность пастбищ весной на У1 была 1,19 т/га, летом на 0,39 т/га выше, но к осени продуктивность этого участка снизилась почти в 3 раза чем в начале пастбищного сезона и составила 0,57 т/га. При использовании пастбищеоборота в 2020 году на этом участке урожайность весной составила 1,24 т/га. После выпаса, то есть летом, она снизилась на 0,47 т/га, а к осени восстановилась до 0,91 т/га. По сравнению с бессистемным выпасом, при использовании пастбищного оборота продуктивность была выше в мае на 0,05 т/га и в сентябре на 0,34 т/га. На второй год (2021 г) использования пастбищеоборота на данном участке урожайность до выпаса была 1,32 т/га, после выпаса снизилась до 0,84 т/га, а к осени увеличилась до 0,86 т/га, несмотря на проведенный выпас.

На У2, при бессистемном выпасе, урожайность весной составила 2,43 т/га, к лету увеличилась на 0,18 т/га, а к осени произошло снижение на 0,44 т/га по сравнению с летними показателями. На следующий (2020) год, при использовании пастбищеоборота урожайность весной была 2,23 т/га, летом перед выпасом составила 3,05 т/га, после проведенного выпаса снизилась до 1,04 т/га. При использовании пастбищеоборота в 2021 году урожайность на У2 весной была 2,55 т/га, перед выпасом 2,88 т/га, после выпаса составила 1,35 т/га.

На У3, который является житняковым сеянным участком в первом году при бессистемном выпасе урожайность менялось с 2,97 на 5,54 т/га с весны на лето и к осени снизилась до 2,41 т/га. При использовании пастбищеоборота

Химический состав кормов за 2019-2021гг отобранных на участках пастбищ представлен на таблице -13. Среднее содержание влаги за три года в

составе растений естественных пастбищ весной было от 71,13 до 80,80%, к лету уменьшилось до 71,34-76,34%, осенью была на уровне от 60,90 до 68,25%. Содержание сырого протеина весной на участках, где использовался пастбищеоборот варьировала от 13,72 до 14,56%, что совпадает с исследованиями Chalchissa, где его содержание в пожнивных остатках было в среднем на таком же уровне [121], так как в наших исследованиях также были определены старые растения – остатки прошлого года. К лету содержание сырого протеина по всем участкам была от 11,89 до 12,02%, это связано с прорастанием разнообразных видов растений и почвенно-климатическими условиями территорий. Осенью его содержание снизилось до 8,20-8,33%. Содержание сырого жира в начале пастбищного периода было на уровне 2,96-3,13%, и к лету уменьшилось до 2,56-2,81%, осенью была на уровне от 2,16 до 2,43%. Безазотистые вещества, в начале пастбищного периода, были на уровне от 50,87 до 53,40%, летом от 48,49 до 50,07%, осенью от 51,34 до 52,57%. Зольность от начала к концу пастбищного периода снижалась: от весны к осени содержание золы варьировала от 8,90 до 5,88% (приложение К).

Таблица 13 – Химический состав кормов за 2019-2021 гг, %.

Сезоны	Участки пастбищ	Влага, %	2019-2021гг				
			СП	СК	Зола	СЖ	БЭВ
Весна	У0 (контроль)	71,13	13,6	23,5	8,9	3,13	50,87
	У1	78,00	13,87	21,1	8,76	2,87	53,40
	У2	80,80	14,20	20,6	8,87	3,12	53,21
	У3	77,31	14,56	20,34	8,85	2,96	53,29
Лето	У0 (контроль)	76,37	11,24	30,83	6,57	2,63	48,73
	У1	76,74	11,89	29,76	6,78	2,56	49,01
	У2	71,34	11,94	30,1	6,72	2,75	48,49
	У3	73,84	12,02	28,95	6,15	2,81	50,07
Осень	У0 (контроль)	60,90	8,2	32,1	5,88	2,4	51,42
	У1	61,66	8,28	32,1	5,88	2,4	51,34
	У2	63,19	8,31	31,5	6,1	2,16	51,93
	У3	68,25	8,33	30,76	5,91	2,43	52,57

Как утверждают многие ученые, на химический состав кормов влияют климатические условия, принадлежность к тому или иному семейству, роду итд, фазы развития растений, особенности почвенных условий (кислотность, степень увлажнения, рельеф), продолжительность вегетационного периода, что подтверждается и в наших исследованиях [122]. Содержание протеина отличалось низким уровнем и уменьшалось к концу пастбищного сезона, который обусловлена ранним наступлением генеративной фазы и огрубением травостоя естественных пастбищ. Безазотистые экстрактивные вещества, которые включают в себя из наиболее ценных веществ крахмал и сахар,

наоборот, увеличивались осеннему сезону по сравнению с летним периодом (таблица 14).

Результаты анализа по определению питательности пастбищного травостоя за три года показали, что в 1 кг потребленного пастбищного корма при натуральной влажности содержался в начале вегетаций растений естественных пастбищ до 0,860 кг кормовых единиц, от 9,87 до 10,30 МДж обменной энергии, от 8,88 до 9,69 г переваримого протеина (таблица 14).

Таблица 14 – Питательность кормов пастбищной массы, (среднее за 2019-2021 гг, содержание в 1 кг корма)

Сезоны года	Участки пастбищ	Перевар. протеин	ОЭ, МДж	Корм, ед., кг
Весна	У0 (контроль)	8,88	9,87	0,789
	У1	9,11	10,20	0,842
	У2	9,39	10,27	0,854
	У3	9,69	10,30	0,860
Лето	У0 (контроль)	6,90	8,86	0,636
	У1	7,45	9,01	0,657
	У2	4,81	9,64	0,753
	У3	4,78	9,46	0,724
Осень	У0 (контроль)	4,35	8,68	0,611
	У1	3,31	8,64	0,605
	У2	3,32	8,74	0,619
	У3	3,33	8,85	0,635

В начале весны, когда температура начинала подниматься и уровень осадков увеличивался, многие растения пастбищ начали активно расти и развиваться. В это время переваримый протеин в растениях был относительно высоким от 8,88 до 9,69 г, так как растения только начинали формировать новые побеги и листья, которые содержат более высокую концентрацию белка. Но, содержание переваримой клетчатки в растениях наоборот была на более низком уровне, так как молодые части растений (например, нежные листья и побеги) обычно содержат меньше клетчатки по сравнению с более старыми и жесткими структурами растений, такими как стебли и корни.

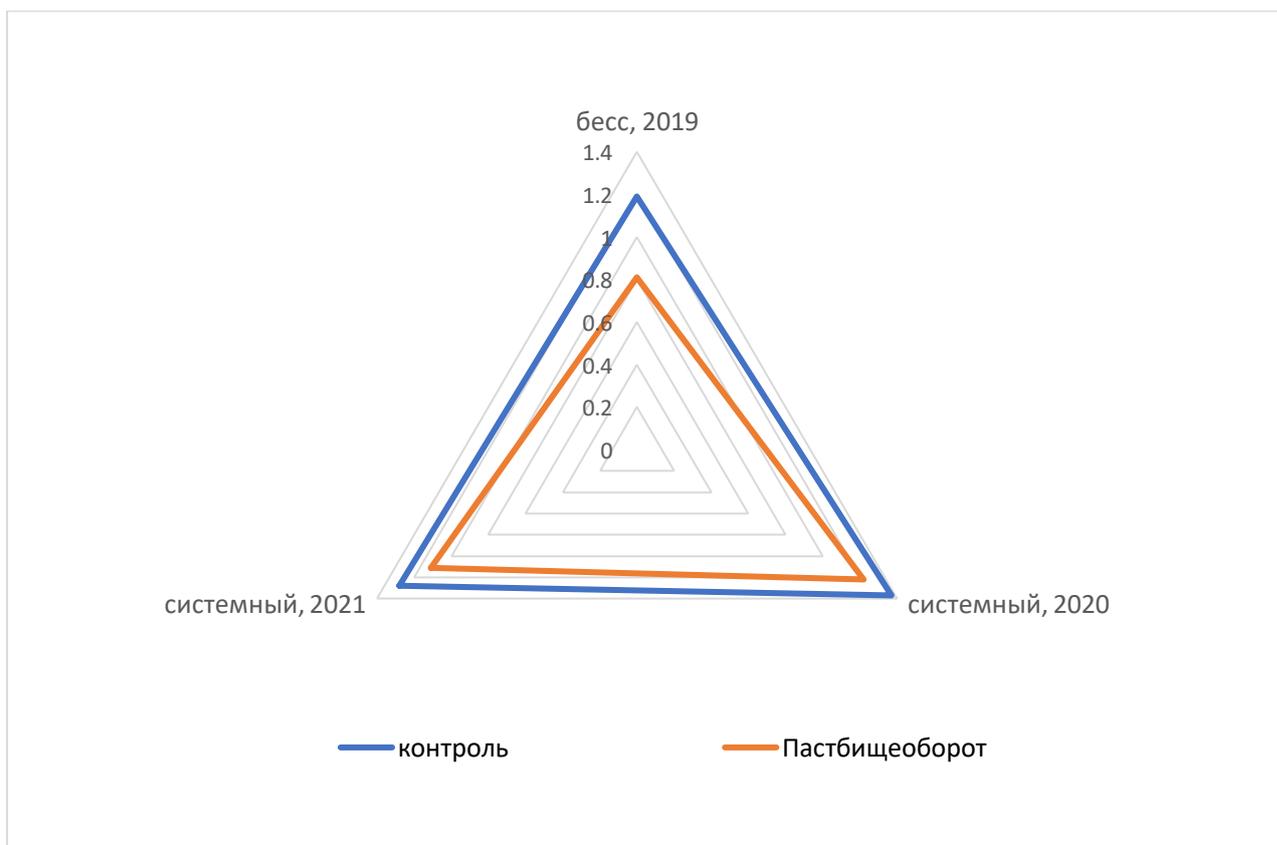
С началом осени и снижением температур, многие степные растения перешли в фазу засухостойких структур (например, семена или корни), что снизило содержание переваримого протеина до 4,78 г.

Таким образом, понимание и анализ сезонных изменений в питательных компонентах растений помогает разработать эффективные стратегии управления пастбищами, помогает понять динамику питательных компонентов на пастбищах и оптимизировать их использование в скотоводстве и сельском хозяйстве.

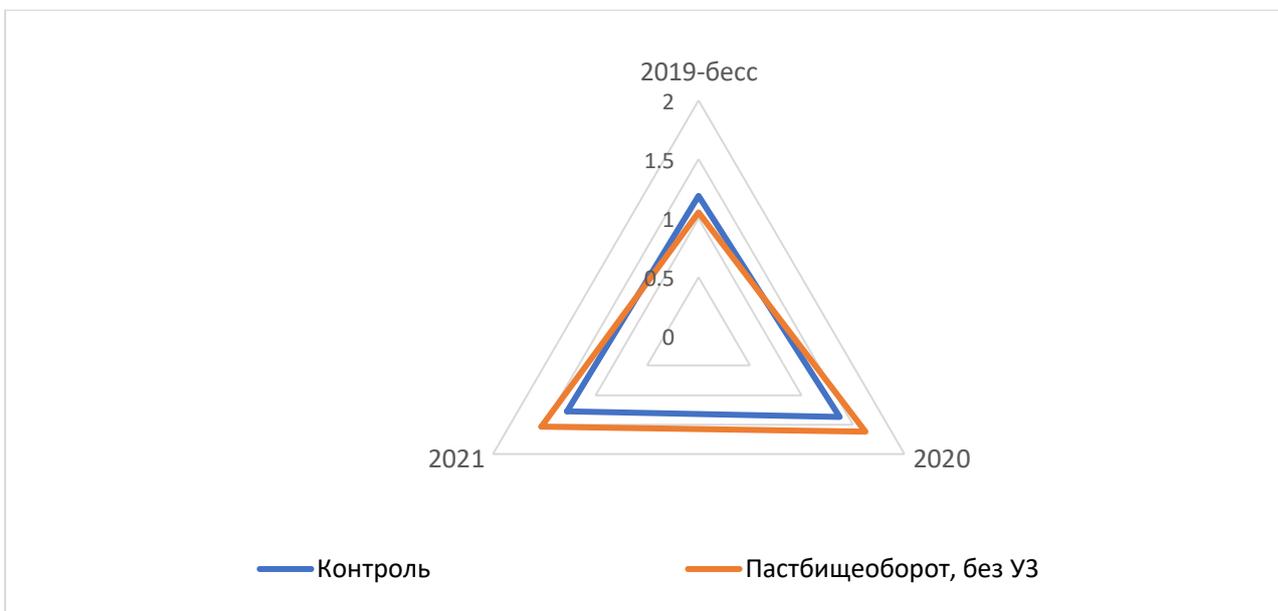
3.6 Удельный вес влияния выпаса на основные показатели формирования пастбищной массы

Степень и долю влияния климатических показателей и различных видов выпаса – ГТК, БКП, бессистемный выпас, системный выпас, ботанического состава, проективного покрытия, высоты растений на урожайность пастбищной массы определяли при проведении статистической обработки полученных данных разных опытов и многофакторного анализа в статистическом пакете IBM SPSS и Excel (приложение Л).

Наибольшая биоразнообразия растений в пастбищах в среднем за три года исследований была выявлена в 2020 году при использовании пастбищеоборота. Надо отметить, что на контрольном участке с бессистемным, непрерывным выпасом биоразнообразие оказалось выше, чем при использовании пастбищеоборота, так как при использовании пастбищеоборота в составе сезонных пастбищ третий участок был сеянным пастбищем. Соответственно, на данном участке доминировал только один вид, и субдоминантов не было, что оказывало влияние на общий средний показатель разнообразие пастбищеоборота (рисунок 12).



а)



б)

Рисунок 12. Влияние выпаса на разнообразие растений ()

Из рисунка 13 можно наглядно увидеть негативное влияние бессистемного выпаса (контроль) на урожайность. За три года исследования при непрерывном бессистемном выпасе урожайность пастбищного участка снизилась с 1,66 на 0,50 т/га.



Рисунок 13. Влияние выпаса на урожайность

При изучении влияния выпаса на высоту травостоя можно увидеть вытянутый угол пастбищеоборота в 2020 году, что говорит о максимальной высоте растений в 2020 году, при использовании пастбищеоборота. Показатели

высоты травостоя на контрольном участке были на одном уровне за три года, изменившись с 13,58 до 12,35 см, что меньше на 10 и 15 см от высоты травостоя при использовании пастбищеоборота (рисунок 14).

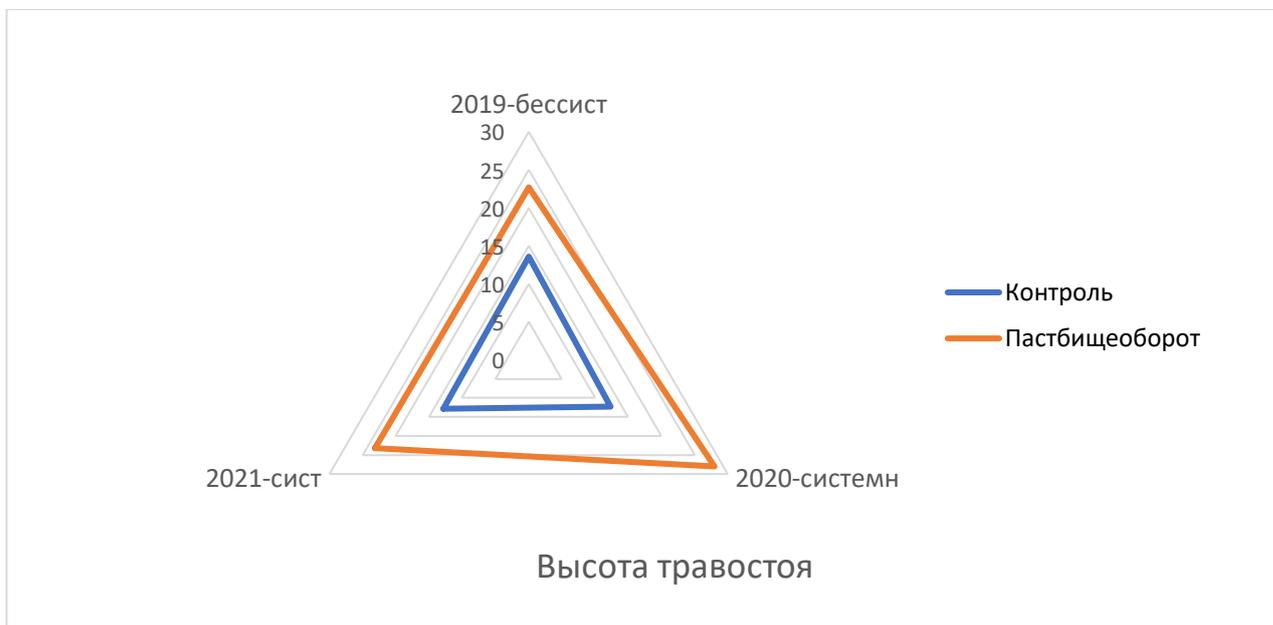


Рисунок 14. Влияние выпаса на высоту травостоя

Проективное покрытие за три года исследования при бессистемном выпасе снизилось от 72% до 52%, а при использовании пастбищеоборота показатели проективного покрытия были выше в среднем на 16-23% выше в 2020 и 2021 гг.



Рисунок 15. Влияние выпаса на проективное покрытие

Таким образом возникает необходимость изучения совокупного влияния и доли участия всех изучаемых факторов на урожайность пастбищной массы.

Множественный регрессионный анализ позволяет исследовать, как несколько независимых переменных (факторов) воздействуют на зависимую переменную (урожайность), а также выявить взаимодействия между этими факторами и оценить их воздействие на урожайность. Этот метод представляет собой совокупность первоначальных наблюдений, которая позволяет провести статистическую оценку влияния и взаимодействия нескольких исследуемых факторов на изменчивость результативного признака. Эффект взаимодействия представляет собой ту часть общей изменчивости, которая обусловлена различным воздействием одного фактора при разных уровнях другого фактора. Конкретное воздействие комбинаций факторов выявляется в случае, когда при одних значениях первого фактора второй фактор оказывает слабое или подавляющее воздействие, в то время как при других значениях первого фактора второй проявляет сильное и стимулирующее воздействие на развитие зависимой переменной.

В полевых экспериментах часто наблюдаются ситуации, когда эффект, достигаемый при совместном применении изучаемых факторов, либо превышает (синергизм), либо уступает (антагонизм) сумме эффектов, полученных при раздельном применении каждого из них. Это свидетельствует о наличии взаимодействия между факторами: в первом случае оно положительное, а во втором - отрицательное. Если факторы не взаимодействуют, то прирост, достигаемый при совместном применении, равен сумме приростов, полученных при их раздельном воздействии, что называется аддитивным эффектом.

Влияние случайностей, несмотря на их, на первый взгляд, непонятность, в большинстве случаев имеют определенную закономерность, которой можно придать строгую математическую форму и на основе математической модели представляется возможным установить некоторые статистические показатели, позволяющие охарактеризовать степень точности и достоверности полученных результатов в опыте.

Исходя из результатов проведенного регрессионного анализа, можно сделать следующие выводы: при проведении бессистемного выпаса в 2019 году на сезонных участках значимость константы выше уровня значимости 0,05, что означает, что базовое значение урожайности пастбищ не является статистически значимым. Это означает, что на урожайность пастбищ влияют другие факторы, а не только рассматриваемые независимые переменные (проективное покрытие, высота растений и влага). В данном случае под другим факторам можно предположить выпас.

В 2021 году, при использовании пастбищеоборота на урожайность зеленой массы значимо влияли высота растений и проективное покрытие, при том, что на второй год использования пастбищеоборота влияли высота растений и влагообеспеченность почвы, но не проективное покрытие. А константа в данном случае равна к 0,039 ($<0,05$), что указывает на статистически значимое влияние совокупности этих факторов на урожайность зеленой массы.

Важно отметить, что незначимость коэффициента регрессии не означает отсутствие связи между проективным покрытием и урожайностью вообще. Это лишь указывает на то, что в данном конкретном контексте исследования, при учете других переменных, проективное покрытие при использовании пастбищеоборота не является статистически значимым предиктором урожайности (таблица 15).

Таблица 15 – Регрессионный анализ

Модель		Не стандартизованные коэффициенты		Стандартные коэффициенты	t	Значимость
		B	Станд. ошибка	Бета		
2019 г.						
Бессистемный выпас	(Константа)	1,526	3,042		0,502	0,621
	ПП_2019	-0,028	0,041	-0,131	-0,687	0,499
	Выс_2019	0,101	0,019	0,763	5,229	0,000
	Влага_2019	0,007	0,006	0,219	1,171	0,254
2020						
Пастбищеоборот	(Константа)	-2,686	1,230		-2,184	0,039
	ПП_2020	,030	,012	,242	2,456	0,022
	выс_2020	,110	,026	,730	4,251	0,000
	влага_2020	,003	,017	,031	,195	0,847
2021						
Пастбищеоборот	(Константа)	-10,552	1,504		-7,015	0,000
	ПП_2021	,012	,019	,068	,648	0,524
	выс_2021	,189	,022	,724	8,680	0,000
	влага_2021	,093	,021	,472	4,510	0,000
а. Зависимая переменная: Урожайность 2019, 2020, 2021.						

Таким образом полученные результаты можно интерпретировать как:

- проективное покрытие: значимый коэффициент регрессии для проективного покрытия указывает на то, что увеличение проективного покрытия на пастбище приводит к повышению урожайности. Больше покрытие растительностью может означать более доступные пищевые ресурсы для животных, что способствует повышению продуктивности пастбища. А незначимые коэффициенты, которые получены при бессистемном выпасе, говорят о возможности вытаптывание скотом растительности, в результате, который растительность становится непригодным к поеданию несмотря на сохранение покрова.

- высота растений: значимый коэффициент регрессии для высоты растений указывает на то, что более высокие растения на пастбище связаны с повышенной урожайностью. Более высокие растения могут предоставлять больше пищевых ресурсов для животных, а также иметь более развитые корневые системы, что способствует эффективному использованию питательных веществ из почвы.

- влагообеспеченность почвы: значимый коэффициент в 2021 году предполагает негативное или позитивное влияние на урожайность при

использовании пастбищеоборота. А также незначимый коэффициент в 2019 году при бессистемном выпасе означает, что в данном контексте исследования влагообеспеченность почвы не оказывает статистически значимого влияния на урожайность. Предполагается, влагообеспеченность почвы может быть менее значимым фактором, по сравнению с другими факторами, которые могут оказывать более сильное воздействие на урожайность, такие как интенсивность выпаса и климатические условия.

Результаты корреляционного анализа показал значимую взаимосвязь между высотой травостоя и урожайностью в вариантах с пастбищеоборотом, надо отметить, что на контрольных вариантах, где производился бессистемный выпас не выявлена взаимосвязи на значимом уровне.

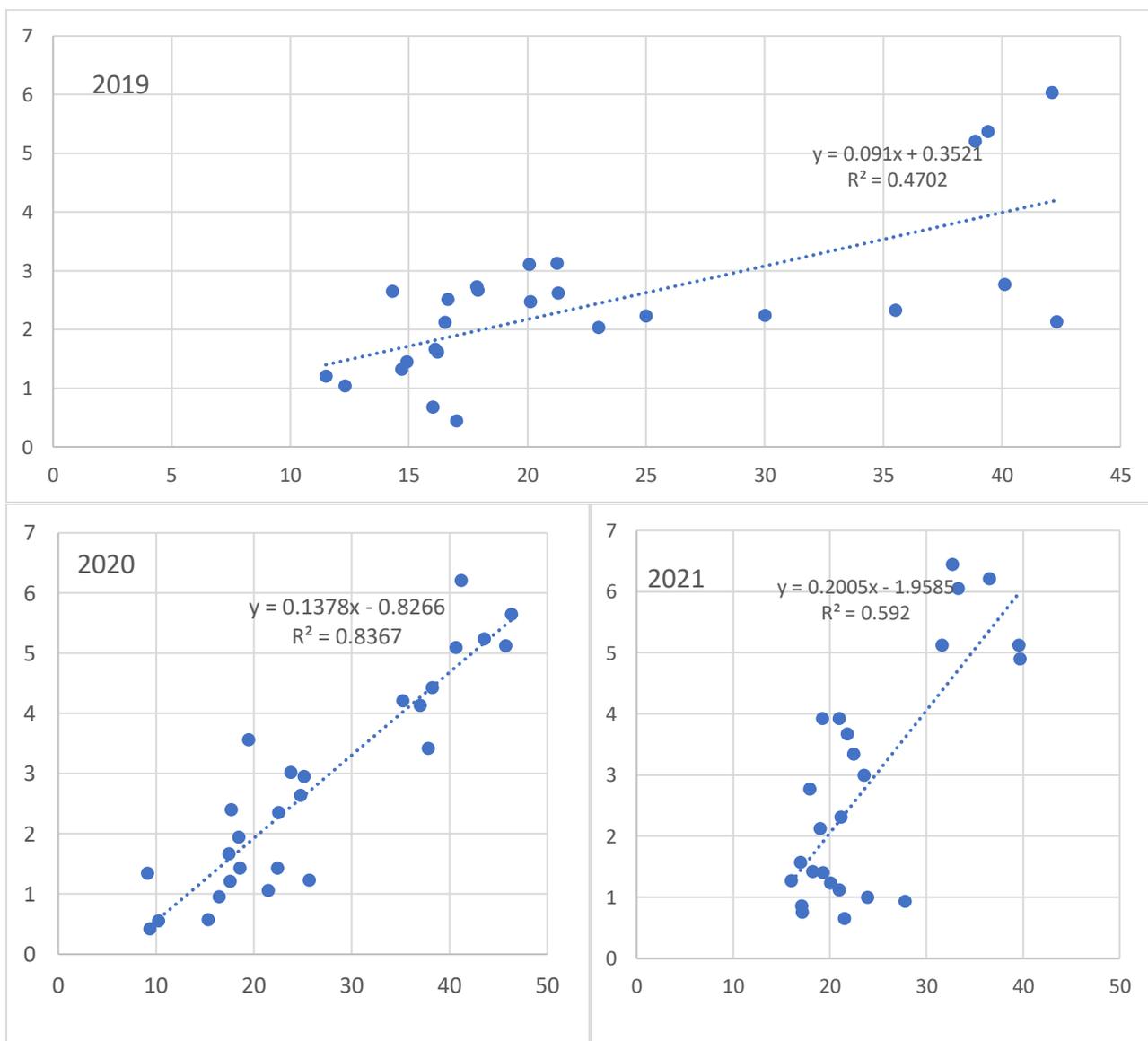


Рисунок 16 – Коррелятивная связь между урожайностью и высотой растений при использовании пастбищеоборота

Коэффициент корреляций между урожайностью пастбищ и высотой растений в 2020 году составил 0,91, в 2021 году 0,77 при использовании пастбищеоборота, а при бессистемном выпасе на данных участках данный коэффициент составил 0,69.

3.6 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАСТБИЩ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ВЫПАСА

3.6.1 Расчет нагрузки скота на пастбища и потребности кормов при различных уровнях выпаса

Рациональное использование естественных пастбищ является важным аспектом управления сельскохозяйственными землями. Эффективное использование пастбищ может улучшить качество пастбищных земель, повысить производительность животноводства, уменьшить затраты на кормление и улучшить экономическую эффективность сельскохозяйственного производства.

В контрольном 2019 году ТОО «Племхоза Аршалы» в среднем фактическая поедаемая урожайность на контрольном участке составил 1386,0 т, на сезонных участках 1449,0 т при бессистемном выпасе, что создавал дефицит пастбищного корма на контрольном участке -93,0 т на контрольном участке и -30 т на сезонных участках, так как потребность корма за весь пастбищный период составил в 2019 году 1392 т для 300 голов. В то время как, в 2021 году при использовании пастбищеоборота, за счет повышение урожайности пастбищ, на сезонных пастбищах (У1, У2, У3) был устранен дефицит пастбищного корма и в общем из всех сезонных участков выявлен профицит 533,0 т. Для сравнения, на контрольном участке с бессистемным выпасом был дефицит на 811 т. В 2021 году на контрольном участке с где проводилась бессистемный выпас дефицит увеличился на 231 тонн по сравнению с предыдущим годом. На сезонных пастбищах с использованием пастбищеоборота профицит пастбищного корма составил 526,0 тонн (таблица 16).

Таким образом, в 2019-2021 годы фактическая нагрузка скота на контрольный участок (У0) при бессистемном выпасе составила от 0,08 до 0,28 гол/га, при использовании пастбищеоборота нагрузка на сезонные пастбища (У1, У2, У3) была на уровне 0,41 гол/га.

Таблица 16 – Расчет нагрузки пастбищ и потребности пастбищного корма при различных уровнях выпаса

Годы	Участки	Выпасаемое стадо, усл.гол. (<i>n</i>)	Урожайность зел.массы (<i>У</i>), т	Общий кормозапас пастбищ ($O_{кз} = S * U$)	Фактическая подаваемая урожайность ($П_{уФ} = U - U * K_c^{***}$), т	Потребность в пастбищном корме ($П = n * \text{сут.норма}/1000$), т	Потребность корма за весь паст. период ($d^* \times n^{**}$), т	Фактическая нагрузка ($H = П_{уФ} / \text{сут.норма} * d$), гол/га	Площадь пастбищ для одной головы, S_n = $\text{сут.норма} * d / П_{уФ}$, га	Дефицит (профицит) пастбищного корма, т ($Ф_{кз} - П$)
2019 г. (контроль)	У0 (контроль)	300	1,98	1980,0	1386,0	8,7	1479	0,28	3,56	-93,0
	У1, У2, У3 (бесс.выпас)	300	2,07	2070,0	1449,0	8,7	1479	0,29	3,40	-30,0
2020 г	У0 (контроль)	300	0,83	830,0	581,0	8,7	1392	0,13	7,99	-811,0
	У1, У2, У3 (сист.выпас)	300	2,75	2750,0	1925,0	8,7	1392	0,41	2,41	533,0
2021 г	У0 (контроль)	300	0,5	500,0	350,0	8,7	1392	0,08	13,26	-1042,0
	У1, У2, У3 (сист.выпас)	300	2,77	2740,0	1918,0	8,7	1392	0,41	2,42	526,0

* d – продолжительность пастбищного периода, дней; ** сут.норма - норма суточного питания 29 кг для КРС мясного направления;

*** K_c – коэффициент стравливания = 0,7

3.6.2 Экономическая эффективность использования естественных пастбищ при различных уровнях выпаса

Для оценки экономической эффективности был рассчитан абсолютный прирост, который составил в 2019 году при бессистемном выпасе на контрольном участке 121-125,5 кг, в 2020 году на контрольном участке при бессистемном выпасе 121,0 кг, на сезонных пастбищах с использованием пастбищеоборота 152,0 кг, в 2021 году 119 и 141,5 кг соответственно. Среднесуточный прирост составил при бессистемном выпасе в 2019 году 0,712-0,738 кг на контрольном участке, при использовании пастбищеоборота на сезонных участках 0,950 кг, в 2021 году 0,884 кг. При этом на контрольном участке, где параллельно скот выпасался бессистемно, среднесуточный прирост составил 0,756 и 0,744 кг в 2020 и 2021 гг. Надо отметить, что среднесуточный прирост стандарта породы Ангус составляет 800 г (либо 0,8 кг).

В наших исследованиях пастбищный период длился в среднем 160 дней (5,5 месяцев), количество общего выпасаемого стада на участках 300 голов, из них 287-288 маточное поголовье. Прирост живой массы в пастбищный период (*поголовье телят*среднесуточный прирост*продолжительность пастбищного периода*) составил в 2019 году 25213 кг, в 2020 году на участке с бессистемным выпасом 25698 кг, на участке с пастбищеоборотом 34899 кг, в 2021 году 25019 и 32194 кг соответственно. А также была израсходована соль в среднем 60 г в сутки для одной головы, за пастбищный период (в среднем 160 дней, $60*160=9600$ г) 9,6 кг для одной головы, стоимость которой составляет 65 тг за кг.

Таблица 17 - Производительность телят Ангус при разных уровнях выпаса

Годы	Тип выпаса	Живая масса в начале и конце паст периода, кг		Абсолютный прирост, кг	Продолжительность паст периода, дней	Среднесуточный прирост, кг	Маточное поголовье, гол.	Выход телят, %	Количество телят, гол.	Средний прирост стандарта, г
		В начале	В конце							
2019	Бесс (к)	65	190,5	125,5	170	0,738	287	70	201	800
	Бесс У1, У2, У3	70	191	121	170	0,712	287	71	204	800
2020	Бессист	69	190	121	160	0,756	287	74	212	800
	Системн	68	220	152	160	0,950	287	80	230	800
2021	Бессист	67	186	119	160	0,744	288	73	210	800
	Системн	69	210,5	141,5	160	0,884	288	79	228	800

Таблица 18 – Экономические показатели за пастбищный период в годы исследования

Годы исследования	Тип выпаса	Прирост живой массы в пастбищный период, кг	Цена живой массы за 1 кг, тг	Валовая выручка	Расходы на содержание			Все расходы, тг	Чистая прибыль, тг	Рентабельность, %
					Заработная плата скотоводов	Эксплуатационные расходы	Затраты на соль, тг			
2019	Бесс (к)	25213	800	20170360	5 509 900	1 200 000	312 562	7 022 462	13 147 898	187,2
	Бесс (У1,У2,У3)	24656	800	19724936	5 541 470	1 200 000	314 352	7 055 822	12 669 114	179,6
2020	Бессист	25698	800	20558384	5 636 180	1 200 000	319 725	7 155 905	13 402 479	187,3
	Системн (У1,У2,У3)	34899	800	27919360	5 825 600	1 200 000	330 470	7 356 070	20 563 290	279,5
2021	Бессист	25019	800	20014848	5 612 640	1 200 000	318 390	7 131 030	12 883 818	180,7
	Системн (У1,У2,У3)	32194	800	25755264	5 802 720	1 200 000	329 172	7 331 892	18 423 372	251,3

*рентабельность рассчитана только за пастбищный период, затраты в зимний период не учтены

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ пастбищных угодий и численности скота в Аршалинском районе Акмолинской области показал, что не на всех пастбищах района сохраняется экологическое равновесие, и соблюдаются нормы пастбищной нагрузки. На сельхозпредприятиях Анарского, Ижевского, Аршалинского сельских округов выявлена потребность в 9,91 тыс.га пастбищных угодий для КРС, а в личных подсобных хозяйствах населения в Анарском, Акбулакском, Волгодоновском, Михайловском, Тургеневском, Константиновском сельских округах суммарный дефицит пастбищ для КРС составляет 14,13 тыс.га. При этом проведение круглогодичного бессистемного выпаса снижает богатство и разнообразие растений пастбищ.

2. Динамика изменений продуктивной влаги при использовании разных технологий выпаса показала, что на участках бессистемного выпаса скота в среднем за три года влага в почве в весенний период составила 79,2 мм, летом 50,5 мм и осенью 44,6 мм, а при использовании пастбищеоборота весной 92,8 мм, летом 69,5 и осенью 58,6 мм. Выявлена тенденция снижения продуктивной влаги почвы при продолжительном бессистемном использовании пастбищ. Интенсивное использование пастбищ и чрезмерная нагрузка приводит к уменьшению запасов влаги в почвах из-за усиленного нагревания грунта, вызванного снижением морт-массы и проективного покрытия сбитых зон.

3. В результате ботанических исследований выявлено около 70 видов растений, принадлежащих к 23 ботаническим семействам. Из всех видов 21 видов относились к семейству сложноцветных (Asteraceae), 10 к семейству бобовых (Fabaceae), 6 видов к семейству злаковых (Poaceae), 5 к семейству розовых (Rosaceae). Индекс биоразнообразия Шеннона-Уивера, который позволяет количественно оценить биоразнообразие путем описания качественных признаков, показал, что проведение круглогодичного бессистемного выпаса снижает богатство и разнообразие растений на пастбищах.

4. Анализ урожайности исследуемых участков пастбищ показал, что в 2019 году, при бессистемном выпасе была от 0,57 до 5,54 т/га. В 2020 году на участках с использованием пастбищеоборота варьировала от 0,77 до 5,66 т/га, на контрольном участке от 0,68 до 0,97 т/га, а в 2021 году при использовании пастбищеоборота от 0,84 до 5,68 т/га, на контрольном участке от 0,45 до 0,55 т/га. При этом содержание сырого протеина весной на участках, где использовался пастбищеоборот варьировала от 5,98 до 6,56 %, а на контрольном участке была 5,82%. К лету увеличилось до 7,63% и 7,28%; а к осени уменьшилось до 5,78 до 5,65% соответственно. По содержанию сырого жира и безазотистых веществ наблюдаются такие же закономерности. Это связано с прорастанием разнообразных видов растений и почвенно-климатическими условиями территорий.

5. На основе регрессионного анализа установлено, что значимый коэффициент регрессии для проективного покрытия указывает на то, что увеличение проективного покрытия на пастбище приводит к повышению

урожайности. Большое покрытие растительностью может означать более доступные пищевые ресурсы для животных, что способствует повышению продуктивности пастбища. А незначимые коэффициенты, которые получены при бессистемном выпасе, говорят о возможности вытаптывание скотом растительности, в результате, который растительность становится непригодным к поеданию несмотря на сохранение покрова.

6. Оценка экономической эффективности по абсолютному приросту показал, что в 2019 году при бессистемном выпасе на контрольном участке он составил 128,5 кг, на сезонных участках пастбищ 127,0 кг, в 2020 году на контрольном участке при бессистемном выпасе 121,0 кг, на сезонных пастбищах с использованием пастбищеоборота 152,0 кг, в 2021 году 119 и 141,5 кг соответственно. В целом рентабельность при бессистемном выпасе составил 187,3%, в то время как в таких же условиях, но при использовании пастбищеоборота рентабельность показала 279,5%. Второй год использования пастбищеоборота показал 251,3% рентабельности, а при бессистемном выпасе данный показатель составил 180,7%.

7. В целях рационального использования пастбищ составлена карта-схема с применением сезонного пастбищеоборота с оптимальной нагрузкой выпаса животных. Так, пастбища в зависимости от доминирующих видов растительности были разделены на три участка использования: 1-й участок – весеннего использования (весенние пастбища); 2-й - участок летнего использования (летнее пастбище) и 3-и - участок осеннего использования (осеннее пастбище) с обязательным отдыхом для участков. Пастбищный период длится 160 дней (5,5 месяцев), количество общего выпасаемого стада на участках 300 голов, из них 287-288 маточное поголовье. Прирост живой массы в пастбищный период составил в 2019 году 1665 и 27348 кг, в 2020 году на участке с бессистемным выпасом 1634 кг, на участке с пастбищеоборотом 35264 кг, в 2021 году 1671 и 33533 кг соответственно.

РЕКОМЕНДАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для рационального управления пастбищными ресурсами в степной зоне Акмолинской области необходимо регламентирование пастбищной нагрузки и четкое определение маршрутов движения скота на пастбищных участках с применением сезонного пастбищеоборота 1-й участок – весеннего использования (весеннее пастбище), 2-й - участок летнего использования (летнее пастбище), 3-й - участок осеннего использования (осеннее пастбище) с обязательным отдыхом для участков для обеспечения равномерного стравливания с оптимальной нагрузкой выпаса животных. На каждом сезонном участке рекомендуемая площадь пастбищ для одной головы КРС 2,5-3,5 га, при урожайности пастбищ 2,0-2,8 т/га.

Предлагаемая схема рационального использования пастбищных ресурсов для сельскохозяйственных предприятий, фермерских и крестьянских хозяйств мясного направления, расположенных в степной зоне Акмолинской области, позволяют повысить урожайность пастбищ на 20-30% по сравнению с бессистемным выпасом. Применение сезонного выпаса с отчуждением травостоя 70% от общей массы повысило прирост живой массы молодняка КРС на 30-40 кг по сравнению с бессистемным выпасом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2021 год.
2. Карынбаев А.К. Мониторинг состояния пастбищ Казахстана с использованием космической и наземной информации / А. К. Карынбаев, М. Ли, Ю. А. Юлдашбаев, Р. Я. Чуйков // Астраханский вестник экологического образования. – 2020. – № 3(57). – С. 112-116. – DOI 10.36698/2304-5957-2020-19-3-112-116. https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43027679_85872628.pdf.
3. Об утверждении Правил рационального использования пастбищ Приказ Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан - Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 24 апреля 2017 года № 173. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 28 апреля 2017 года № 15090. Ермек Г. Пастбищные демарши // Агроинфо. – 27.11.2017.
4. Серекпаев, Н. А. Современное состояние пастбищ Аршалинского района Акмолинской области / Н. А. Серекпаев, А. А. Ногаев, Б. А. Ахылбекова // 3i: Intellect, Idea, Innovation - интеллект, идея, инновация. – 2020. – № 1. – С. 89-97.
5. Yespolov, T., Tireuov, K., Kerimova, U., Turekulov, S. The Main Challenges and Prospects of Pastures Rational Use in the Republic of Kazakhstan. 2018, 12, 7.
6. Серекпаев Н.А. Кормопроизводство – одно из приоритетных направлений научных исследований // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения - 9: новый вектор развития высшего образования и науки», посвященной дню Первого Президента Республики Казахстан. – 2013. – Т.1, ч.1 – С.241-243.
7. Mongolia – Environmental monitor 2003: land resources and their management. Working Paper 40872. 2003/12/31 Mongolia, Region East Asia and Pacific. Элек.ресурс <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/268141468773957241/mongolia-environmental-monitor-2003-land-resources-and-their-management>
8. Miklyaeva I.M., Gunin P.D., Slemnev N.N., Bazha S.N., Dorofeyuk N.I. The effect of cattle grazing on the species composition and production of steppe ecosystem dominants in Mongolia // труды международной конференции «Ecosystems of Mongolia and of the border areas of the neighbouring countries: Natural resources, biodiversity, and ecological prospects». - Ulan Bator: Bembi San. - 2005. - pp. 222–227.
9. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / Под редакцией академиков Россельхозакадемии А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.
10. Chu L, Hou M, Jiang Z (2022) How does the fragmentation of pasture affect grassland ecology? - Evidence from typical pastoral areas in China. Ecological Indicators 136, 108701. doi: 10.1016/j.ecolind.2022.108701.

11. Қазақстан Республикасы Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросы [Электронный ресурс] : URL: <https://old.stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/8> (дата обращения: 20.01.2022).
12. Marcelo S.G. Leandro L.P., Claudinei O.S., Vinícius V.M., Laerte G.F. Landsat-based assessment of the quantitative and qualitative dynamics of the pasture areas in rural settlements in the Cerrado biome, Brazil. *Applied Geography*. Volume 136, 2021, ISSN 0143-6228, <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102585>.
13. Кулиев Т.М., Мамырова Л., Кулиев Р.Т., Есембекова З.Т. Кормовые угодья Казахстана, стран мирового пространства и их доходность // Матер. междунар. науч.-практ. конф. «Животноводство и кормопроизводство: теория, практика и инновация». – Алматы, 2013. – Т. 2. – С. 47-48.
14. Омбаев А.М. Элементы рационального использования пастбищ Казахстана / А. М. Омбаев, Б. Т. Кулатаев, Ж. С. Абдраимов, К. Ш. Абдуллаев // Развитие ТувГУ в XXI веке: интеграция образования, науки и бизнеса: матер. Межд. научно-практической конф., посвященной 25-летию Тувинского государственного университета, 2020. – С. 170-173. – EDN FLQSHK.
15. Torekhanov, A.A.; Sabirova, A.I.; Kazakh Research Institute of Economy of Agro-Industrial Complex and Rural Development EFFECTIVE USE OF REMOTE AND NEAR-VILLAGE PASTURES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN. *Probl. AgriMarket* 2020, 24–30, doi:10.46666/2020-4-2708-9991.02.
16. Bakhralinova, A.S. Экологический мониторинг состояния кормовых угодий и эффективность приемов поверхностного улучшения пастбищ южных черноземов степной зоны Акмолинской области Республика Казахстан, Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина: Astana, 2017
17. Yespolov, T.; Tireuov, K.; Kerimova, U.; Turekulov, S. The Main Challenges and Prospects of Pastures Rational Use in the Republic of Kazakhstan. 2018, 12, 7.
18. Hankerson BR, Schierhorn F, Prishchepov AV, Dong C, Eisfelder C, Müller D (2019) Modeling the spatial distribution of grazing intensity in Kazakhstan (G Forkuor, Ed.). *PLOS ONE* 14, e0210051. doi: 10.1371/journal.pone.0210051.
19. Тореханов, А. А. Природные и сеяные пастбища Казахстана / А. А. Тореханов, И. И. Алимаев. — Алматы: Нур-Принт, 2016. — 363 с. — ISBN 9965-751-60-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/67124.html>
20. Lund HG // Accounting for the world's rangelands. *Rangelands*, 2007. - 29:3–10.
21. Kubenkulov K, Naushabaev A, Abdirahymov N, Rustemov B, Bazarbaev S (2019) Particularities of Forming Desert Pastures Near Settlements of Southern Balkhash (Kazakhstan). *Journal of Ecological Engineering* 20, 129–134. doi:10.12911/22998993/110768
22. Официальный сайт продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций [http://www.fao.org/statistics/ru/].
23. Жазылбеков Н.А., Алимбаев И.И., Мусабаев Б.И. Состояние и перспективы кормопроизводства в Республике Казахстан/ Научно-производственный журнал Кормопроизводство. – 2013. - №5.- С.27-29.

24. Токушева А.С., Нугманов А.Б. Деградация пастбищ и меры их улучшения // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук 4(34). – Алматы, 2016. – С. 41-44 ISSN 2224-526X
25. Bell, M. J., Huggett, Z. J., Slinger, K. R., & Roos, F. (2020). The effect of grazing by cattle and sheep on diverse pastures. *Livestock Science*, 241, 104261. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104261> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141320310830>
26. Alimaev II, Behnke R. Ideology, land tenure and livestock mobility in Kazakhstan. In: Galvin KA, Reid RS, Behnke RH Jr., Hobbs NT, editors. *Fragmentation in Semi-Arid and Arid Landscapes: Consequences for Human and Natural Systems*. Dordrecht: Springer; 2008. p. 151–78.
27. Robinson S. *Pastoralism and land degradation in Kazakhstan*: University of Warwick; 2000. British thesis service, 2000.
28. Садык Б. Новая модель в управлении пастбищными ресурсами Казахстана // Материалы международной научно-практической конференции «Животноводство и кормопроизводство: теория, практика и инновация». - Алматы, 6-7 июня 2013 года. - Том II. – с.12-17.
29. Тореханов А.А., Алимаев И.И. *Природные и сеянные пастбища Казахстана*. – Алматы: Ғылым, 2006. – 132с. ISBN 9965-751-60-9
30. Курочкина Л.Я. *Псаммофильная растительность пустынь Казахстана*. Алма-Ата. Галым, 1978.
31. Otfinowski R., Coffey V. Grazing Effects on the Composition, Diversity, and Function of Wet Meadow Grasslands in Manitoba, Canada // *Rangeland Ecology & Management*. - Vol. 80. – P. 78-86, ISSN 1550-7424, <https://doi.org/10.1016/j.rama.2021.10.002>.
32. Pelve M.E., Spörndly E., Olsson I., Glimskär A. Grazing and fouling behaviour of cattle on different vegetation types within heterogeneous semi-natural and naturalized pastures // *Livestock Science*. - Volume 241. – 2020. – ISSN 1871-1413, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104253>.
33. Быков Б.А. *Пастбища и сенокосы Казахстана*.-Алма-Ата: Наука, 1969.-79 с.
34. Жунусов Н. С. Влияние выпаса скота на травяной покров орехоплодовых лесов. *Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана*, №11, - 2016. <http://science-journal.kg/media/Papers/nntiik/2016/11/212-214.pdf>.
35. Alexander J.S., Bauman P.J. [Электронный ресурс] : *Healthy Grasslands*. <https://extension.sdstate.edu/grazing-systems>
36. Smith R., Lacefield G., Burriss R., Ditsch D., Coleman B., Lehmkuhler J., Henning J. *Rotational Grazing*. Cooperative extension service. – University of Kentucky college of agriculture, Lexington, KY, 40546. <https://grazer.ca.uky.edu/content/grazing-methods-which-one-you>
37. Campbell, W.B.; Jarillo-Rodríguez, J.; López-Ortiz, S.; Castillo-Gallegos, E. Does Stocking Rate Manipulation Promote Pasture Sustainability in the Humid Tropics? *Rangeland Ecology & Management* 2013, 66, 348–355, doi:10.2111/REM-D-11-00110.1.

38. Koerner, S.E., Smith, M.D., Burkepile, D.E. et al. Change in dominance determines herbivore effects on plant biodiversity. *Nat EcolEvol* 2, 1925–1932 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0696-y>
39. Dormaar J.F., Willms W.D. (1998) Effect of forty-four years of grazing on fescue grassland soils. *J Range Manage* 51:122–126
40. Steffens M., Kölbl A., Totsche K.U., Kögel-Knabner I. (2008) Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia (P.R. China). *Geoderma* 143:63–72
41. Isabela C.F. Vasques, André A. Souza, Everton G. Morais, Pedro A.N. Benevenuto, Lucas de C.M. da Silva, Bruno G.C. Homem, Daniel R. Casagrande, Bruno M. Silva. Improved management increases carrying capacity of Brazilian pastures, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 282, 2019, Pages 30-39, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.05.017>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880919301586>)
42. Kölbl, A., Steffens, M., Wiesmeier, M., Hoffmann, C., Funk, R., Krümmelbein, J., Kögel-Knabner, I. (2010). Grazing changes topography-controlled topsoil properties and their interaction on different spatial scales in a semi-arid grassland of Inner Mongolia, P.R. China. *Plant and Soil*, 340(1-2), 35–58. <https://doi.org/10.1007/S11104-010-0473-4>
43. Weber, K. T., Horst, S. (2011). Desertification and livestock grazing: The roles of sedentarization, mobility and rest. *Pastoralism: Research, Policy and Practice*, 1(1), 19. doi:10.1186/2041-7136-1-19.
44. Hendrickson J, Olson B: Understanding Plant Response to Grazing. In *Targeted Grazing: A Natural Approach to Vegetation Management and Landscape Enhancement* Edited by: Launchbaugh K. Centennial, ASI; 2006, 32–39. Accessed 27 July 2011 [http://www.sheepusa.org/get_page/pageID/249]
45. Briske DD: Developmental morphology and physiology of grasses. In *Grazing management: An ecological perspective*. Edited by: Heitschmidt RK, Stuth JW. Portland, OR: Timber Press; 1991:109–139.
46. Sheppard E, Porter PW, Faust DR, Nagar R: *A world of difference: Encountering and contesting development*. 2nd edition. New York: Guilford Press; 2009.
47. Follett RF: Organic carbon pools in grazing land soils. In *The potential of US grazing lands to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect*. Edited by: Follett RF, Kimble JM, Lal R. Boca Raton: Lewis publishers; 2001:65–86.
48. Weber K.T, Gokhale B: Effect of grazing on soil-water content in semiarid rangelands of Southeast Idaho. *Journal of Arid Environments* 2011, 75: 464–470. [10.1016/j.jaridenv.2010.12.009](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.12.009)
49. Vidal A., Schucknecht A., Toechterle P., Linares D.R.A., Garcia-Franco N., v.Heßberg A., Krämer A., Sierts A., Fischer A., Willibald G., Fuetterer S., Ewald J., Baumert V., Weiss M., Schulz S., Schloter M., Bogacki W., Wiesmeier M., W. Mueller C., Dannenmann M. High resistance of soils to short-term re-grazing in a long-term abandoned alpine pasture, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 300, 2020, 107008, ISSN 0167-8809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107008>

50. Weber K.T., Gokhale B. Effect of grazing on soil-water content in semiarid rangelands of Southeast Idaho / *Journal of Arid Environments* 2011, 75: С.464–470. 10.1016/j.jaridenv.2010.12.009
51. Savory A: *Holistic management: A new framework for decision making*. 2nd edition. Washington: Island Press; 1999.
52. Г. Ж. Стыбаев. Изучение сукцессии растительности пастбищ Акмолинской области североного Казахстана / Г. Ж. Стыбаев, А. А. Байтеленова, А. А. Ногаев, А. И. Курбанбаев // *Актуальные научные исследования в современном мире*. – 2018. – № 8-3(40). – С. 162-166.
53. Бекмухамедов Э.Л., Тореханов А.А. *Кормовые растения Казахстана*. – Алматы: Бастау, 2005. – 304 с
54. Горшкова А. А. *Пастбища Заб.* — Иркутск, 1973; *Зональные системы земледелия Чит. обл.* — Чита, 1982. Источник: <http://ez.chita.ru/encycl/concepts/?id=742> Энциклопедия Забайкалья
55. Жунусов Н.С. Влияние выпаса скота на травяной покров орехоплодовых лесов. *Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана* №11, 2016. С: 212-214 <http://science-journal.kg/media/Papers/nntiik/2016/11/212-214.pdf>
56. Русанов, А. М. Современный этап восстановления черноземов пастбищных экосистем степной зоны / А. М. Русанов // *Почвоведение*. – 2015. – № 6. – С. 761. – DOI 10.7868/S0032180X1506009X
57. Lamoot I., Meert C., Hoffmann M. Habitat use of ponies and cattle foraging together in a coastal dune area. *Biological Conservation*, Volume 122, Issue 4, 2005, P. 523-536. ISSN 0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.09.009>
58. Rivero M.J., Grau-Campanario P., Mullan S., Held S.D.E, Stokes J.E., Lee M.R.F., Cardenas L.M. Factors Affecting Site Use Preference of Grazing Cattle Studied from 2000 to 2020 through GPS Tracking: A Review. *Sensors*. 2021; 21(8):2696. <https://doi.org/10.3390/s21082696>
59. Уртнасан М., Любарский Е.Л. Пастбищная дигрессия в степях центральной Монголии (на примере сомона Батсумбэр Центрального аймака Монголии). // *Ученые записки Казанского университета. Том 155, кн. 1 Естественные науки*, - 2013. С: 158-167.
60. Куришбаев А.К., Алимаев И.И., Тореханов А.А. «Лугопастбищное хозяйство». Астана. 2012. – 139 с.
61. Mahmoudi, S.; Khoramivafa, M.; Hadidi, M.; Jalilian, N.; Bagheri, A. Overgrazing Is a Critical Factor Affecting Plant Diversity in Nowa- Mountain Rangeland, West of Iran. 2021, 11
62. Millward, M.F.; Bailey, D.W.; Cibils, A.F.; Holechek, J.L. A GPS-Based Evaluation of Factors Commonly Used to Adjust Cattle Stocking Rates on Both Extensive and Mountainous Rangelands. *Rangelands* 2020, 42, P.63–71
63. RU. 2683044. Способ восстановления деградированных пастбищ аридных территорий / Зеленская Е.А., Гордаева К.Н., Файзиев Р.М. опубл. 26.03.2019, Бюл. № 9. – 1 с.
64. RU. 2573497. Способ экспресс-оценки экологического благополучия территории пастбищ / Горчаков В.В., Широков А.И., Воротников В.П. опубл. 20.01.2016, Бюл. № 2. – 1 с.

65. RU. 2012 154 786. Способ освоения залежных земель под сенокосы и пастбища и устройство для его реализации / Кобозев И.В., Хотов В.Х., Прохоров И.П., Кобозева Т.П., Кель Т.И. Оpubл. 27.06.2014, Бюл. №18. – 1 с.
66. RU. 97 114 182 А. Способ пастбищного содержания овец в аридной зоне/ Хегай В.Е., Зулаев М.С., Дурдусов С.Д. опубл. 01.27.1999, Бюл. №18. – 1 с.
67. RU. 2327107С2. Способ определения состояния пастбищ, подверженных деградации / Кулик К.Н., Юферев В.Г., Рулев А.С., Бакурова К.Б. опубл. 10.12.2005.
68. KZ (22) А (11) 30913. Сберегающая технология поверхностного улучшения природных сенокосов и пастбищ для степной зоны / Серекпаев Н.А., Можаяев Н.И., Стыбаев Г.Ж., Ногаев А.А., Хурметбек О., Бахралинова А.С. Оpubл. 15.03.2016.
69. CN. 107018794. Planting method of pastures for dairy cows / Qiu Wen. – publ. 13.06.2017.
70. CN. 109041624. Ecological after-culture repairing method for degraded alpine grassland / Gao Qingzhu; Can Muyou; Ganzhuzhabu; Hu Guozheng; Danjiuluobu; Wan Yunfan; He Shicheng; Bao Yuhong; Tian Bo. Publ. 12.07/2018.
71. AU. 2016415998. Growth performance improvements in pasture and feed lot systems / Nigel W.T., Rocky de N., Robert D.K., Marie E.M., Lorenna M., Nicholas A.P. publ. 29.07.2016.
72. CN. 109819857. Efficient planting and breeding method for ecological pasture in saline-alkali land / Ning Tangyuan, Hu Hengyu, Chen Weifeng, Chen Jianxing, Zhao Yan, Li Geng, Chen Guoqing, Han Huifang, Han Kun, An Zhen, Zhang Mengkun, Qin Jihao. Publ. 04.03.2019.
73. US. WO/2019/078733. Pasture satellite measurements / Anderson, Grant Peter Stewart, Miller, Joshua Michael, Stephenson, Robert Brooks. Publ. 26.09.2018.
74. CN. 109496701. Method for pasture planting in southern red-earth hilly upland / Hou Haijun, Yin Chunmei, Zhou Quanshe, Chen Yanguo, Wei Wenxue. Publ. 11.01.2019.
75. CN. 109409601. Pasture evolution monitoring and forecasting method for cashmere goat breeding / Hebayasihuliang, Temuerbuhe, Yilatu, Siwang, Wuyahan, Guo Qinglan, Buriguleng, Wu Liyuan. Publ. 25.0.2018.
76. CN. 109042096. Establishment method and planting method for alfalfa artificial pasture / Wang Ruifeng, Liu Yaling, Zheng Lina, Wangwuenbatu, Yan Xiaohong, Chen Xiang, Zhang Jian, Du Yufan. Publ. 27.07.2018.
77. CN. 109042098. Cultivation method for herbage in degraded natural pasture / Yan Xiaohong, Xing Qi, Chen Xiang, Zhang Jian, Liu Yaling, Sudegaowa, Zhang Yuehua, Alatansuhe, Du Yufan, Bao Wuyun. Publ. 27.07.2018.
78. CN. 108402103. Environment-friendly pasture disinfectant and preparation method thereof / Peng Chang'an. Publ. 01.02.2018.
79. CN. 108377768. Pasture cutting equipment for livestock breeding / Li Gang, Zhang Huijie, Huang Chunmei. Publ. 12.02.2018.
80. CN. 207692673. Automatic pasture of solar energy meadow remote monitoring / Zeng Chenping, Zhong Qianchuan. Publ. 10.01.2018.

81. KZ. 16513 Способ улучшения лугов и пастбищ и устройство для его осуществления // Бинюков Ю.В. опублик. 15.12.2005
82. KZ. 29925. Способ комплексной кормовой оценки и бонитировки аридных пастбищ // Кузембайулы Ж., Карынбаев А.К. опублик. 15.06.2015
83. KZ. 21977. Способ улучшения полупустынных пастбищ / Смаилов К.Ш. опублик. 15.12.2009
84. Казахстан. Национальная энциклопедия. — Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2005. — Т. III. — ISBN 9965-9746-4-0.
85. Климат Казахстана по областям. Акмолинская область [Электронный ресурс] : <https://www.kazhydromet.kz/klimat/klimat-kazahstana-po-oblastyam> (Дата обращения 25.01.2022)
86. Схема зонирования Земель Акмолинской области, Республики Казахстан. Агентство Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами. ДГП РГП Гос НПЦзем «Акмолинский государственный институт по землеустройству». – г. Кокшетау, 2001 год. – 31 с.
87. Материалы по анализу почвенных материалов для ведения мониторинга земель за период 1980-2004 годы Акмолинской области республикб Казахстан. Агентство Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами. ДГП РГП Гос НПЦзем «Акмолинский государственный институт по землеустройству». - г. Кокшетау, 2001 год. – 23 с.
88. Аршалинский район // Казахстан. Национальная энциклопедия. — Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2004. — Т. I. — ISBN 9965-9389-9-7.
89. Байшоланов С.С. Агроклиматические ресурсы Акмолинской области: научно-прикладной справочник / Астана, 2017. – 133 с.
90. Об утверждении предельно допустимой нормы нагрузки на общую площадь пастбищ Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 14 апреля 2015 года № 3-3/332. [<http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011064>].
91. Алпатыев А.М. Биоклиматический метод обоснования водного баланса растений и использование его в земледелии. В сб. Водный режим растений в засушливых районах СССР. - М.: Изд. АН СССР, 1961.
92. Ермакова Л.Н., Толмачева Н.И., Безматерных Е.А. Оценка агроклиматических ресурсов территории Пермского края // Географический вестник. – №2 (13). – 2010 – С.52-58.
93. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985, 248 с.
94. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследований физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
95. Конюшков Н.С., Работнова Т.А., Цаценкина И.А. Методика опытных работ на сенокосах и пастбищах. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 287 с.
96. Руководству по использованию плотномера Wile Soil // <http://www.farmcomp>. 15.06.2019
97. Воронов А.Г. Геоботаника. – М.: Высшая школа, 1973. – 384 с.
98. Дмитриева С.И., Игловиков В.Г., Конюшков Н.С., Раменская В.М. Растения сенокосов и пастбищ. – М.: Колос, 1982. – 247 с.
99. Фисюнов А.В. Сорные растения. – М.: Колос, 1984. – 320 с.

100. ГОСТ 27548-97. Корма растительные. Методы определения содержания влаги. - Введ. 1999-01-01. - М.: Стандартиформ, 2005. – 8 с
101. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. – Введ. 2001-01-01. - М.: Стандартиформ, 2011. – 17 с.
102. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. - Введ. 2016-05-01. - М.: Стандартиформ, 2011. – 12 с.
103. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. – Введ. 2016-01-01. - М.: Издательство стандартов, 2003. – 8 с.
104. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. – Введ. 1992-07-01. - М.: Издательство стандартов, 1991. – 6 с.
105. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора. – Введ. 1999-01-01. - М.: Издательство стандартов, 1998. – 12 с.
106. ГОСТ 26570-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. – Введ. 2016-01-01. - М.: Издательство стандартов, 2003. – 16 с.
107. ГОСТ 27978-88. Корма зеленые. Технические условия. – Введ. 2017-01-01. - М.: Издательство стандартов, 2002. – 8 с.
108. ГОСТ 4808-87. Сено. Технические условия. – Введ. 1988-04-30. - М.: Издательство стандартов, 1987. – 6 с.
109. Слепко Ю. Н., Ледовская Т. В., Цымбалюк А. Э. Анализ данных и интерпретация результатов психологического исследования [Текст] : учебное пособие; изд-е 2-е, испр. и доп. / Ю.Н. Слепко, Т.В. Ледовская, А. Э. Цымбалюк. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, 2015. – 164 с.
110. Алимаев И.И., Кушенов К.И., Мелдебекова Н.А., Жакипова К.Б., Шанбаев К.Б., Орынтай Б. Рекомендации по использованию пастбищ в мясном скотоводстве. – Алматы, 2020. – 28 с. ISBN 978-601-7920-08-1
111. Об утверждении Правил рационального использования пастбищ Приказ Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан - Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 24 апреля 2017 года № 173. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 28 апреля 2017 года № 15090.
112. Об утверждении Методики проведения мероприятий по борьбе с деградацией и опустыниванием пастбищ, в том числе аридных. Приказ и.о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 27 апреля 2017 года №185. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 18 мая 2017 года № 15128
113. Стыбаев Г.Ж. Сукцессии растительности в пастбищных экосистемах сухостепной зоны Северного Казахстана [Текст] / Стыбаев Г.Ж. Серекпаев Н.А., Муханов Н.К., Байтеленова А.А. // Международный научно-исследовательский журнал. International research journal. – 2018. - №11. – С.8-14.

114. Silvertown, J., Poulton P., Johnston E., Edwards G., Heard M., Biss P.M., 2006. The park grass experiment 1856-2006: its contribution to ecology. *J. Ecol.* 94, 801–814. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2006.01145.x>. Soil Survey Staff, 2010. Keys to soil taxonomy. United States Department of Agriculture, 11th ed. Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, USA.

115. Shang, Z., Cao, J., Guo, R. et al. Effects of cultivation and abandonment on soil carbon content of subalpine meadows, northwest China. *J Soils Sediments* 12, 826–834 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11368-012-0512-2>

116. Raiesi, F. (2021). The quantity and quality of soil organic matter and humic substances following dry-farming and subsequent restoration in an upland pasture. *CATENA*, 202, 105249. doi:10.1016/j.catena.2021.105249

117. Byrnes, R.C., Eastburn, D.J., Tate, K.W., Roche, L.M., 2018. A global meta-analysis of grazing impacts on soil health indicators. *J. Environ. Qual.* 47, 758–765. <https://doi.org/10.2134/jeq2017.08.0313>.

118. Amorim, H. C. S., Ashworth, A. J., Moore, P. A., Wienhold, B. J., Savin, M. C., Owens, P. R., Xu, S. (2020). Soil quality indices following long-term conservation pasture management practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 301, 107060. doi:10.1016/j.agee.2020.107060

119. Привалова К. Н. Погодные условия и продуктивность пастбищ // *Животноводство России*. – 2019. – №. 6. – С. 59-60.

120. Зверева, Г. К. Особенности водного режима у растений на пастбище / Г. К. Зверева // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2005. – № 1(155). – С. 70-77

121. Chalchissa G., Mekasha Y., Urge M. Feed resources quality and feeding practices in urban and peri-urban dairy production of southern Ethiopia // *Tropical and subtropical Agroecosystems*. – 2014. – Т. 17. – №. 3. – С. 539-546.

122. Сариев А.Х., Чербакова Н.Н., Дербенев К.В., & Федина Е.В. (2019). Химический состав кормовых растений, произрастающих в зоне влияния промышленных предприятий. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, (5 (146)), 68-74.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Среднесуточная температура воздуха в сравнении с СМЗСТ на исследуемых участках пастбищ в 2019-2021 гг., °С

Месяцы	2019 год		
	Норма (СМЗСТ)	Фактический	+,- от нормы
Январь	-15,0	-14,6	0,4
Февраль	-15,0	-14,8	0,2
Март	-7,7	-4,3	3,4
Апрель	4,8	4,9	0,1
Май	13	12,4	-0,6
Июнь	18,7	16	-2,7
Июль	19,9	21,6	1,7
Август	18,1	19,4	1,3
Сентябрь	11,7	11,1	-0,6
2020 год			
Январь	-14,7	-10,8	4,2
Февраль	-14,6	-8	7
Март	-8,1	-5,2	2,5
Апрель	4,4	8,9	4,1
Май	13,0	17,4	4,4
Июнь	18,0	17,9	-0,8
Июль	20,0	20,7	0,8
Август	18,1	18,4	0,3
Сентябрь	11,7	10,6	-1,1
2021 год			
Январь	-15,0	-17,3	-2,3
Февраль	-15,0	-13,1	1,9
Март	-7,7	-8,5	-0,8
Апрель	4,8	4,5	-0,3
Май	13	17,3	4,3
Июнь	18,7	17,5	-1,2
Июль	19,9	20,6	0,7
Август	18,1	19,6	1,5
Сентябрь	11,7	9,8	-1,9

* среднеголетние значения среднесуточных температур

Таблица А.2 – Количество выпавших осадков в сравнении с СМКО в 2019, 2020 годах на исследуемых участках пастбищ, мм

Месяцы	2019 год		
	Норма	Фактический	+, - от нормы
Январь	16	6,1	-9,9
Февраль	15	25,3	10,3
Март	17	14	-3
Апрель	20	26	6
Май	37	10	-27
Июнь	36	35	-1
Июль	48	17	-31
Август	30	18	-12
Сентябрь	21	41	20
2020 год			
Январь	16	38	22
Февраль	15	31	16
Март	17	6,3	-10,7
Апрель	20	21	1
Май	37	1,7	-35,3
Июнь	36	63	27
Июль	48	52	4
Август	30	18	-12
Сентябрь	21	32	11
2021 год			
Январь	16	7	-9
Февраль	15	23	8
Март	17	55	38
Апрель	20	2,1	-17,9
Май	37	32	-5
Июнь	36	25	-11
Июль	48	18	-30
Август	30	5,2	-24,8
Сентябрь	21	39	18

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1. Результаты полевого агрохимического обследования, 2019 год

Регистрационный №	№ поля	Слой, см	Наименование показателей, единица измерений с НД на метод					
			Фактические показатели					
			Гумус, ГОСТ 26213-91	Азот, мг/кг ГОСТ 26488-85	Фосфор, мг/кг ГОСТ 26205-91	Калий, мг/кг ГОСТ 26205-91	Сера, мг/кг ГОСТ 26490-85	рН, ед рН ГОСТ 26483-85
1	2	3	4	6	8	10	12	14
1	1	0-20	3,2	6,1	11,1	409	15	7,5
2		20-40	2,85	5,8	11	298	14	7,6
3	2	0-20	3,2	6,6	10	408	35	7,4
4		20-40	3,1	6,1	10	285	29	7,8
5	3	0-20	2,3	7,6	14,2	229	31	7,5
6		20-40	2,3	6,1	12,1	211	24	7,7
7	4	0-20	3,1	7,7	14,5	315	25	7,3
8		20-40	2,6	6,3	12,5	284	25	7,6

Таблица Б.2. Результаты полевого агрохимического обследования, 2020 год

Регистрационный №	№ поля	Слой, см	Наименование показателей, единица измерений с НД на метод					
			Фактические показатели					
			Гумус, ГОСТ 26213-91	Азот, мг/кг ГОСТ 26488-85	Фосфор, мг/кг ГОСТ 26205-91	Калий, мг/кг ГОСТ 26205-91	Сера, мг/кг ГОСТ 26490-85	рН, ед рН ГОСТ 26483-85
1	2	3	4	6	8	10	12	14
1	1	0-20	2,85	7,7	10,5	415	24,3	7,1
2		20-40	1,14	5,3	16	295	19	7,2
3	2	0-20	3,65	6,5	10	379	5,6	7,5
4		20-40	1,94	6	3,3	255	4,8	7,6
5	3	0-20	3,17	5,8	11,2	493	6,2	7
6		20-40	2,37	6,2	7,1	265	6,6	7,4
7	4	0-20	3,66	7	10,4	635	14	7
8		20-40	1,82	5,8	4,3	278	6,7	7,2

Таблица Б.3. Результаты полевого агрохимического обследования, 2021 год

№	№ поля	Слой, см	Наименование показателей, единица измерений с НД на метод					
			Фактические показатели					

			Гумус, ГОСТ 26213- 91	Азот, мг/кг ГОСТ 26488- 85	Фосфор, мг/кг ГОСТ 26205- 91	Калий, мг/кг ГОСТ 26205- 91	Сера, мг/кг ГОСТ 26490- 85	рН, ед рН ГОСТ 26483- 85
1	2	3	4	6	8	10	12	14
1	1	0-20	2,26	7,6	11,2	462	10	7,6
2		20-40	2,45	6,7	9,8	291	5,8	7,7
3	2	0-20	3,14	7,2	7,8	534	35	7,7
4		20-40	2	6,1	7,5	396	15	7,8
5	3	0-20	2,69	6,2	15,9	200	19	7,4
6		20-40	2,18	6,5	15,8	215	13	7,5
7	4	0-20	4,55	8,3	8,9	511	31	7,4
8		20-40	2,23	6,5	8,6	397	22	7,4

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Динамика водно-физических свойств почвы

Таблица В.1. Запасы продуктивной влаги контрольного участка в весенний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,60	70,30	66,6	47,7	44,0	3,8	8,5	8,2	1,29	10	0,43
10-20	22,10	74,10	68,8	52,0	46,7	5,3	11,3	9,4	1,31	10	2,56
20-30	22,55	70,60	65,2	48,1	41,8	6,3	12,9	9,1	1,36	10	5,20
30-40	21,70	69,80	64,1	48,1	40,2	7,9	14,2	8,8	1,32	10	7,10
40-50	21,95	72,20	65,2	50,3	42,3	8,0	16,5	8,6	1,4	10	11,13
50-60	22,45	78,70	71,1	56,3	45,5	10,8	16,7	7,8	1,46	10	13,00
60-70	21,60	74,00	66,7	52,4	44,2	8,2	16,5	6,1	1,54	10	16,04
70-80	21,55	67,50	62,2	46,0	40,7	5,3	13,0	7,1	1,58	10	9,38
80-90	21,15	68,30	63,6	47,2	42,5	4,7	11,1	5,1	1,61	10	9,61
90-100	22,60	72,80	67,8	50,2	45,2	5,0	11,1	5,6	1,46	10	7,97
Всего							13,2				82,4

Таблица В.2. Запасы продуктивной влаги контрольного участка в летний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
---------------	----------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------	--------------------	-----------------------------	------------------------	-----	---	---------------------------------------	-------------------------------

0-10	26,9	75,60	71,6	48,7	44,7	4,0	8,9	8,2	1,29	10	0,97
10-20	23,8	80,80	74,8	57,0	51,0	6,0	11,8	9,4	1,31	10	3,10
20-30	22,7	88,2	80	65,5	57,3	8,2	14,3	9,1	1,37	10	7,14
30-40	22,1	89,1	80,6	67,0	58,5	8,5	14,5	8,8	1,41	10	8,08
40-50	21,1	82,0	73,4	60,9	52,3	8,6	16,4	8,6	1,45	10	11,37
50-60	31,4	82,6	76,4	51,2	45,0	6,2	13,8	7,8	1,5	10	8,97
60-70	26,5	79,6	73,9	53,1	47,4	5,7	12,0	6,1	1,53	10	9,07
70-80	21,4	84,6	77,3	63,2	55,9	7,3	13,1	7,1	1,58	10	9,42
80-90	21,8	84,4	79,5	62,6	57,7	4,9	8,5	5,1	1,61	10	5,46
90-100	22,3	97,1	92,6	74,8	70,3	4,5	6,4	5,6	1,65	10	1,32
Всего							12,0				64,9

Таблица В.3. Запасы продуктивной влаги контрольного участка в осенний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объемная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	27,40	80,00	75,5	52,6	48,1	4,5	9,4	8,2	1,14	10	1,32
10-20	30,75	81,80	78,2	51,1	47,5	3,6	7,6	9,4	0,81	10	-1,46
20-30	21,80	62,80	59,9	41,0	38,1	3,0	7,8	9,1	0,85	10	-1,15
30-40	22,00	72,00	67,8	50,0	45,8	4,2	9,2	8,8	1,32	10	0,49
40-50	22,00	61,20	56,5	39,2	34,5	4,7	13,6	8,6	1,4	10	7,03
50-60	30,10	69,40	64,4	39,3	34,3	5,0	14,6	7,8	1,46	10	9,89
60-70	21,30	72,70	66,9	51,4	45,6	5,8	12,7	6,1	1,54	10	10,19
70-80	30,95	73,90	69,2	43,0	38,3	4,7	12,3	7,1	1,58	10	8,20
80-90	29,80	73,60	69,2	43,8	39,4	4,4	11,2	5,1	1,61	10	9,77

90-100	22,70	70,20	65,5	47,5	42,8	4,7	11,0	5,6	1,46	10	7,86
Всего							10,9				52,1

Таблица В.4. Запасы продуктивной влаги У1 в весенний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бьюкса, г	Вес бьюкса с сырой почвы, г	Вес бьюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	30,80	81,50	75,80	50,7	45,0	5,7	12,7	8,2	0,89	10	3,98
10-20	26,50	78,40	71,40	51,9	44,9	7,0	15,6	9,4	1,30	10	8,02
20-30	20,80	77,60	68,80	56,8	48,0	8,8	18,3	9,1	1,44	10	13,31
30-40	27,00	80,50	73,70	53,5	46,7	6,8	14,6	8,8	1,32	10	7,60
40-50	26,20	81,30	75,30	55,1	49,1	6,0	12,2	8,6	1,4	10	5,07
50-60	27,10	81,80	75,90	54,7	48,8	5,9	12,1	7,8	1,46	10	6,26
60-70	26,50	82,80	77,20	56,3	50,7	5,6	11,0	6,1	1,54	10	7,62
70-80	26,70	88,00	81,50	61,3	54,8	6,5	11,9	7,1	1,58	10	7,52
80-90	21,70	83,90	76,20	62,2	54,5	7,7	14,1	5,1	1,61	10	14,54
90-100	27,50	85,80	78,70	58,3	51,2	7,1	13,9	5,6	1,46	10	12,07
Всего							13,6				86,0

Таблица В.5. Запасы продуктивной влаги У1 в летний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бьюкса, г	Вес бьюкса с сырой почвы, г	Вес бьюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,40	83,60	79,70	61,2	47,3	13,9	8,2	8,2	1,23	10	0,06

10-20	27,20	82,20	77,40	55,0	50,2	4,8	9,6	9,4	1,25	10	0,20
20-30	27,30	89,30	83,50	62,0	57,2	4,8	10,1	9,1	1,25	10	1,30
30-40	27,60	86,50	80,60	58,9	55,9	3,0	10,6	8,8	1,32	10	2,32
40-50	26,30	85,10	79,20	58,8	58,1	0,7	10,2	8,6	1,4	10	2,18
50-60	28,20	89,00	81,90	60,8	53,7	7,1	13,2	7,8	1,46	10	7,92
60-70	26,10	81,70	75,50	55,6	49,4	6,2	12,6	6,1	1,54	10	9,93
70-80	30,90	86,60	80,00	55,7	49,1	6,6	13,4	7,1	1,58	10	10,02
80-90	28,60	79,80	74,50	51,2	58,7	-7,5	9,0	5,1	1,61	10	6,33
90-100	21,90	74,30	69,00	52,4	68,2	-15,8	7,8	5,6	1,46	10	3,17
Всего							10,5				43,4

Таблица В.6. Запасы продуктивной влаги У1 в осенний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,40	83,60	79,70	61,2	46,9	14,3	8,3	8,2	1,23	10	0,14
10-20	27,20	82,20	77,40	55,0	50,5	4,5	9,5	9,4	1,25	10	0,13
20-30	27,30	89,30	83,50	62,0	59,2	2,8	9,8	9,1	1,25	10	0,87
30-40	27,60	86,50	80,60	58,9	57,1	1,8	10,3	8,8	1,32	10	2,02
40-50	26,30	85,10	79,20	58,8	58,6	0,2	10,1	8,6	1,4	10	2,06
50-60	28,20	89,00	81,90	60,8	54,1	6,7	13,1	7,8	1,46	10	7,77
60-70	26,10	81,70	75,50	55,6	50,0	5,6	12,4	6,1	1,54	10	9,70
70-80	30,90	86,60	80,00	55,7	49,1	6,6	13,4	7,1	1,58	10	10,02
80-90	28,60	79,80	74,50	51,2	58,7	-7,5	9,0	5,1	1,61	10	6,33
90-100	21,90	74,30	69,00	52,4	68,2	-15,8	7,8	5,6	1,46	10	3,17
Всего							10,4				42,2

Таблица В.7. Запасы продуктивной влаги У2 в весенний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,60	69,90	66,6	47,3	40,0	7,3	8,4	8,2	1,29	10	0,23
10-20	22,10	73,80	68,8	51,7	43,0	8,7	11,6	9,4	1,31	10	2,92
20-30	22,55	70,60	65,2	48,1	42,0	6,1	12,9	9,1	1,36	10	5,12
30-40	21,70	69,80	64,1	48,1	40,5	7,6	14,1	8,8	1,32	10	6,96
40-50	21,95	72,20	65,2	50,3	42,3	8,0	16,5	8,6	1,4	10	11,13
50-60	22,45	78,70	71,1	56,3	45,5	10,8	16,7	7,8	1,46	10	13,00
60-70	21,60	74,00	66,7	52,4	44,2	8,2	16,5	6,1	1,54	10	16,04
70-80	21,55	67,50	62,2	46,0	40,7	5,3	13,0	7,1	1,58	10	9,38
80-90	21,15	68,30	63,6	47,2	42,4	4,8	11,1	5,1	1,61	10	9,64
90-100	22,60	72,80	67,8	50,2	45,5	4,7	11,0	5,6	1,46	10	7,87
Всего							13,2				82,3

Таблица В.8. Запасы продуктивной влаги У2 в летний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	26,9	75,60	71,6	48,7	44,7	4,0	8,9	8,2	0,98	10	0,73
10-20	23,8	80,10	74,8	56,3	51,0	5,3	10,4	9,4	1,19	10	1,18
20-30	22,7	86,6	80	63,9	57,3	6,6	11,5	9,1	1,38	10	3,33
30-40	22,1	86,8	80,6	64,7	58,5	6,2	10,6	8,8	1,32	10	2,37

40-50	21,1	79,2	73,4	58,1	52,3	5,8	11,1	8,6	1,4	10	3,49
50-60	31,4	82,6	76,4	51,2	45,0	6,2	13,8	7,8	1,46	10	8,73
60-70	26,5	79,6	73,9	53,1	47,4	5,7	12,0	6,1	1,54	10	9,12
70-80	21,4	84,6	77,3	63,2	55,9	7,3	13,1	7,1	1,58	10	9,42
80-90	21,8	84,4	78,5	62,6	56,7	5,9	10,4	5,1	1,61	10	8,54
90-100	22,3	97,1	91,6	74,8	69,3	5,5	7,9	5,6	1,46	10	3,41
Всего							11,0				50,3

Таблица В.9. Запасы продуктивной влаги У2 в осенний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	20,80	71,20	67,1	50,4	46,3	4,1	8,9	8,2	0,89	10	0,58
10-20	30,70	74,80	69,4	44,1	38,7	5,4	14,0	9,4	1,30	10	5,90
20-30	23,05	71,70	65,9	48,7	42,9	5,8	13,5	9,1	1,44	10	6,39
30-40	22,45	70,80	65,1	48,4	42,7	5,7	13,4	8,8	1,32	10	6,03
40-50	21,30	73,20	66,3	51,9	45,0	6,9	15,3	8,6	1,4	10	9,43
50-60	20,25	77,70	70,5	57,5	50,3	7,2	14,3	7,8	1,46	10	9,53
60-70	22,05	72,40	67,0	50,4	45,0	5,4	12,0	6,1	1,54	10	9,11
70-80	29,10	67,50	63,5	38,4	34,4	4,0	11,6	7,1	1,58	10	7,15
80-90	22,10	68,30	65,2	46,2	43,1	3,1	7,2	5,1	1,61	10	3,37
90-100	25,35	68,90	66,2	43,6	40,9	2,7	6,6	5,6	1,46	10	1,47
Всего							11,4				59,0

Таблица В.10. Запасы продуктивной влаги УЗ в весенний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	25,80	81,80	75,2	56,0	49,4	6,6	13,4	8,2	1,10	10	5,66
10-20	31,50	87,60	80,0	56,1	48,5	7,6	15,7	9,4	1,32	10	8,29
20-30	33,00	83,10	75,7	50,1	42,7	7,4	17,3	9,1	1,37	10	11,29
30-40	21,40	77,90	69,1	56,5	47,7	8,8	18,4	8,8	1,32	10	12,74
40-50	25,20	79,20	70,8	54,0	45,6	8,4	18,4	8,6	1,4	10	13,75
50-60	30,60	83,70	74,5	53,1	43,9	9,2	21,0	7,8	1,46	10	19,21
60-70	21,80	82,00	72,0	60,2	50,2	10,0	19,9	6,1	1,54	10	21,28
70-80	22,40	82,00	73,8	59,6	51,4	8,2	16,0	7,1	1,58	10	13,99
80-90	30,40	82,70	75,3	52,3	44,9	7,4	16,5	5,1	1,61	10	18,32
90-100	21,40	72,90	65,9	51,5	44,5	7,0	15,7	5,6	1,46	10	14,79
Всего							17,2				139,3

Таблица В.11. Запасы продуктивной влаги УЗ в летний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,40	83,60	79,70	61,2	46,9	14,3	8,3	8,2	1,23	10	0,14
10-20	27,20	82,20	77,40	55,0	51,5	3,5	9,3	9,4	1,25	10	-0,10
20-30	27,30	89,30	83,50	62,0	57,2	4,8	10,1	9,1	1,25	10	1,30
30-40	27,60	86,50	80,60	58,9	55,9	3,0	10,6	8,8	1,32	10	2,32

40-50	26,30	85,10	79,20	58,8	58,1	0,7	10,2	8,6	1,4	10	2,18
50-60	28,20	89,00	81,90	60,8	53,7	7,1	13,2	7,8	1,46	10	7,92
60-70	26,10	81,70	75,50	55,6	49,4	6,2	12,6	6,1	1,54	10	9,93
70-80	30,90	86,60	80,00	55,7	49,1	6,6	13,4	7,1	1,58	10	10,02
80-90	28,60	79,80	74,50	51,2	58,7	-7,5	9,0	5,1	1,61	10	6,33
90-100	21,90	74,30	69,00	52,4	68,2	-15,8	7,8	5,6	1,46	10	3,17
Всего							10,5				43,2

Таблица В.12. Запасы продуктивной влаги УЗ в осенний период, 2019 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	31,4	74,90	71,6	43,5	40,2	3,3	8,2	8,2	0,98	10	0,01
10-20	23,8	79,40	74,8	55,6	51,0	4,6	9,0	9,4	1,19	10	-0,45
20-30	22,7	85,9	80	63,2	57,3	5,9	10,3	9,1	1,38	10	1,65
30-40	22,1	86,1	80,6	64,0	58,5	5,5	9,4	8,8	1,32	10	0,79
40-50	21,1	78,5	73,4	57,4	52,3	5,1	9,8	8,6	1,4	10	1,61
50-60	26,9	81,9	76,4	55,0	49,5	5,5	11,1	7,8	1,46	10	4,83
60-70	26,5	78,9	73,9	52,4	47,4	5,0	10,5	6,1	1,54	10	6,85
70-80	21,4	83,9	77,3	62,5	55,9	6,6	11,8	7,1	1,58	10	7,44
80-90	21,8	83,7	78,5	61,9	56,7	5,2	9,2	5,1	1,61	10	6,55
90-100	22,3	94,4	91,6	73,1	69,3	3,8	5,5	5,6	1,46	10	1,94
Всего							9,5				31,2

Таблица В.13. Запасы продуктивной влаги контрольного участка в весенний период, 2020 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	26,9	75,00	70,3	48,1	43,4	4,7	10,8	8,2	1,14	10	2,99
10-20	30,9	87,90	81,8	57,0	50,9	6,1	12,0	9,4	1,31	10	3,39
20-30	27,4	80,3	74,4	52,9	47,0	5,9	12,6	9,1	1,33	10	4,58
30-40	31	93,4	86,1	62,4	55,1	7,3	13,2	8,8	1,32	10	5,87
40-50	27,4	84,6	77,7	57,2	50,3	6,9	13,7	8,6	1,4	10	7,16
50-60	29,9	82,2	75,2	52,3	45,3	7,0	15,5	7,8	1,46	10	11,17
60-70	31,7	86,4	79,8	54,7	48,1	6,6	13,7	6,1	1,54	10	11,74
70-80	30,1	82,8	75,5	52,7	45,4	7,3	16,1	7,1	1,58	10	14,19
80-90	30,3	91,2	83,4	60,9	53,1	7,8	14,7	5,1	1,61	10	15,44
90-100	31,2	88,0	82	56,8	50,8	6,0	11,8	5,6	1,46	10	9,07
Всего											85,6

Таблица В.14. Запасы продуктивной влаги контрольного участка в летний период, 2020 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	20,80	75,40	71,1	54,6	50,3	4,4	8,7	8,2	0,89	10	0,41
10-20	30,70	82,10	76,6	51,4	45,9	5,6	12,1	9,4	1,30	10	3,51
20-30	23,05	77,20	71,1	54,2	48,0	6,2	12,8	9,1	1,44	10	5,35
30-40	22,45	79,50	72,7	57,1	50,3	6,8	13,5	8,8	1,32	10	6,25

40-50	21,30	83,60	75,8	62,3	54,5	7,8	14,3	8,6	1,4	10	8,00
50-60	20,25	71,50	65,7	51,3	45,5	5,8	12,8	7,8	1,46	10	7,24
60-70	22,05	75,40	70,9	53,4	48,9	4,5	9,2	6,1	1,54	10	4,79
70-80	29,10	85,50	81,1	56,4	52,0	4,4	8,5	7,1	1,58	10	2,15
80-90	22,10	76,20	72,5	54,1	50,4	3,8	7,4	5,1	1,61	10	3,78
90-100	25,35	78,40	74,8	53,1	49,4	3,7	7,4	5,6	1,46	10	2,61
Всего							10,7				44,1

Таблица В.15. Запасы продуктивной влаги контрольного участка в осенний период, 2020 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,40	83,60	79,70	61,2	46,9	14,3	8,3	8,2	1,23	10	0,14
10-20	27,20	82,20	77,40	55,0	51,5	3,5	9,3	9,4	1,25	10	-0,10
20-30	27,30	89,30	83,50	62,0	57,2	4,8	10,1	9,1	1,25	10	1,30
30-40	27,60	86,50	80,60	58,9	55,9	3,0	10,6	8,8	1,32	10	2,32
40-50	26,30	85,10	79,20	58,8	58,1	0,7	10,2	8,6	1,4	10	2,18
50-60	28,20	89,00	81,90	60,8	53,7	7,1	13,2	7,8	1,46	10	7,92
60-70	26,10	81,70	75,50	55,6	49,4	6,2	12,6	6,1	1,54	10	9,93
70-80	30,90	86,60	80,00	55,7	49,1	6,6	13,4	7,1	1,58	10	10,02
80-90	28,60	79,80	74,50	51,2	58,7	-7,5	9,0	5,1	1,61	10	6,33
90-100	21,90	74,30	69,00	52,4	68,2	-15,8	7,8	5,6	1,46	10	3,17
Всего							10,5				43,2

Таблица В.16. Запасы продуктивной влаги У1 в весенний период, 2020 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	12,95	114,30	104,85	101,4	91,9	9,5	10,3	8,2	1,29	10	2,69
10-20	12,95	118,20	106,1	105,3	93,2	12,1	13,0	9,4	1,31	10	4,71
20-30	12,95	121,10	107,7	108,2	94,7	13,5	14,2	9,1	1,36	10	6,95
30-40	12,95	133,20	117,7	120,3	104,7	15,6	14,9	8,8	1,32	10	7,99
40-50	12,95	130,00	114,7	117,1	101,8	15,3	15,0	8,6	1,4	10	9,01
50-60	12,95	102,40	91,5	89,5	78,6	10,9	13,9	7,8	1,46	10	8,87
60-70	12,95	104,40	93,4	91,5	80,4	11,1	13,7	6,1	1,54	10	11,77
70-80	12,95	123,70	109,3	110,8	96,4	14,4	14,9	7,1	1,58	10	12,40
80-90	12,95	117,60	105,2	104,7	92,3	12,4	13,4	5,1	1,61	10	13,43
90-100	12,95	109,50	99,1	96,6	86,2	10,4	12,1	5,6	1,46	10	9,45
Всего							13,5				87,3

Таблица В.17. Запасы продуктивной влаги У1 в летний период, 2020 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,75	68,10	63,8	45,4	41,1	4,3	10,5	8,2	1,10	10	2,50
10-20	21,05	62,80	57,8	41,8	36,7	5,1	13,8	9,4	1,32	10	5,76
20-30	21,75	61,90	57,6	40,2	35,8	4,4	12,2	9,1	1,37	10	4,18
30-40	22,40	68,40	62,7	46,0	40,3	5,7	14,1	8,8	1,32	10	7,05

40-50	21,50	72,30	66,0	50,8	44,5	6,3	14,2	8,6	1,4	10	7,78
50-60	22,15	72,20	66,2	50,1	44,1	6,0	13,6	7,8	1,46	10	8,50
60-70	21,65	69,70	64,0	48,1	42,3	5,8	13,6	6,1	1,54	10	11,54
70-80	22,70	67,30	62,1	44,6	39,4	5,2	13,2	7,1	1,58	10	9,63
80-90	31,40	74,80	70,5	44,3	39,9	4,4	11,0	5,1	1,61	10	9,54
90-100	22,00	66,30	61,9	43,4	39,1	4,3	11,1	5,6	1,46	10	8,09
Всего							12,7				74,6

Таблица В.18. Запасы продуктивной влаги У1 в осенний период, 2020 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,20	69,00	65,4	46,8	43,2	3,6	8,3	8,2	0,84	10	0,11
10-20	26,40	68,50	64,5	42,1	38,1	4,0	10,5	9,4	0,84	10	0,92
20-30	26,60	73,80	68,5	47,2	41,9	5,3	12,6	9,1	0,86	10	3,04
30-40	27,20	72,30	67,8	45,1	40,6	4,5	11,1	8,8	1,32	10	3,01
40-50	25,80	79,50	72,3	53,7	46,5	7,2	15,5	8,6	1,4	10	9,64
50-60	30,00	86,40	79,5	56,4	49,5	6,9	13,9	7,8	1,46	10	8,96
60-70	25,90	86,90	75,9	61,0	50,0	11,0	22,0	6,1	1,54	10	24,49
70-80	26,20	84,60	77,3	58,4	51,1	7,3	14,3	7,1	1,58	10	11,35
80-90	27,40	76,80	72,2	49,4	44,8	4,6	10,3	5,1	1,61	10	8,32
90-100	30,70	87,20	82,5	56,5	51,8	4,7	9,1	5,6	1,46	10	5,07
Всего							12,8				74,9

Таблица В.19. Запасы продуктивной влаги У2 в весенний период, 2020г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	12,95	90,60	82,4	77,7	69,5	8,2	11,8	8,2	1,14	10	4,10
10-20	12,95	106,80	94,7	93,9	81,8	12,1	14,8	9,4	1,31	10	7,08
20-30	12,95	120,0	105,1	107,1	92,2	14,9	16,2	9,1	1,33	10	9,37
30-40	12,95	105,3	92,2	92,4	79,3	13,1	16,5	8,8	1,32	10	10,20
40-50	12,95	121,4	107,1	108,5	94,2	14,3	15,2	8,6	1,4	10	9,22
50-60	12,95	104,6	92	91,7	79,1	12,6	15,9	7,8	1,46	10	11,88
60-70	12,95	97,1	87	84,2	74,1	10,1	13,6	6,1	1,54	10	11,61
70-80	12,95	120,7	108,2	107,8	95,3	12,5	13,1	7,1	1,58	10	9,52
80-90	12,95	99,0	89,2	86,1	76,3	9,8	12,9	5,1	1,61	10	12,48
90-100	12,95	84,5	77,95	71,6	65,0	6,6	10,1	5,6	1,46	10	6,54
Всего							14,0				92,0

Таблица В.20. Запасы продуктивной влаги У2 в летний период, 2020 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,60	71,20	67,1	48,6	44,5	4,1	9,2	8,2	1,02	10	1,03
10-20	22,10	75,50	69,4	53,4	47,3	6,1	12,9	9,4	1,31	10	4,59
20-30	22,55	71,70	65,5	49,2	41,8	7,4	14,8	9,1	1,36	10	7,81
30-40	21,70	70,80	63,5	49,1	40,2	8,9	18,2	8,8	1,32	10	12,35
40-50	21,95	73,20	65,1	51,3	42,3	9,0	19,1	8,6	1,4	10	14,77

50-60	22,45	77,70	70,5	55,3	45,5	9,8	15,8	7,8	1,46	10	11,72
60-70	21,60	72,40	67,0	50,8	44,2	6,6	12,2	6,1	1,54	10	9,42
70-80	21,55	67,50	62,2	46,0	40,7	5,3	13,0	7,1	1,58	10	9,38
80-90	21,15	68,30	63,6	47,2	42,5	4,7	11,1	5,1	1,61	10	9,61
90-100	22,60	68,90	65,8	46,3	43,2	3,1	7,2	5,6	1,55	10	2,44
Всего							13,4				83,1

Таблица В.21. Запасы продуктивной влаги У2 в осенний период, 2020 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	24,10	74,00	69,8	49,9	45,7	4,2	9,2	8,2	1,12	10	1,11
10-20	25,60	77,00	71,1	51,4	45,5	5,9	13,0	9,4	1,23	10	4,39
20-30	30,45	78,10	72,3	47,7	41,9	5,8	13,9	9,1	1,28	10	6,09
30-40	30,70	83,80	76,8	53,1	46,1	7,0	15,2	8,8	1,34	10	8,56
40-50	31,95	86,60	79,2	54,7	47,3	7,4	15,7	8,6	1,41	10	9,96
50-60	29,50	85,70	78,2	56,2	48,7	7,5	15,4	7,8	1,54	10	11,70
60-70	21,60	69,60	63,5	48,0	41,9	6,1	14,6	6,1	1,56	10	13,20
70-80	21,55	71,55	66,8	50,0	45,3	4,8	10,5	7,1	1,62	10	5,50
80-90	26,80	73,50	70,2	46,7	43,4	3,3	7,6	5,1	1,68	10	4,21
90-100	27,20	73,80	70,8	46,6	43,6	3,0	6,9	5,6	1,7	10	2,18
Всего							12,2				66,9

Таблица В.22. Запасы продуктивной влаги УЗ в весенний период, 2020г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	23,30	77,20	71,4	53,9	48,1	5,8	12,1	8,2	1,10	10	4,24
10-20	27,80	92,50	84,2	64,7	56,4	8,3	14,7	9,4	1,32	10	7,03
20-30	29,80	94,40	85,8	64,6	56,0	8,6	15,4	9,1	1,37	10	8,58
30-40	23,40	66,10	59,8	42,7	36,4	6,3	17,3	8,8	1,32	10	11,23
40-50	33,20	85,30	77,8	52,1	44,6	7,5	16,8	8,6	1,4	10	11,50
50-60	30,25	96,80	87,0	66,6	56,8	9,8	17,3	7,8	1,46	10	13,82
60-70	29,65	94,20	85,4	64,6	55,8	8,8	15,8	6,1	1,54	10	14,91
70-80	23,60	94,90	85,9	71,3	62,3	9,0	14,4	7,1	1,58	10	11,61
80-90	23,49	132,20	118,2	108,7	94,7	14,0	14,8	5,1	1,61	10	15,59
90-100	28,38	112,20	101,9	83,8	73,5	10,3	14,0	5,6	1,46	10	12,28
Всего							15,3				110,8

Таблица В.23. Запасы продуктивной влаги УЗ в летний период, 2020 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	26,85	67,60	61,9	40,8	35,1	5,7	16,3	8,2	1,14	10	9,16
10-20	22,3	71,60	65,1	49,3	42,8	6,5	15,2	9,4	1,31	10	7,58
20-30	29,85	83,6	77,55	53,8	47,7	6,1	12,7	9,1	1,33	10	4,75
30-40	27,25	72,7	67,35	45,5	40,1	5,3	13,3	8,8	1,32	10	5,99

40-50	21,15	64,2	58,95	43,1	37,8	5,2	13,9	8,6	1,4	10	7,40
50-60	21,3	67,5	61,95	46,2	40,7	5,5	13,7	7,8	1,46	10	8,55
60-70	22,3	69,5	64,2	47,2	41,9	5,3	12,6	6,1	1,54	10	10,09
70-80	26,6	77,2	72,1	50,6	45,5	5,1	11,2	7,1	1,58	10	6,49
80-90	21,05	76,1	71,9	55,1	50,9	4,2	8,3	5,1	1,61	10	5,09
90-100	23,2	74,9	71,2	51,7	48,0	3,7	7,7	5,6	1,46	10	3,08
Всего							12,5				68,2

Таблица В.24. Запасы продуктивной влаги УЗ в осенний период, 2020 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,50	76,60	71,8	54,1	49,3	4,8	9,7	8,2	0,89	10	1,37
10-20	30,70	81,60	76,2	50,9	45,5	5,4	11,9	9,4	1,30	10	3,20
20-30	23,05	77,00	71,2	54,0	48,2	5,8	12,0	9,1	1,44	10	4,25
30-40	22,45	80,70	73,1	58,3	50,7	7,6	15,0	8,8	1,32	10	8,19
40-50	21,30	84,80	76,5	63,5	55,2	8,3	15,0	8,6	1,4	10	9,01
50-60	20,25	71,15	65,7	50,9	45,5	5,5	12,0	7,8	1,46	10	6,12
60-70	20,80	76,60	70,9	55,8	48,4	7,4	11,8	6,1	1,54	10	8,74
70-80	29,10	86,70	82,0	57,6	52,9	4,7	8,9	7,1	1,58	10	2,82
80-90	22,10	77,40	73,9	55,3	51,8	3,5	6,8	5,1	1,61	10	2,67
90-100	25,35	79,60	76,5	54,3	51,2	3,1	6,1	5,6	1,46	10	0,67
Всего							10,9				47,0

Таблица В.25. Запасы продуктивной влаги контрольного участка в весенний период, 2021 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	26,9	26,9	74,30	70,1	47,4	43,2	4,2	8,2	1,10	10	1,67
10-20	30,9	30,9	87,20	81,1	56,3	50,2	6,1	9,4	1,25	10	3,44
20-30	27,4	27,4	79,6	73,5	52,2	46,1	6,1	9,1	1,30	10	5,37
30-40	31	31	92,7	85,1	61,7	54,1	7,6	8,8	1,32	10	6,93
40-50	27,4	27,4	83,9	77	56,5	49,6	6,9	8,6	1,4	10	7,44
50-60	29,9	29,9	81,5	75	51,6	45,1	6,5	7,8	1,46	10	9,65
60-70	31,7	31,7	85,7	79,6	54,0	47,9	6,1	6,1	1,54	10	10,22
70-80	30,1	30,1	82,1	75,2	52,0	45,1	6,9	7,1	1,55	10	12,71
80-90	30,3	30,3	90,7	84,6	60,4	54,3	6,1	5,1	1,55	10	9,51
90-100	31,2	31,2	87,3	83,5	56,1	52,3	3,8	5,6	1,62	10	2,70
Всего							12,4				69,6

Таблица В.26. Запасы продуктивной влаги контрольного участка в летний период, 2021 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	30,9	68,00	64,8	37,1	33,9	3,2	9,4	8,2	0,87	10	1,08
10-20	26,3	76,90	71,2	50,6	44,9	5,7	12,7	9,4	0,90	10	2,97
20-30	31,2	73,80	67,6	42,6	36,4	6,2	17,0	9,1	1,05	10	8,33
30-40	30,5	75,00	69,8	44,5	39,3	5,2	13,2	8,8	1,32	10	5,85

40-50	31,4	80,80	74,9	49,4	43,5	5,9	13,6	8,6	1,4	10	6,95
50-60	25,6	69,00	64,3	43,4	38,7	4,7	12,1	7,8	1,46	10	6,34
60-70	22	72,10	67,9	50,1	45,9	4,2	9,2	6,1	1,54	10	4,70
70-80	20,8	69,90	65,5	49,1	44,7	4,4	9,8	7,1	1,58	10	4,33
80-90	20,3	67,90	65,3	47,6	45,0	2,6	5,8	5,1	1,61	10	1,09
90-100	21,7	69,20	66,4	47,5	44,7	2,8	6,3	5,6	1,46	10	0,97
Всего							10,9				42,6

Таблица В.27. Запасы продуктивной влаги контрольного участка в осенний период, 2021 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	30,80	90,30	85,4	59,5	54,6	4,9	9,0	8,2	1,29	10	1,00
10-20	20,90	83,40	77,5	62,5	56,6	5,9	10,4	9,4	1,31	10	1,34
20-30	21,10	82,50	76,1	61,4	55,0	6,4	11,6	9,1	1,36	10	3,45
30-40	21,70	72,60	66,8	50,9	45,1	5,8	12,9	8,8	1,32	10	5,36
40-50	25,20	89,50	81,1	64,3	55,9	8,4	15,0	8,6	1,4	10	9,00
50-60	21,80	81,50	75,3	59,7	53,5	6,2	11,6	7,8	1,46	10	5,53
60-70	21,50	84,10	78,6	62,6	57,1	5,5	9,6	6,1	1,54	10	5,44
70-80	31,40	97,10	91,5	65,7	60,1	5,6	9,3	7,1	1,58	10	3,50
80-90	32,50	94,70	90,8	62,2	58,3	3,9	6,7	5,1	1,61	10	2,56
90-100	31,50	88,60	85,1	57,1	53,6	3,5	6,5	5,6	1,46	10	1,36
Всего							10,3				38,5

Таблица В.28. Запасы продуктивной влаги У1 в весенний период, 2021г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,10	83,50	78,1	61,4	56,0	5,4	9,6	8,2	1,10	10	1,59
10-20	20,50	77,50	68,7	57,0	48,2	8,8	18,3	9,4	1,20	10	10,63
20-30	21,30	75,50	65,7	54,2	44,4	9,8	22,1	9,1	1,21	10	15,70
30-40	21,40	75,20	66,6	53,8	45,2	8,6	19,0	8,8	1,32	10	13,50
40-50	21,90	75,60	67,8	53,7	45,9	7,8	17,0	8,6	1,4	10	11,75
50-60	22,00	77,80	70,2	55,8	48,2	7,6	15,8	7,8	1,46	10	11,63
60-70	28,70	77,40	72,0	48,7	43,3	5,4	12,5	6,1	1,54	10	9,81
70-80	21,80	77,20	71,6	55,4	49,8	5,6	11,2	7,1	1,6	10	6,63
80-90	32,40	82,80	79,3	50,4	46,9	3,5	7,5	5,1	1,61	10	3,80
90-100	22,20	73,10	69,9	50,9	47,7	3,2	6,7	5,6	1,55	10	1,72
Всего							14,0				86,8

Таблица В.29. Запасы продуктивной влаги У1 в летний период, 2021 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	24,10	74,00	70,1	49,9	46,0	3,9	8,5	8,2	1,19	10	0,33
10-20	25,60	77,00	71,9	51,4	46,3	5,1	11,0	9,4	1,28	10	2,07
20-30	30,45	78,10	72,3	47,7	41,9	5,8	13,9	9,1	1,36	10	6,48
30-40	30,70	83,80	77,2	53,1	46,5	6,6	14,3	8,8	1,35	10	7,45

40-50	31,95	86,60	79,9	54,7	48,0	6,7	14,0	8,6	1,41	10	7,58
50-60	29,50	85,70	79,0	56,2	49,5	6,7	13,5	7,8	1,54	10	8,83
60-70	21,60	69,60	63,9	48,0	42,3	5,7	13,5	6,1	1,58	10	11,65
70-80	21,55	71,55	66,3	50,0	44,8	5,3	11,7	7,1	1,65	10	7,64
80-90	26,80	73,50	69,0	46,7	42,2	4,6	10,8	5,1	1,68	10	9,57
90-100	27,20	73,80	70,1	46,6	42,9	3,7	8,6	5,6	1,7	10	5,14
Всего							12,0				66,7

Таблица В.30. Запасы продуктивной влаги У1 в осенний период, 2021 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	21,10	74,00	68,55	52,9	47,5	5,5	11,5	8,2	1,14	10	3,73
10-20	22,90	74,30	67,70	51,4	44,8	6,6	14,7	9,4	1,31	10	6,98
20-30	26,85	75,70	69,15	48,9	42,3	6,6	15,5	9,1	1,33	10	8,46
30-40	21,95	72,10	66,05	50,2	44,1	6,1	13,7	8,8	1,32	10	6,49
40-50	21,05	69,10	63,20	48,1	42,2	5,9	14,0	8,6	1,4	10	7,56
50-60	26,30	72,95	67,10	46,7	40,8	5,8	14,3	7,8	1,46	10	9,55
60-70	31,65	78,45	72,70	46,8	41,1	5,8	14,0	6,1	1,54	10	12,18
70-80	21,45	70,35	64,55	48,9	43,1	5,8	13,5	7,1	1,58	10	10,04
80-90	27,10	104,05	98,90	77,0	71,8	5,1	7,2	5,1	1,61	10	3,34
90-100	22,30	89,00	84,90	66,7	62,6	4,1	6,5	5,6	1,46	10	1,39
Всего							12,5				69,7

Таблица В.31. Запасы продуктивной влаги У2 в весенний период, 2021г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	22,60	71,60	66,7	49,0	44,1	4,9	11,1	8,2	1,19	10	3,46
10-20	22,10	75,90	69,4	53,8	47,3	6,5	13,7	9,4	1,24	10	5,38
20-30	22,55	72,10	65,9	49,6	41,8	7,8	14,8	9,1	1,31	10	7,51
30-40	21,70	71,20	65,1	49,5	40,2	9,3	15,2	8,8	1,32	10	8,41
40-50	21,95	73,60	66,3	51,7	42,3	9,4	17,3	8,6	1,4	10	12,12
50-60	22,45	78,10	68,9	55,7	45,5	10,2	20,2	7,8	1,46	10	18,13
60-70	21,60	72,80	67,0	51,2	44,2	7,0	13,1	6,1	1,55	10	10,88
70-80	21,55	67,90	62,2	46,4	40,7	5,7	14,0	7,1	1,6	10	11,08
80-90	21,15	68,70	64,7	47,6	43,6	4,0	9,2	5,1	1,62	10	6,62
90-100	22,60	69,30	65,8	46,7	43,2	3,5	8,1	5,6	1,69	10	4,23
Всего							13,7				87,8

Таблица В.32. Запасы продуктивной влаги У2 в летний период, 2021 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	27,05	74,60	70,3	47,6	43,2	4,3	10,1	8,2	1,27	10	2,37
10-20	25,60	78,10	71,9	52,5	46,3	6,2	13,4	9,4	1,30	10	5,19
20-30	30,45	78,30	72,3	47,9	41,9	6,0	14,3	9,1	1,33	10	6,97
30-40	30,70	84,00	77,2	53,3	46,5	6,8	14,7	8,8	1,32	10	7,85

40-50	31,95	86,80	79,9	54,9	48,0	6,9	14,4	8,6	1,4	10	8,11
50-60	29,50	85,90	78,8	56,4	49,3	7,1	14,4	7,8	1,46	10	9,64
60-70	21,60	69,80	63,9	48,2	42,3	5,9	13,9	6,1	1,54	10	12,09
70-80	21,55	71,75	65,0	50,2	43,5	6,7	15,5	7,1	1,65	10	13,92
80-90	26,80	73,70	70,5	46,9	43,7	3,2	7,3	5,1	1,59	10	3,53
90-100	27,20	74,70	71,8	47,5	44,6	2,9	6,5	5,6	1,54	10	1,39
Всего							12,5				71,0

Таблица В.33. Запасы продуктивной влаги У2 в осенний период, 2021 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	20,80	75,40	71,1	54,6	50,3	4,4	8,7	8,2	0,89	10	0,41
10-20	30,70	81,60	76,4	50,9	45,7	5,2	11,4	9,4	1,30	10	2,56
20-30	23,05	75,80	69,3	52,8	46,3	6,5	14,1	9,1	1,44	10	7,14
30-40	22,45	80,00	72,1	57,6	49,7	7,9	15,9	8,8	1,32	10	9,39
40-50	21,30	83,60	72,5	62,3	51,2	11,1	21,7	8,6	1,4	10	18,31
50-60	20,25	69,95	65,7	49,7	45,5	4,3	9,4	7,8	1,46	10	2,26
60-70	22,05	75,40	70,9	53,4	48,9	4,5	9,2	6,1	1,54	10	4,79
70-80	29,10	85,50	81,1	56,4	52,0	4,4	8,5	7,1	1,58	10	2,15
80-90	22,10	76,20	72,5	54,1	50,4	3,8	7,4	5,1	1,61	10	3,78
90-100	25,35	78,40	74,8	53,1	49,4	3,7	7,4	5,6	1,46	10	2,61
Всего							11,4				53,4

Таблица В.34. Запасы продуктивной влаги УЗ в весенний период, 2021г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	30,9	69,40	65,9	38,5	35,0	3,5	10,0	8,2	1,21	10	2,18
10-20	26,3	78,30	72,5	52,0	46,2	5,8	12,6	9,4	1,28	10	4,04
20-30	31,2	72,90	66,6	41,7	35,4	6,3	17,8	9,1	1,46	10	12,70
30-40	30,5	77,10	68,8	46,6	38,3	8,3	21,7	8,8	1,5	10	19,31
40-50	31,4	82,90	73,9	51,5	42,5	9,0	21,2	8,6	1,4	10	17,61
50-60	25,6	71,10	64,5	45,5	38,9	6,6	17,0	7,8	1,46	10	13,38
60-70	22	74,20	68,2	52,2	46,2	6,0	13,0	6,1	1,54	10	10,61
70-80	20,8	72,00	67,5	51,2	46,7	4,5	9,6	7,1	1,58	10	4,01
80-90	20,3	70,00	66,4	49,7	46,1	3,6	7,8	5,1	1,61	10	4,36
90-100	21,7	71,30	67,6	49,6	45,9	3,7	8,1	5,6	1,63	10	4,01
Всего							13,9				92,2

Таблица В.35. Запасы продуктивной влаги УЗ в летний период, 2021 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	27,40	80,00	75,5	52,6	48,1	4,5	9,4	8,2	1,18	10	1,36
10-20	30,75	81,80	76,3	51,1	45,6	5,5	12,1	9,4	1,28	10	3,42
20-30	21,80	64,20	59,9	42,4	38,1	4,4	11,4	9,1	1,46	10	3,41
30-40	22,00	72,00	67,8	50,0	45,8	4,2	9,2	8,8	1,5	10	0,56

40-50	22,00	61,20	56,5	39,2	34,5	4,7	13,6	8,6	1,4	10	7,03
50-60	30,10	69,40	64,0	39,3	33,9	5,4	15,9	7,8	1,46	10	11,87
60-70	21,30	72,70	66,9	51,4	45,6	5,8	12,7	6,1	1,54	10	10,19
70-80	30,95	73,90	69,2	43,0	38,3	4,7	12,3	7,1	1,58	10	8,20
80-90	29,80	73,60	70,5	43,8	40,7	3,1	7,6	5,1	1,61	10	4,05
90-100	22,70	70,20	66,8	47,5	44,1	3,4	7,7	5,6	1,63	10	3,44
Всего							11,2				53,5

Таблица В.36. Запасы продуктивной влаги УЗ в осенний период, 2021 г.

Гори зонт, см	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с сырой почвы, г	Вес бюкса с сухой почвы, г	Вес сырой почвы, г	Вес сухой почвы, г	Масса испарившейся влаги, г	Влажность почвы (W), %	ВУЗ	Объёмная масса почвы, г/см ³	Толщина анализируемого слоя почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм
0-10	27,40	73,40	69,5	46,0	42,1	3,9	9,3	8,2	1,18	10	1,26
10-20	30,75	76,90	71,9	46,2	41,2	5,0	12,2	9,4	1,28	10	3,52
20-30	21,80	77,10	71,8	55,3	50,0	5,3	10,6	9,1	1,46	10	2,19
30-40	22,00	82,80	77,2	60,8	55,2	5,6	10,2	8,8	1,5	10	2,17
40-50	22,00	85,60	79,0	63,6	57,0	6,6	11,6	8,6	1,4	10	4,17
50-60	30,10	84,70	78,1	54,6	48,0	6,6	13,8	7,8	1,46	10	8,69
60-70	21,30	68,60	63,6	47,3	42,3	5,0	11,8	6,1	1,54	10	8,81
70-80	30,95	70,55	67,0	39,6	36,1	3,5	9,8	7,1	1,58	10	4,34
80-90	29,80	72,50	69,8	42,7	40,0	2,7	6,7	5,1	1,61	10	2,66
90-100	22,70	73,50	70,3	50,8	47,6	3,2	6,7	5,6	1,63	10	1,83
Всего							10,3				39,6

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Ботанический состав пастбищ

Таблица Г.1 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H), контрольного участка, 2019 год

Название растений	%	P_i	$\ln P_i$	$(P_i) * (\ln P_i)$
Весна				
Овсяница валлийская	61,77	0,62	-0,48	-0,30
Солонечник обыкновенный	13,35	0,13	-2,01	-0,27
Лютик едкий	7,60	0,08	-2,58	-0,20
Лапчатка прямая	3,71	0,04	-3,29	-0,12
Мытник Кауфмана	3,48	0,03	-3,36	-0,12
Полынь обыкновенная	2,62	0,03	-3,64	-0,10
Клевер красный	2,60	0,03	-3,65	-0,09
Молочай острый	1,96	0,02	-3,93	-0,08
Донник желтый (<i>Melilotus officinalis</i>)	1,01	0,01	-4,59	-0,05
Синеголовник полевой (<i>Eryngium campéstre</i>)	1,00	0,01	-4,61	-0,05
Зопник клубненосный (<i>Phlomoïdes tuberósa</i>)	0,90	0,01	-4,71	-0,04
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H)				-1,40
Лето				
Солонечник обыкновенный (<i>Galatella villosa</i>)	9	0,09	-2,41	-0,22
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i>)	3,6	0,04	-3,32	-0,12
Зопник клубненосный (<i>Phlomoïdes tuberósa</i>)	0,6	0,01	-5,12	-0,03
Ковыль волосатик (<i>Stipa capillata</i>)	2,5	0,03	-3,69	-0,09
Лютик едкий (<i>Ranunculus ácris</i>)	0,8	0,01	-4,83	-0,04
Молочай острый (<i>Euphórbia ésula</i>)	2,1	0,02	-3,86	-0,08
Мытник Кауфмана (<i>Pediculāris kaufmännii</i>)	4,5	0,05	-3,10	-0,14
Овсяница валисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	72,7	0,73	-0,32	-0,23
Полынь обыкновенная (<i>Artemísia vulgáris</i>)	2,1	0,02	-3,86	-0,08
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i>)	2,1	0,02	-3,86	-0,08
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H)				-1,11
Осень				
Солонечник обыкновенный (<i>Galatella villosa</i>)	11,2	0,11	-2,19	-0,25
Жабник полевой	4,7	0,05	-3,06	-0,14
Кермек гмелина (<i>Limónium gmelinii</i>)	4,1	0,04	-3,19	-0,13
Ковыль волосатик (<i>Stipa capillata</i>)	1,8	0,02	-4,02	-0,07
Молочай острый (<i>Euphórbia ésula</i>)	0,8	0,01	-4,83	-0,04
Мытник Кауфмана (<i>Pediculāris kaufmännii</i>)	4,2	0,04	-3,17	-0,13
Овсяница валисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	72	0,72	-0,33	-0,24
Полынь обыкновенная (<i>Artemísia vulgáris</i>)	1,2	0,01	-4,42	-0,05
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H)				-1,05

Таблица Г.2 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H), У1 (весенний участок), 2019 год

Название растений	%	Pi	lnPi	(Pi)*(lnPi)
Весна				
Многолетние злаковые травы	77,4	0,77	-0,26	-0,20
Горчак розовый	8,3	0,08	-2,49	-0,21
Мытник Кауфмана (<i>Pedicularis kaufmannii</i>)	3,7	0,04	-3,30	-0,12
Люцерна желтая (<i>Medicago falcata</i>)	3,4	0,03	-3,38	-0,11
Дрема белая (<i>Silene latifolia</i>)	3,2	0,03	-3,43	-0,11
Кривоцвет полевой (<i>Anchúsa arvensis</i>)	2,0	0,02	-3,91	-0,08
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i>)	2,0	0,02	-3,91	-0,08
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H)				-0,91
Лето				
Ковыль волосатик (<i>Stipa capillata</i>)	4,6	0,05	-3,07	-0,14
Герань рассеченная (<i>Geranium dissectum</i>)	5,2	0,05	-2,95	-0,15
Горчак ползучий (<i>Rharrhincum repens</i>)	3,3	0,03	-3,41	-0,11
Дурнишник иголец (<i>Xanthium spinosum</i>)	1,3	0,01	-4,36	-0,06
Мытник Кауфмана (<i>Pedicularis kaufmannii</i>)	3,6	0,04	-3,32	-0,12
Клевер люпиновый (<i>Trifolium lupinaster</i>)	1,0	0,01	-4,65	-0,04
Кривоцвет полевой (<i>Anchúsa arvensis</i>)	2,3	0,02	-3,77	-0,09
Люцерна желтая (<i>Medicago falcata</i>)	2,3	0,02	-3,77	-0,09
Овсяница валлисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	66,1	0,66	-0,41	-0,27
Жабник полевой (<i>Filago arvensis</i>)	2,8	0,03	-3,58	-0,10
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i>)	1,9	0,02	-3,96	-0,08
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i>)	1,9	0,02	-3,97	-0,08
Эспарцет песчаный (<i>Onobrychis arenaria</i>)	3,7	0,04	-3,30	-0,12
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H)				-1,45
Осень				
Овсяница валлисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	60,8	0,61	-0,50	-0,30
Мытник Кауфмана (<i>Pedicularis kaufmannii</i>)	7,5	0,08	-2,59	-0,19
Ковыль волосатик (<i>Stipa capillata</i>)	16,1	0,16	-1,83	-0,29
Полынь белая (горькая) (<i>Artemisia absinthium</i>)	4,0	0,04	-3,22	-0,13
Дурнишник иголец (<i>Xanthium spinosum</i>)	2,8	0,03	-3,59	-0,10
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i>)	2,7	0,03	-3,60	-0,10
Жабник полевой (<i>Filago arvensis</i>)	2,6	0,03	-3,65	-0,09
Эспарцет песчаный (<i>Onobrychis arenaria</i>)	3,5	0,04	-3,35	-0,12
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H)				-1,33

Таблица Г.3 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H), У2 (летний участок), 2019 год

Название растений	%	Pi	lnPi	(Pi)*(lnPi)
Весна				
Донник желтый (<i>Melilótus officinális</i>)	1,7	0,02	-4,06	-0,07
Клевер красный (<i>Trifolium rubens</i>)	3,2	0,03	-3,43	-0,11
Молочай острый (<i>Euphórbia ésula</i>)	1,4	0,01	-4,27	-0,06
Мытник Кауфмана (<i>Pedicularis kaufmannii</i>)	1,7	0,02	-4,07	-0,07
Овсяница валлисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	89,6	0,90	-0,11	-0,10

Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i>)	1,2	0,01	-4,42	-0,05
Чина луговая (<i>Láthyrus pratensis</i>)	1,2	0,01	-4,45	-0,05
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,51
Лето				
Жабник полевой (<i>Filago arvensis</i>)	2,9	0,03	-3,54	-0,10
Донник желтый (<i>Melilotus officinalis</i>)	1,6	0,02	-4,14	-0,07
Молочай острый (<i>Euphórbia ésula</i>)	1,7	0,02	-4,06	-0,07
Мытник Кауфмана (<i>Pediculāris kaufmännii</i>)	1,9	0,02	-3,96	-0,08
Овсяница валисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	82,7	0,83	-0,19	-0,16
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i>)	1,0	0,01	-4,61	-0,05
Полынь австрийская (<i>Artemisia austriaca</i>)	1,0	0,01	-4,61	-0,05
Торица полевая (<i>Spergula arvensis</i>)	1,7	0,02	-4,07	-0,07
Тысячелистник обыкн (<i>Achilea millefolium</i>)	1,3	0,01	-4,36	-0,06
Чина луговая (<i>Láthyrus pratensis</i>)	3,0	0,03	-3,51	-0,11
Эспарцет закавказский (<i>Onobrychis antasiatica</i>)	1,2	0,01	-4,42	-0,05
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,85
Осень				
Ковыль волосатик	31,4	0,31	-1,16	-0,36
Жабник полевой (<i>Filago arvensis</i>)	0,7	0,01	-4,98	-0,03
Донник белый	6,8	0,07	-2,69	-0,18
Торица полевая (<i>Spergula arvensis</i>)	8,0	0,08	-2,53	-0,20
Люцерна желтая	0,4	0,00	-5,45	-0,02
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i>)	1,3	0,01	-4,34	-0,06
Полынь белая	1,2	0,01	-4,42	-0,05
Типчак	50,2	0,50	-0,69	-0,35
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,26

Таблица Г.4 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (*H*), У3 (осенний участок), 2019 год

Название растений	%	Pi	lnPi	(Pi)*(lnPi)
Весна				
Житняк	90,0	0,90	-0,11	-0,09
Полынь обыкновенная	6,0	0,06	-2,81	-0,17
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i>)	4,0	0,04	-3,22	-0,13
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,39
Лето				
Житняк гребневидный (<i>Agropyron pectinatum</i>)	98,1	0,98	-0,02	-0,02
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i>)	1,3	0,01	-4,32	-0,06
Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i>)	0,3	0,00	-5,94	-0,02
Овсяница валисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	0,3	0,00	-5,88	-0,02
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,11
Осень				
Житняк	99,3	0,99	-0,01	-0,01
Полынь обыкновенная	0,7	0,01	-4,96	-0,03
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,04

Таблица Г.5 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (*H*), контрольного участка, 2020 год

Название растений	%	P _i	lnP _i	(P _i)*(lnP _i)
Весна				
Овсяница валлисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	19,30	0,19	-1,65	-0,32
Ковыль волосатик (<i>Stípa capilláta</i>)	51,77	0,52	-0,66	-0,34
Полынь обыкновенная (<i>Artemísia vulgáris</i>)	2,70	0,07	-2,60	-0,19
Молочай острый (<i>Euphórbia ésula</i>)	1,96	0,05	-3,00	-0,15
Лапчатка прямая (<i>Potentilla récta</i>)	3,71	0,04	-3,29	-0,12
Лютик полевой (<i>Ranunculus arvensis</i>)	3,48	0,03	-3,36	-0,12
Клевер красный (<i>Trifolium rubens</i>)	2,60	0,03	-3,65	-0,09
Лютик едкий (<i>Ranúnculus ácris</i>)	7,46	0,02	-3,93	-0,08
Мытник Кауфмана (<i>Pediculáris kaufmännii</i>)	5,00	0,03	-3,61	-0,10
Зопник клубненосный (<i>Phlomoídes tuberósa</i>)	2,03	0,02	-3,90	-0,08
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,59
Лето				
Овсяница валлисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	31,20	0,31	-1,16	-0,36
Ковыль волосатик (<i>Stípa capilláta</i>)	44,70	0,45	-0,81	-0,36
Полынь обыкновенная (<i>Artemísia vulgáris</i>)	3,10	0,07	-2,65	-0,19
Молочай острый (<i>Euphórbia ésula</i>)	6,80	0,07	-2,69	-0,18
Мытник Кауфмана (<i>Pediculáris kaufmännii</i>)	7,10	0,03	-3,47	-0,11
Зопник клубненосный (<i>Phlomoídes tuberósa</i>)	1,20	0,01	-4,42	-0,05
Люцерна желтая (<i>Medicago falcata</i>)	5,90	0,06	-2,83	-0,17
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,42
Осень				
Овсяница валлисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	25	0,25	-1,39	-0,35
Ковыль волосатик (<i>Stípa capilláta</i>)	53,2	0,53	-0,63	-0,34
Полынь обыкновенная (<i>Artemísia vulgáris</i>)	7,8	0,08	-2,55	-0,20
Молочай острый (<i>Euphórbia ésula</i>)	14	0,14	-1,97	-0,28
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,16

Таблица Г.6 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (*H*), У1 (весенний участок), 2020 год

Название растений	%	P _i	lnP _i	(P _i)*(lnP _i)
Весна				
Овсяница валлисская	75,30	0,75	-0,28	-0,21
Ковыль перистый	3,02	0,03	-3,50	-0,11
Солонечник мохнатый	10,40	0,10	-2,26	-0,24
Полынь белая	3,62	0,04	-3,32	-0,12
Тысячелистник обыкновенный	2,35	0,02	-3,75	-0,09
Пырей ползучий	1,91	0,02	-3,96	-0,08
Шалфей луговой	1,20	0,01	-4,42	-0,05
Льнянка обыкновенная	0,92	0,01	-4,68	-0,04
Лапчатка серебристая	0,67	0,01	-5,01	-0,03
Подмаренник настоящий	0,60	0,01	-5,12	-0,03
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,00
Лето				
Овсяница валлийская	32,0	0,32	-1,14	-0,36
Ковыль перистый	22,0	0,22	-1,51	-0,33

Солонечник мохнатый	6,0	0,06	-2,81	-0,17
Таволга обыкновенная	13,2	0,13	-2,02	-0,27
Солодка Коржинского	7,8	0,08	-2,55	-0,20
Дымянка аптечная	3,3	0,03	-3,41	-0,11
Лапчатка распростертая	3,1	0,03	-3,47	-0,11
Тысячелистник обыкновенный	1,9	0,02	-3,96	-0,08
Полынь белая	1,73	0,02	-4,06	-0,07
Торица полевая (<i>Spergula arvensis</i>)	1,7	0,02	-4,10	-0,07
Кровохлебка аптечная (<i>Sanguisorba officinalis</i>)	1,66	0,02	-4,10	-0,07
Липучка оттапыренная (<i>Lappula squarrosa</i>)	1,4	0,01	-4,27	-0,06
Морковь дикая (<i>Daucus carota</i>)	1	0,01	-4,61	-0,05
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i>)	1	0,01	-4,61	-0,05
Розмарин лекарственный (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	1	0,01	-4,61	-0,05
Шалфей луговой	1	0,01	-4,61	-0,05
Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i>)	0,2	0,00	-6,03	-0,01
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-2,09
Осень				
Овсяница валлисская	27,9	0,28	-1,28	-0,36
Ковыль перистый	51,1	0,51	-0,67	-0,34
Солонечник мохнатый	3,6	0,04	-3,32	-0,12
Солодка Коржинского	4,1	0,04	-3,19	-0,13
Полынь белая	3,6	0,04	-3,32	-0,12
тархун эстрагон	2,3	0,02	-3,76	-0,09
Соссюрея солончаковая	1,9	0,02	-3,96	-0,08
Тимьян Маршалла	1,8	0,02	-4,04	-0,07
Таволга обыкновенная	1,3	0,01	-4,34	-0,06
Вероника длиннолистная	1,2	0,01	-4,42	-0,05
Торица полевая (<i>Spergula arvensis</i>)	1,2	0,01	-4,42	-0,05
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,47

Таблица Г.7 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (*H*), У2 (летний участок), 2020 год

Название растений	%	Pi	lnPi	(Pi)*(lnPi)
Весна				
Овсяница валлисская	56,20	0,56	-0,58	-0,32
Ковыль перистый	15,36	0,15	-1,87	-0,29
Донник желтый	3,48	0,03	-3,36	-0,12
Пырей ползучий	8,40	0,08	-2,48	-0,21
Тысячелистник обыкновенный	3,13	0,03	-3,46	-0,11
Шалфей луговой	2,12	0,02	-3,85	-0,08
Подорожник большой	5,81	0,06	-2,85	-0,17
Люцерна желтая	1,46	0,01	-4,23	-0,06
Полынь австрийская	1,00	0,01	-4,61	-0,05
Солонечник мохнатый	0,95	0,01	-4,66	-0,04
Мытник кауфмана	0,76	0,01	-4,88	-0,04
лапчатка серебристая	0,58	0,01	-5,15	-0,03
Льнянка обыкновенная	0,74	0,01	-4,91	-0,04
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,55

Лето				
Овсяница валлисская	58,00	0,58	-0,54	-0,32
Ковыль перистый	15,00	0,15	-1,90	-0,28
Пырей ползучий	6,00	0,06	-2,81	-0,17
Люцерна желтая	5,00	0,05	-3,00	-0,15
Эстрагон полынь	2,00	0,02	-3,91	-0,08
Подорожник большой	2,00	0,02	-3,91	-0,08
Льнянка обыкновенная	2,00	0,02	-3,91	-0,08
Вьюнок полевой (<i>Convōlvulus arvensis</i>)	2,00	0,02	-3,91	-0,08
Полынь	2,10	0,02	-3,86	-0,08
Горчак ястребинковая (<i>Picris hieracioides</i>)	2,00	0,02	-3,91	-0,08
Мордовник степной (<i>Echinops ritro</i>)	1,50	0,02	-4,20	-0,06
Торица полевая (<i>Spergula arvensis</i>)	1,30	0,01	-4,34	-0,06
Солонечник мохнатый (<i>Galatella villosa</i>)	1,10	0,01	-4,51	-0,05
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,56
Осень				
Овсяница валлисская	40,0	0,40	-0,92	-0,37
Ковыль перистый	25,0	0,25	-1,39	-0,35
Полынь эстрагон	10,0	0,10	-2,30	-0,23
Солодка Коржинского	12,0	0,12	-2,12	-0,25
Мордовник степной	10,0	0,10	-2,30	-0,23
Солонечник мохнатый	2,6	0,00	-5,61	-0,02
Горчак ястребинковая	0,4	0,03	-3,65	-0,09
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,54

Таблица Г.8 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (*H*), УЗ (осенний участок), 2020 год

Название растений	%	Pi	lnPi	(Pi)*(lnPi)
Весна				
Житняк гребневидный	88,87	0,89	-0,12	-0,10
Овсяница валлисская	5,91	0,06	-2,83	-0,17
Тархун эстрагон	5,21	0,05	-2,95	-0,15
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,43
Лето				
Овсяница валлисская	1,84	0,02	-4,00	-0,07
Житняк Гребневидный	87,75	0,88	-0,13	-0,11
Полынь горькая	5,11	0,05	-2,97	-0,15
Эстрагон Тархун	5,30	0,05	-2,94	-0,16
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,50
Осень				
Житняк гребневидный	93,5	0,93	-0,07	-0,06
Полынь эстрагон (<i>Artemisia dracunculus</i>)	4,7	0,05	-3,06	-0,14
Овсяница валлисская	1,8	0,02	-4,02	-0,07
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,28

Таблица Г.9 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (*H*), контрольного участка, 2021 год

Название растений	%	P _i	lnP _i	(P _i)*(lnP _i)
Весна				
Овсяница валлисская	17,00	0,17	-1,77	-0,30
Ковыль волосатик	48,00	0,48	-0,73	-0,35
Полынь горкая	14,00	0,14	-1,97	-0,28
Молочай острый	9,50	0,10	-2,35	-0,22
Лапчатка прямая	4,00	0,04	-3,22	-0,13
Тысячелистник обыкновенный	3,48	0,03	-3,36	-0,12
Мятлик луговой	2,07	0,02	-3,88	-0,08
Кострец безостый	1,96	0,02	-3,93	-0,08
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H)				-1,56
Лето				
Овсяница валлисская	15,00	0,15	-1,90	-0,28
Ковыль волосатик	52,00	0,52	-0,65	-0,34
Полынь горкая	16,00	0,16	-1,83	-0,29
Молочай острый	12,00	0,12	-2,12	-0,25
Тысячелистник обыкновенный	1,20	0,01	-4,42	-0,05
Вьюнок полевой	2,07	0,02	-3,88	-0,08
Подорожник большой	1,73	0,02	-4,06	-0,07
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H)				-1,38
Осень				
Ковыль волосатик (<i>Stípa capilláta</i>)	72,3	0,72	-0,32	-0,23
Овсяница валлисская (<i>Festuca valesiaca</i>)	8,5	0,09	-2,47	-0,21
Полынь горкая (<i>Artemisia absinthium</i>)	13	0,13	-2,04	-0,27
Молочай острый (<i>Euphorbia esula</i>)	5	0,05	-3,00	-0,15
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H)				-0,912

Таблица Г.10 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H), У1 (весеннего участка), 2021 год

Название растений	%	P _i	lnP _i	(P _i)*(lnP _i)
Весна				
Овсяница валлисская	70	0,70	-0,36	-0,25
Пырей ползучий	5,6	0,06	-2,88	-0,16
Подорожник большой	4,8	0,05	-3,04	-0,15
Полынь белоземельная	4,2	0,04	-3,17	-0,13
Кровохлебка аптечная	4	0,04	-3,22	-0,13
Эспарцет	3	0,03	-3,51	-0,11
Люпин многолистный	2,8	0,03	-3,58	-0,10
Подмаренник настоящий	2,6	0,03	-3,65	-0,09
Хрущяк полевой	2	0,02	-3,91	-0,08
Полынь черная	1	0,01	-4,61	-0,05
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (H)				-1,24
Лето				
Овсяница валлисская	60,5	0,61	-0,50	-0,30
Ковыль Лессинга	6,5	0,07	-2,73	-0,18
Лапчатка распростертая	5,5	0,06	-2,90	-0,16
Полынь белоземельная	4	0,04	-3,22	-0,13

Люцерна желтая	3	0,03	-3,51	-0,11
Подорожник большой	3	0,03	-3,51	-0,11
Кровохлебка аптечная	3	0,03	-3,51	-0,11
Пырей ползучий	3	0,03	-3,51	-0,11
Липучка оттопыренная (<i>Lappula squarrosa</i>)	2	0,02	-3,91	-0,08
Морковь дикая (<i>Daucus carota</i> L)	2	0,02	-3,91	-0,08
Солодка Коржинского (<i>Glycyrrhiza korshinskyi</i>)	2	0,02	-3,91	-0,08
Солонечник узколистный (<i>Galatella angustissima</i>)	2	0,02	-3,91	-0,08
Горечавка легочная (<i>Gentiana pneumonanthe</i>)	1,5	0,02	-4,20	-0,06
Мытник Кауфмана (<i>Pedicularis kaufmannii</i>)	1	0,01	-4,61	-0,05
Хрущевник полевой	1	0,01	-4,61	-0,05
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,66
Осень				
Овсяница валлиская	53	0,53	-0,63	-0,34
Полынь белая	10	0,10	-2,30	-0,23
Солонечник узколистный	10	0,10	-2,30	-0,23
Жабник полевой	8	0,08	-2,53	-0,20
Люцерна желтая	8	0,08	-2,53	-0,20
Ковыль Лессинга	6	0,06	-2,81	-0,17
Полынь белоземельная	5	0,05	-3,00	-0,15
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,52

Таблица Г.11 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (*H*), У2 (летнего участка), 2021 год

Название растений	%	P _i	lnP _i	(P _i)*(lnP _i)
Весна				
Ковыль Лессинга	58,92	0,59	-0,53	-0,31
Полынь черная	6,56	0,07	-2,72	-0,18
Льнянка обыкновенная	2,59	0,03	-3,65	-0,09
Люцерна	2,80	0,03	-3,58	-0,10
Подмаренник настоящий	1,37	0,01	-4,29	-0,06
Полынь австрийская	3,25	0,03	-3,43	-0,11
Пырей ползучий	3,25	0,03	-3,43	-0,11
Эспарцет	2,51	0,03	-3,68	-0,09
Солянка обыкновенная (<i>Salsola australis</i>)	0,79	0,01	-4,84	-0,04
Овсяница валлиская	10,06	0,10	-2,30	-0,23
Тысячелистник обыкновенный	7,90	0,08	-2,54	-0,20
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,53
Лето				
Ковыль Лессинга	54	0,54	-0,62	-0,33
Овсяница валлиская	12,5	0,13	-2,08	-0,26
Подорожник большой	7,5	0,08	-2,59	-0,19
Кермек Гмелина	4	0,04	-3,22	-0,13
Донник белый	3	0,03	-3,51	-0,11
Люцерна желтая	3	0,03	-3,51	-0,11
Пырей ползучий	3	0,03	-3,51	-0,11

Колосняк кистистый (<i>Leymus racemosus</i>)	2,8	0,03	-3,58	-0,10
Чина луговая (<i>Láthyrus praténsis</i>)	2,5	0,03	-3,69	-0,09
полынь обыкновенный	2	0,02	-3,91	-0,08
Шалфей степной	2	0,02	-3,91	-0,08
Вьюнок полевой (<i>Convōlvulus arvēnsis</i>)	1,4	0,01	-4,27	-0,06
Льнянка обыкновенная	1,2	0,01	-4,42	-0,05
Василистник малый (<i>Thalíctrum mínus</i>)	1,1	0,01	-4,51	-0,05
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,74
Осень				
Ковыль Лессинга	55	0,55	-0,60	-0,33
Кермек Гмелин	11,2	0,11	-2,19	-0,25
Овсяница валлисская	10	0,10	-2,30	-0,23
полынь обыкновенный	8	0,08	-2,53	-0,20
Солодка Коржинского	7	0,07	-2,66	-0,19
Шалфей степной	5	0,05	-3,00	-0,15
полынь песчаная	3	0,03	-3,51	-0,11
Донник белый	0,8	0,01	-4,83	-0,04
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-1,49

Таблица Г.12 – Ботанический состав травостоя и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (*H*), У3 (осенний участок), 2021 год

Название растений	%	P _i	lnP _i	(P _i)*(lnP _i)
Весна				
Житняк гребневидный (<i>Agгоругоп ресинаtum</i>)	93,00	0,93	-0,07	-0,07
Овсяница валлисская (<i>Fesluca valesiaca</i>)	1,50	0,02	-4,20	-0,06
Полынь эсрагон (<i>Artemisia dracunculus</i>)	5,50	0,06	-2,90	-0,16
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,29
Лето				
Житняк гребневидный (<i>Agгоругоп ресинаtum</i>)	95,00	0,95	-0,05	-0,05
Овсяница валлисская (<i>Fesluca valesiaca</i>)	5,00	0,05	-3,00	-0,15
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,20
Осень				
Житняк гребневидный (<i>Agгоругоп ресинаtum</i>)	90,00	0,90	-0,11	-0,09
Полынь эсрагон (<i>Artemisia dracunculus</i>)	10	0,10	-2,30	-0,23
Индекс разнообразия Шеннона-Уивера (<i>H</i>)				-0,33

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д.1. Высота травостоя в 2019 году, см

Участки сезонных пастбищ	Повторности	Высота растений, см		
		Весна	Лето	Осень
У0 (контроль)	I	12,35	13,35	11,4
	II	15,17	16,21	13,3
	II	15,75	12,78	11,9
	<i>ср</i>	<i>14,42</i>	<i>14,11</i>	<i>12,2</i>
У1	I	11,5	16,1	16
	II	14,7	14,9	13
	II	12,3	16,2	17
	<i>ср</i>	<i>12,8</i>	<i>15,7</i>	<i>15</i>
У2	I	16,51	20,11	23
	II	14,29	17,86	25
	II	16,63	21,29	30
	<i>ср</i>	<i>15,81</i>	<i>19,75</i>	<i>26</i>
У3	I	20,07	38,87	40,1
	II	17,9	42,1	42,3
	II	21,23	39,4	35,5
	<i>ср</i>	<i>19,73</i>	<i>40,12</i>	<i>39,3</i>

Таблица Д.2. Высота травостоя в 2020 году, см

Участки сезонных пастбищ	Повторности	Высота растений, см		
		Весна	Лето	Осень
У0 (контроль)	I	17,75	9,31	9,01
	II	19,34	9,11	9,46
	II	18,77	9,42	8,95
	<i>ср</i>	<i>18,62</i>	<i>9,28</i>	<i>9,14</i>
У1	I	21,45	9,11	15,31
	II	25,63	10,23	17,54
	II	22,4	9,34	16,41
	<i>ср</i>	<i>23,16</i>	<i>9,56</i>	<i>16,42</i>
У2	I	22,53	25,12	17,45
	II	18,43	19,43	23,76
	II	17,66	24,78	18,55

	<i>ср</i>	19,54	23,11	19,92
У3	I	37,78	41,2	38,23
	II	35,23	45,7	43,53
	II	37	46,3	40,67
	<i>ср</i>	36,67	44,4	40,81

Таблица Д.3. Высота травостоя в 2021 году, см

Участки сезонных пастбищ	Повторности	Высота растений, см		
		Весна	Лето	Осень
У0 (контроль)	I	15,2	11,35	13,52
	II	12,3	12,53	11,21
	II	15,7	11,64	12,05
	<i>ср</i>	14,4	11,84	12,26
У1	I	17	17,13	21,5
	II	21	13,35	27,8
	II	16	17,08	23,9
	<i>ср</i>	18	15,85	24,4
У2	I	12,71	21,14	20,06
	II	18,99	23,54	18,25
	II	17,92	22,47	19,32
	<i>ср</i>	16,54	22,38	19,21
У3	I	19,23	33,3	36,5
	II	21,83	31,6	39,7
	II	21,01	32,7	39,6
	<i>ср</i>	20,69	32,5	38,6

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Проективное покрытие пастбищ

Таблица Ж.1. Проективное покрытие в 2019 году, %

Участки сезонных пастбищ	Повторности	Проективное покрытие, %		
		Весна	Лето	Осень
У0 (контроль)	I	75	72	73
	II	71	83	78
	II	65	70	66
	<i>ср</i>	70	75	72
У1	I	63	69	75
	II	60	72	73
	II	61	70	71
	<i>ср</i>	61	70	73
У2	I	69	77	71
	II	58	72	73
	II	65	68	72
	<i>ср</i>	64	72	72
У3	I	59	63	79
	II	63	72	67
	II	53	69	68
	<i>ср</i>	58	68	71

Таблица Ж.2. Проективное покрытие в 2020 году, %

Участки сезонных пастбищ	Повторности	Проективное покрытие, %		
		Весна	Лето	Осень
У0 (контроль)	I	58	65	57
	II	62	60	59
	II	60	61	50
	<i>ср</i>	60	62	55
У1	I	63	71	56
	II	68	60	63
	II	64	64	61
	<i>ср</i>	65	65	60
У2	I	64	91	65

	II	62	94	73
	II	58	95	72
	<i>ср</i>	<i>61</i>	<i>93</i>	<i>70</i>
У3	I	93	99	79
	II	90	89	68
	II	93	88	81
	<i>ср</i>	<i>92</i>	<i>92</i>	<i>76</i>

Таблица Ж.2. Проективное покрытие в 2021 году, %

Участки сезонных пастбищ	Повторности	Проективное покрытие, %		
		Весна	Лето	Осень
У0 (контроль)	I	47	57	53
	II	49	52	49
	II	54	56	48
	<i>ср</i>	<i>50</i>	<i>55</i>	<i>50</i>
У1	I	75	65	66
	II	67	70	68
	II	74	69	76
	<i>ср</i>	<i>72</i>	<i>68</i>	<i>70</i>
У2	I	81	90	56
	II	74	83	62
	II	79	85	57
	<i>ср</i>	<i>78</i>	<i>86</i>	<i>58</i>
У3	I	93	77	61
	II	91	83	69
	II	87	74	80
	<i>ср</i>	<i>90</i>	<i>78</i>	<i>70</i>

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Таблица И.1. Урожайность пастбищ в 2019 по сезонам года, т/га

Образцы	Весна			
	У0	У1	У2	У3
образец 1	1,50	1,00	2,90	2,54
образец 2	3,20	1,20	2,25	2,98
образец 3	1,60	1,65	2,65	3,41
образец 4	3,10	2,15	2,69	3,16
образец 5	0,50	2,10	2,46	2,15
образец 6	1,50	0,85	1,99	2,89
образец 7	0,74	1,21	2,87	2,71
образец 8	2,20	1,60	2,93	3,11
образец 9	2,40	2,07	2,66	3,29
образец 10	3,30	1,06	2,80	3,50
образец 1	2,80	0,85	2,42	
образец 2	2,40	0,75	1,45	
образец 3	0,84	0,80	2,95	
образец 4	1,85	0,65	2,19	
образец 5	1,40	1,50	1,99	
образец 6	2,36	0,80	1,46	
образец 7	2,84	1,02	2,65	
образец 8	3,10	0,87	2,74	
образец 9	3,50	0,60	2,90	
образец 10	0,90	1,09	1,73	
Лето				
	У0	У1	У2	У3
образец 1	1,66	3,04	2,57	6,57
образец 2	1,78	1,58	2,18	5,02
образец 3	1,84	1,61	2,97	4,35
образец 4	1,51	1,59	2,41	6,21
образец 5	2,20	1,78	2,16	5,20
образец 6	0,84	2,04	2,34	6,08
образец 7	0,54	0,96	3,31	5,07
образец 8	0,87	1,90	3,01	6,65
образец 9	1,32	1,66	2,12	4,46
образец 10	2,31	1,88	2,21	5,75
образец 1	1,87	0,95	3,56	
образец 2	2,40	1,38	2,11	
образец 3	2,10	0,79	2,39	
образец 4	3,00	1,18	2,64	
образец 5	0,80	3,08	2,15	
образец 6	1,10	0,86	3,01	
образец 7	0,60	1,01	2,90	

образец 8	2,50	2,01	3,00	
образец 9	2,7	1,16	2,68	
образец 10	3,3	1,25	2,47	
Осень				
	У0	У1	У2	У3
образец 1	1,12	1,07	2,68	2,67
образец 2	1,01	0,96	2,50	1,85
образец 3	1,23	0,15	2,11	2,92
образец 4	1,28	0,98	1,83	2,20
образец 5	0,54	0,86	2,60	2,20
образец 6	2,14	0,29	2,40	2,92
образец 7	0,94	0,84	1,75	2,20
образец 8	0,41	1,00	1,83	2,95
образец 9	0,75	0,68	2,50	1,87
образец 10	0,35	0,59	2,62	2,30
образец 1	0,90	0,27	0,61	
образец 2	1,20	0,33	0,40	
образец 3	2,54	0,51	4,91	
образец 4	1,25	0,29	2,36	
образец 5	1,00	0,42	0,60	
образец 6	2,10	0,55	0,41	
образец 7	0,60	0,28	3,91	
образец 8	1,10	0,35	1,49	
образец 9	0,74	0,36	4,91	
образец 10	1,20	0,55	1,10	

Таблица И.1. Урожайность пастбищ в 2020 по сезонам года, т/га

Образцы	Весна			Лето			Осень		
	У1	У2	У3	У1	У2	У3	У1	У2	У3
образец 1	1,28	2,25	3,76	0,59	2,8	6,05	0,81	1,18	3,18
образец 2	0,58	1,61	4,2	0,9	3,1	5,72	1,14	0,86	2,74
образец 3	0,94	2,71	2,76	1,07	2,87	5,65	0,56	1,05	3,05
образец 4	0,55	1,77	3,56	0,98	3,64	6,2	0,78	1,31	5,2
образец 5	1,1	2,09	3,09	0,45	2,56	4,91	0,92	0,93	6,4
образец 6	0,98	2,1	4,03	0,68	2,09	5,75	1,03	0,86	5,7
образец 7	1,59	1,98	4,16	0,5	3,5	4,78	0,78	0,91	6
образец 8	1,5	2,56	4,81	0,79	2,7	6,06	0,61	1,06	5,6
образец 9	1,68	2,87	5,08	1,02	3,3	5,5	0,88	1,47	5,5
образец 10	1,4	2,1	3,8	0,55	3,04	5,97	0,9	0,71	5,9
образец 1	1,21	1,9		0,9	3,6		1,12	1,21	
образец 2	1,4	1,39		0,67	3,05		0,98	0,94	
образец 3	1,31	1,86		0,8	2,19		0,81	1,02	
образец 4	1,17	2,56		1,1	2,65		0,79	0,98	
образец 5	0,98	1,54		0,45	2,98		1,14	1,06	

образец 6	1,3	2,89		1,03	3,56		1,15	1,51	
образец 7	1,37	2,9		0,48	4,05		0,84	0,79	
образец 8	1,33	2,66		0,7	2,8		0,79	0,71	
образец 9	1,45	2,1		1	3,21		1,17	1,36	
образец 10	1,76	2,8		0,76	3,35		0,91	0,92	

Таблица И.1. Урожайность пастбищ в 2021 по сезонам года, т/га

Участки сезонных пастбищ	Повторности	Урожайность, т/га		
		Весна	Лето	Осень
У0 (контроль)	I	0,3	0,52	0,32
	II	0,7	0,89	0,12
	II	0,5	0,24	0,91
	<i>ср</i>	<i>0,5</i>	<i>0,55</i>	<i>0,45</i>
У1	I	1,57	0,75	0,65
	II	1,12	0,91	0,93
	II	1,27	0,86	1
	<i>ср</i>	<i>1,32</i>	<i>0,84</i>	<i>0,86</i>
У2	I	2,76	2,31	1,23
	II	2,12	2,99	1,42
	II	2,77	3,34	1,4
	<i>ср</i>	<i>2,55</i>	<i>2,88</i>	<i>1,35</i>
У3	I	3,92	6,05	6,21
	II	3,67	5,12	4,9
	II	3,92	6,44	5,12
	<i>ср</i>	<i>3,84</i>	<i>5,87</i>	<i>5,41</i>

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Таблица 15 – Химический состав кормов, 2019 г.

Сезоны	Участки пастбищ	Влага, %	2019 год				
			СП	СЖ	СК	БЭВ	Зола
Весна	У0 (контроль)	41,08	5,82	0,64	14,20	21,52	8,06
	У1	52,81	5,79	0,56	13,96	21,21	7,71
	У2	51,91	6,11	0,72	14,40	21,77	9,02
	У3	53,10	6,47	0,88	15,21	22,23	9,14
	<i>p-(Sig.)</i>						
Лето	У0 (контроль)	37,51	7,45	1,38	14,92	28,71	4,76
	У1	35,45	10,81	1,70	16,64	30,37	5,04
	У2	38,80	10,28	1,49	15,38	29,08	4,99
	У3	39,71	6,78	1,35	18,66	29,00	4,49
	<i>p-(Sig.)</i>						
Осень	У0 (контроль)	39,24	7,24	1,21	10,84	32,1	2,58
	У1	40,11	7,64	1,54	16,63	29,54	4,54
	У2	38,34	10,28	1,38	15,26	30,41	4,34
	У3	37,34	9,03	1,54	15,33	31,43	5,33
	<i>p-(Sig.)</i>						

Таблица 16 – Химический состав кормов, 2020 г, %

Сезоны	Участки пастбищ	Влага, %	2020 год				
			СП	СЖ	СК	БЭВ	Зола
Весна	У0 (контроль)						
	У1	41,26	5,77	1,56	18,15	27,54	5,74
	У2	46,76	5,27	1,36	17,19	23,65	5,78
	У3	60,41	5,15	0,95	12,78	17,07	3,64
	<i>p-(Sig.)</i>						
Лето	У0 (контроль)						
	У1	35,06	5,88	1,82	18,98	30,00	8,28
	У2	40,39	6,40	1,61	18,06	26,71	6,84
	У3	35,69	5,14	1,61	20,11	30,08	7,37
	<i>p-(Sig.)</i>						
Осень	У0 (контроль)						
	У1	22,0	4,9	1,64	13,41	48,41	2,39
	У2	21,6	5,2	1,42	12,87	42,40	3,14
	У3	36,4	4,2	1,32	14,18	23,5	1,97
	<i>p-(Sig.)</i>						

Таблица 17 – Химический состав кормов, 2021 г, %

Сезоны	Участки пастбищ	Влага, %	2021 год				
			СП	СЖ	СК	БЭВ	Зола
Весна	У0 (контроль)						
	У1	59,81	8,12	0,85	18,30	14,7	5,5
	У2	62,04	7,81	0,89	19,14	18,36	4,9
	У3	68,25	6,74	0,80	21,00	15,50	5,8
	<i>p-(Sig.)</i>						
Лето	У0 (контроль)						
	У1	39,71	7,86	0,75	20,50	30,2	3,9
	У2	48,52	7,15	0,70	19,41	19,24	3,8
	У3	56,12	5,79	0,81	22,65	11,5	1,9
	<i>p-(Sig.)</i>						
Осень	У0 (контроль)						
	У1	35,48	5,51	0,71	18,64	35,14	2,9
	У2	39,64	4,84	0,68	24,15	39,40	3,5
	У3	41,02	4,10	0,72	20,14	32,15	1,9
	<i>p-(Sig.)</i>						

*ОВ-органические вещества, СП – сырой протеин, СЖ-сырой жир, СК-сырая клетчатка, БЭВ-безазотистые вещества, Са-кальций, Р-фосфор.

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Статистический анализ данных

Таблица Л.1. Статистический анализ данных высоты растений

Критерий однородности дисперсий				
	Статистика Ливиня	ст.св.1	ст.св.2	Значимость
весна_2019	,163	3	8	,918
лето_2019	1,172	3	8	,379
осень_2019	1,757	3	8	,233
весна_2020	2,356	3	8	,148
лето_2020	7,716	3	8	,010
осень_2020	3,290	3	8	,079
весна_2021	1,744	3	8	,235
лето_2021	2,986	3	8	,096
осень_2021	1,931	3	8	,203

ANOVA								
				Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
весна_2019	Между группами	(Совместно)		78,383	3	26,128	9,790	,005
		Линейный член	Контраст	53,619	1	53,619	20,091	,002
			отклонение	24,763	2	12,382	4,639	,046
	Внутри групп		21,350	8	2,669			
	Всего		99,733	11				
лето_2019	Между группами	(Совместно)		1302,693	3	434,231	174,761	,000
		Линейный член	Контраст	1009,830	1	1009,830	406,418	,000
			отклонение	292,862	2	146,431	58,933	,000
	Внутри групп		19,878	8	2,485			
	Всего		1322,570	11				
осень_2019	Между группами	(Совместно)		1349,803	3	449,934	59,312	,000
		Линейный член	Контраст	1268,680	1	1268,680	167,243	,000
			отклонение	81,122	2	40,561	5,347	,034
	Внутри групп		60,687	8	7,586			
	Всего		1410,489	11				
весна_2020	Между группами	(Совместно)		627,241	3	209,080	59,691	,000
		Линейный член	Контраст	382,992	1	382,992	109,342	,000
			отклонение	244,249	2	122,125	34,866	,000
	Внутри групп		28,022	8	3,503			
	Всего		655,263	11				
лето_2020	Между группами	(Совместно)		2456,590	3	818,863	178,691	,000
		Линейный член	Контраст	2120,938	1	2120,938	462,827	,000
			отклонение	335,652	2	167,826	36,623	,000

	Внутри групп		36,661	8	4,583			
	Всего		2493,251	11				
осень_2020	Между группами	(Совместно)	1661,782	3	553,927	112,359	,000	
		Линейный член	Контраст	1455,633	1	1455,633	295,262	,000
			отклонение	206,149	2	103,075	20,908	,001
	Внутри групп		39,440	8	4,930			
	Всего		1701,222	11				
весна_2021	Между группами	(Совместно)	62,770	3	20,923	3,573	,067	
		Линейный член	Контраст	45,466	1	45,466	7,764	,024
			отклонение	17,304	2	8,652	1,477	,284
	Внутри групп		46,849	8	5,856			
	Всего		109,620	11				
лето_2021	Между группами	(Совместно)	734,526	3	244,842	134,756	,000	
		Линейный член	Контраст	706,100	1	706,100	388,624	,000
			отклонение	28,427	2	14,213	7,823	,013
	Внутри групп		14,535	8	1,817			
	Всего		749,062	11				
осень_2021	Между группами	(Совместно)	1120,519	3	373,506	95,678	,000	
		Линейный член	Контраст	817,630	1	817,630	209,445	,000
			отклонение	302,889	2	151,445	38,794	,000
	Внутри групп		31,230	8	3,904			
	Всего		1151,750	11				

Результаты теста Дункан

весна_2019					
			Подмножество для альфа = 0.05		
	участки		1	2	
Дункан ^a	A1	3	12,8333		
	control	3	14,4233		
	A2		15,8100		
	A3	3		19,7333	
	Значимость			,065	1,000
лето_2019					
			Подмножество для альфа = 0.05		
	участки		1	2	
Дункан ^a	A1	3	12,8333		
	control	3	14,4233		
	A2		15,8100		
	A3	3		19,7333	
	Значимость			,065	1,000
осень_2019					
			Подмножество для альфа = 0.05		
	участки	N	1	2	3
Дункан ^a	control	3	12,2000		

	A1	3	15,3333			
	A2	3		26,0000		
	A3	3			39,3000	
	Значимость		,201	1,000	1,000	
весна 2020						
			Подмножество для альфа = 0.05			
	участки	N	1	2	3	
Дункан ^a	control	3	18,6200			
	A2	3	19,5400			
	A1	3		23,1600		
	A3	3			36,6700	
	Значимость		,564	1,000	1,000	
лето 2020						
			Подмножество для альфа = 0.05			
	участки	N	1	2	3	
Дункан ^a	control	3	9,2800			
	A1	3	9,5600			
	A2	3		23,1100		
	A3	3			44,4000	
	Значимость		,877	1,000	1,000	
осень 2020						
			Подмножество для альфа = 0.05			
	участки	N	1	2	3	
Дункан ^a	control	3	9,1400			
	A1	3		16,4200		
	A2	3		19,9200		
	A3	3			40,8100	
	Значимость		1,000	,090	1,000	
весна 2021						
			Подмножество для альфа = 0.05			
	участки	N	1	2		
Дункан ^a	control	3	14,4000			
	A2	3	16,5400		16,5400	
	A1	3	18,0000		18,0000	
	A3	3			20,6900	
	Значимость			,119		,079
лето 2021						
			Подмножество для альфа = 0.05			
	участки	N	1	2	3	4
Дункан ^a	control	3	11,8400			
	A1	3		15,8533		
	A2	3			22,3833	
	A3	3				32,5333

	Значимость		1,000	1,000	1,000	1,000
осень 2021						
			Подмножество для альфы = 0.05			
	участки	N	1	2	3	4
Дункан ^a	control	3	12,2600			
	A2	3		19,2100		
	A1	3			24,4000	
	A3	3				38,6000
	Значимость		1,000	1,000	1,000	1,000
Выводятся средние для групп в однородных поднаборах.						
а. Использует размер образца гармонического среднего = 3,000.						

Таблица Л.1. Статистический анализ данных проективного покрытие

Критерий однородности дисперсий				
	Статистика Ливиня	ст.св.1	ст.св.2	Значимость
весна 2019 пп	1,023	3	8	,432
лето 2019	2,108	3	8	,178
осень 2019	3,428	3	8	,073
весна 2020	,548	3	8	,663
лето 2020	2,102	3	8	,178
осень 2020	1,082	3	8	,410
весна 2021	,282	3	8	,837
лето 2021	,564	3	8	,654
осень 2021	1,737	3	8	,237

ANOVA								
				Сумма квадратов	ст.св.	Средни й квадрат	F	Значимост ь
весна 2019 пп	Между группами	(Совместно)		235,000	3	78,333	3,730	,061
		Линейный член	Контраст	166,667	1	166,667	7,937	,023
			отклонение	68,333	2	34,167	1,627	,255
	Внутри групп			168,000	8	21,000		
	Всего			403,000	11			
лето 2019	Между группами	(Совместно)		79,583	3	26,528	1,145	,388
		Линейный член	Контраст	54,150	1	54,150	2,337	,165
			отклонение	25,433	2	12,717	,549	,598
	Внутри групп			185,333	8	23,167		
	Всего			264,917	11			
осень 2019	Между группами	(Совместно)		4,333	3	1,444	,067	,976
		Контраст		2,400	1	2,400	,112	,746

	группа ми	Линейный член	отклонение	1,933	2	,967	,045	,956
	Внутри групп			171,333	8	21,417		
	Всего			175,667	11			
весна_2020	Между группами	(Совместно)		2050,250	3	683,417	117,157	,000
		Линейный член	Контраст	1278,817	1	1278,817	219,226	,000
	отклонение		771,433	2	385,717	66,123	,000	
	Внутри групп			46,667	8	5,833		
	Всего			2096,917	11			
лето_2020	Между группами	(Совместно)		2568,250	3	856,083	43,164	,000
		Линейный член	Контраст	2100,417	1	2100,417	105,903	,000
	отклонение		467,833	2	233,917	11,794	,004	
	Внутри групп			158,667	8	19,833		
	Всего			2726,917	11			
осень_2020	Между группами	(Совместно)		792,000	3	264,000	10,219	,004
		Линейный член	Контраст	777,600	1	777,600	30,101	,001
	отклонение		14,400	2	7,200	,279	,764	
	Внутри групп			206,667	8	25,833		
	Всего			998,667	11			
весна_2021	Между группами	(Совместно)		2564,250	3	854,750	62,926	,000
		Линейный член	Контраст	2419,350	1	2419,350	178,112	,000
	отклонение		144,900	2	72,450	5,334	,034	
	Внутри групп			108,667	8	13,583		
	Всего			2672,917	11			
лето_2021	Между группами	(Совместно)		1610,250	3	536,750	44,729	,000
		Линейный член	Контраст	1135,350	1	1135,350	94,613	,000
	отклонение		474,900	2	237,450	19,788	,001	
	Внутри групп			96,000	8	12,000		
	Всего			1706,250	11			
осень_2021	Между группами	(Совместно)		856,250	3	285,417	8,374	,008
		Линейный член	Контраст	350,417	1	350,417	10,281	,012
	отклонение		505,833	2	252,917	7,421	,015	
	Внутри групп			272,667	8	34,083		
	Всего			1128,917	11			

Результаты теста Дункан

весна 2019_пп					
			Подмножество для альфа = 0.05		
	участки	N	1	2	
Дункан ^a	A3	3	58,3333		
	A1	3	61,3333		
	A2	3	64,0000	64,0000	
	control	3		70,3333	
	Значимость		,184	,129	
лето 2019					
			Подмножество для альфа = 0.05		
	участки	N	1		
Дункан ^a	A3	3	68,0000		
	A1	3	70,3333		
	A2	3	72,3333		
	control	3	75,0000		
	Значимость		,133		
осень 2019					
			Подмножество для альфа = 0.05		
	участки	N	1		
Дункан ^a	A3	3	71,3333		
	A2	3	72,0000		
	control	3	72,3333		
	A1	3	73,0000		
	Значимость		,688		
весна 2020					
			Подмножество для альфа = 0.05		
	участки	N	1	2	3
Дункан ^a	control	3	60,0000		
	A2	3	61,3333	61,3333	
	A1	3		65,0000	
	A3	3			92,0000
	Значимость		,518	,100	1,000
лето 2020					
			Подмножество для альфа = 0.05		
	участки	N	1		2
Дункан ^a	control	3	62,0000		
	A1	3	65,0000		
	A3	3			92,0000
	A2	3			93,3333

	Значимость		,433	,723		
осень 2020						
			Подмножество для альфа = 0.05			
	участки	N	1	2		
Дункан ^a	control	3	55,3333			
	A1	3	60,0000			
	A2	3		70,0000		
	A3	3		76,0000		
	Значимост ь		,293	,186		
весна 2021						
			Подмножество для альфа = 0.05			
	участки	N	1	2	3	
Дункан ^a	control	3	50,0000			
	A1	3		72,0000		
	A2	3		78,0000		
	A3	3			90,3333	
	Значимость		1,000	,081	1,000	
лето 2021						
			Подмножество для альфа = 0.05			
	участки	N	1	2	3	4
Дункан ^a	control	3	55,0000			
	A1	3		68,0000		
	A3	3			78,0000	
	A2	3				86,0000
	Значимост ь		1,000	1,000	1,000	1,000
осень 2021						
			Подмножество для альфа = 0.05			
	участки	N	1	2		
Дункан ^a	control	3	50,0000			
	A2	3	58,3333			
	A1	3		70,0000		
	A3	3		70,0000		
	Значимост ь			,119	1,000	

Таблица Л.3. Статистический анализ данных высоты растений

Критерий однородности дисперсий				
	Статистика Ливиня	ст.св.1	ст.св.2	Значимость
весна2019	,211	3	36	,888

лето2019	,136	3	36	,938
осень2019	3,053	3	36	,041
весна_2020	1,426	3	36	,251
лето_2020	2,202	3	36	,105
осень_2020	1,389	3	36	,262
весна_2021	2,336	3	36	,090
лето_2021	,697	3	36	,560
осень_2021	1,341	3	36	,276

ANOVA					
	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
Весна 2019	234,014	3	78,005	3,896	,016
Лето 2019	31,052	3	10,351	,745	,532
осень2019	43,840	3	14,613	1,015	,397
весна_2020	40,173	3	13,391	1,055	,380
лето_2020	84,246	3	28,082	3,027	,042
осень_2020	70,402	3	23,467	1,025	,393
весна_2021	29,578	3	9,859	,406	,750
лето_2021	50,284	3	16,761	1,350	,273
осень_2021	63,868	3	21,289	1,619	,202

Результаты теста Дункан

Весна 2019				Лето 2019		Осень 2019	
areas	N	Подмножество для альфы = 0.05		areas	Подмножество для альфы = 0.05	areas	Подмножество для альфы = 0.05
		1	2		1		1
A2	10	8,2290		4,3210	4,3210	A3	3,1220
control	10	8,2420		4,3430	4,3430	A1	4,2210
A1	10	8,5990		5,0320	5,0320	control	5,2140
A3	10		13,932	6,4900	6,4900	A2	5,8960
Значимость		,863	1,000	,244	,244	Значимость	,144
весна_2020							
						1	
control			10				8,5600
A1			10				8,7270
A2			10				9,2000
A3			10				11,0790
Значимость							,158

лето_2020			
areas	N	Подмножество для альфа = 0.05	
		1	2
control	10	4,4090	
A3	10	6,8180	6,8180
A1	10		7,4570
A2	10		8,3120
Значимость		,085	,309
Осень_2020			
areas	N	Подмножество для альфа = 0.05	
		1	
control	10	4,3210	
A3	10	4,7040	
A2	10	6,6900	
A1	10	7,4910	
Значимость		,185	
весна_2021			
areas	N	Подмножество для альфа = 0.05	
		1	
control	10	6,9640	
A1	10	8,6760	
A2	10	8,7820	
A3	10	9,2210	
Значимость		,359	
лето_2021			
areas	N	Подмножество для альфа = 0.05	
		1	
control	10	4,2610	
A3	10	5,3530	
A1	10	6,6740	
A2	10	7,1060	
Значимость		,107	
осень_2021			
areas	N	Подмножество для альфа = 0.05	
		1	
control	10	3,8540	
A3	10	3,9640	
A2	10	5,3400	
A1	10	6,9720	
Значимость		,086	