**Введение**

Сельское хозяйство является одной из самых значимых отраслей экономики. В каждом регионе погодные и географические условия позволяют выращивать определенные культуры. Также в настоящее время в Казахстане уделяют пристальное внимание животноводческой отрасли. Казахстанский народ издревле считался кочевым народом, и огромные пастбищные угодья позволяли людям выращивать скот в экологически чистых условиях. Казахстан имеет большой потенциал в плане экспорта животноводческой продукции, и в особенности, в поставках мяса. Наличие в стране огромных естественных пастбищных угодий дает прекрасную возможность производить конкурентоспособную и, что немаловажно, экологически чистую животноводческую продукцию[67].

В настоящее время на долю животноводства приходится 45% от общего объема валовой продукции сельского хозяйства Казахстана. В 2019-ом отрасль завершила год с показателем 2,3 трлн тенге, а тем временем растениеводство произвело продукции почти на 600 млрд тенге больше. В рамках развития АПК на 2017-2021 годы, на субсидирование инвестиционных проектов в сфере животноводства направлено порядка 30% или 35,9 млрд. тенге. Основываясь на анализе и сопоставлении потенциала рынков соседних государств и внутренних возможностей производства страны основным и долгосрочным приоритетом развития АПК определено будет являться мясное животноводство.

Целевые индикаторы отраслевой программы развития предусмотривают наращивание к 2028 году экспорта говядины в десятки раз — до 372 тыс. т, то есть вхождение страны в десятку крупнейших экспортеров говядины в мире.[68].

**1.1 Анализ текущего состояния и перспективы создания интелектуальных систем …**

По данным баланса земель на **1 ноября 2021 года** земельный фонд, используемый Республикой Казахстан, составляет **262,9 млн. га**. Площадь земельного фонда сельскохозяйственного назначения Республики Казахстан составляляет **43,3,%** от общей площади (113,9 млн. га), в том числе пашня – 24,3 млн. га, из них орошаемых земель – 1,7 млн. га, залежей – 2,6 млн. га, сенокосов – 2 млн. га, пастбищ – **70** **млн. га**[63].

В категории земель сельскохозяйственного назначения находятся наиболее ценные в сельскохозяйственном отношении земли республики: 97,9 % пашни, в том числе 91.2 % - орошаемой, 41,. % - многолетних насаждений, 51,7 % - залежи, 44,9 % - сенокосов, из них 36,6 % - улучшенных и 45,0 % - лиманного орошения[63]. В таблице 1 приведен более детальный обзор струкуры земели сельскохозяйственного назначения.

В Казахстане, по данным статистики, порядка **178,8 млн га** пастбищ, из них за сельхозпроизводителями закреплено **80,5 млн га**.

Таблица 1 – Удельный вес земель сельскохозяйственного назначения в структуре сельскохозяйственных угодий республики на 1 ноября 2021 года. тыс. га[63]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование угодии** | **Площадь, всего\*** | **Из них на землях сельхозназначения** | **%** |
| **Сельскохозяйственные угодья** | **214 191.9** | **110 971.8** | **51.8** |
| из них: |  |  |  |
| Пашня, всего | 26 660.6 | 26 120.5 | **97.9** |
| в том числе: орошаемая | 1 736.2 | 1 584.2 | **91.2** |

Продолжение таблицы 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Многолетние насаждения | 148.0 | 61.8 | **41.7** |
| Залежь | 3 681.7 | 1 902.8 | **51.7** |
| Сенокосы, всего | 4 4885.0 | 2 292.1 | **44.9** |
| в том числе: |  |  |  |
| улучшенные | 41.2 | 15.1 | **36.6** |
| лиманного орошения | 711.2 | 320.4 | **45.0** |
| **Пастбища, всего** | **178 816.6** | **80 594.6** | **43.8** |
| в том числе: |  |  |  |
| улучшенные | 5 698.9 | 4 012.1 | **70.4** |
| обводненные | 102 429.6 | 48.494,2 | **46.9** |
| **Несельскохозяйственные угодья** | **48 738.9** | **2 989.6** | **5.6** |
| **Игого** | **262 930.8** | **113 961.4** | **43.3** |

**Примечание.** \* По строке «Итого», без земель, используемых другими государствами.

Существующие научные работы утверждают что, **основными факторами снижения плодородия** почв пахотных угодий являются неправильное использование земель и отсутствие использования минеральных и органических удобрений, а также несоблюдение севооборота и агротехнических мероприятий[35]. В результате несоблюдения указанных агротехнологических мер **21,7 млн га.** пастбищных земель притервевают процесс постепенной деградации [64]. Деградация пастбищ происходит в том случае, когда антропогенный фактор воздействия на них **превысил порог способности к самовосстановлению**. Нарушенные экосистемы необходимо восстанавливать путем проведения мероприятий по улучшению этих угодий (подсев трав или перезалужение с посевом многолетних трав, введение пастбищеоборотов и т. д.). **Нерегулируемый выпас скота** (чрезмерная нагрузка), вырубка кустарниковой растительности, беспорядочное движение автотранспорта вне дорог способствуют интенсификации дефляционных процессов, которые изменяют структурный состав, объемную массу и содержание гумуса, обуславливая деградацию почв с потерей плодородия[63].

В данных работах обращается особое внимание на применение геоинформационных систем и технологии для осуществленние мониторинга целевого землепользования сельскохозяйственных угодии и выявления основных параметров биомассы пастбища.

Более того, соблюдение ротации пастбищных земель или загоннопорционная пастьба с применением прогрессивных агротехнологических решении является приоритетным направлением для обеспечения устойчивого развития агропромышенного комплекса Республики Казахстан[64]. Некоторые проведенные научные работы [35] акцентируют особое внимание на применение отгонно-пастбищной системы выпаса скота и применение экологически-чистых технологий производства и принципов умного и зеленого земледелия.

Таким образом, возникает необходимость внедрения современных технологических решении способствующие рациональному землепользованию, ведению скотоводства и обеспечению устройчивого развития агропромышленного комплекса в целом. Также стоит отметить отсутствие **интеллектуальных систем поддержки принятия**

агротехнологических **решений**.

**1.2 Применение технологии дистанционного зондирования земли для оценки биомассы пастбища**

Развитие методов безконтактной диагностики состояния пастбищ и посевов создает необходимость разработки не только теоретических, но и новых методических и технических подходов к реализации полевых экспериментов, а так же программно-аппаратной базы для мониторинга почвенно-растительного комплекса на основе геоинформационных

систем. Дистанционный мониторинг и зондирование земли не только даёт возможность улучшить сбор сельскохозяйственной статистики, повышая точность, однородность, объективность и частоту наблюдений, но и позволяет существенно улучшить варианты своевременного контроля за состоянием посевов и прогноза урожая. Так как, данные дистанционного мониторинга являются неконтактной информацией, то для правильного понимания полученных данных с ДДЗ требуется использовать для сравнения данные контактных наземных наблюдений за состоянием посевов.

Разработка прогрессивных методических подходов по применению современных цифровых технологий дистанционного зондирования земли и мониторинга, позволяют решать разного рода вызовы по восстановлению биоресурса почвы и пастбищ для животных. Разработка инструментариев для массовой оценки состояния пастбища является важным шагом для оптимизации работ по установлению ресурса пастбища и снижению трудоемкости данных мероприятии.

Согласно цифровой платформе для бизнеса “QOLDAU” (Қолдау) 60,6 млн гектар пастбищ или 80,2% от общей площади были оцифрованы с помощью сервиса “SuperVision Technology” для цифрового мониторинга земель. Данный сервис был разработан в рамках исполнения поручений Главы государства К.К. Токаева по внедрению цифрового мониторинга и контроля за рациональным использованием земель сельскохозяйственного назначения.

Настоящая диссертационноая работа проводит анализ существующих статей с целью выведения основных направлении и существующих методик в сфере применения технолонии дистанционного зондирование земли для менеджмента ресурса пастбища Проведенный ниже статейный анализ позволяет выделить наиболее близкие по свему содержанию и затрагивающие научно-техническую проблему данной работы на основе которого будут выведены новые решения в данной диссертационной работе.

Рассмотренные в данном литературном обзоре статьи можно подразделить по следующим проблемам:

1. Вред и польза использования эектрических и виртуальных изгородей для контроля выпаса скота. Эфекктивность использования данных технологии [28-33].
2. Выведение основных факторов влияния на ресурс пастбища, а также предложения рекомендации (методов) по решению основных проблемных зон [37, 47, 72].
3. Рассмотрение эффективности применеия технологии контроля выпса скота с применением виртуальных изгородей [39-41].
4. Проведение оценки состояния растительного покрова (многолетнего травостоя) с помощью космических снимков с использованием вегетационного индекса NDVI [42-46, 48, 52-55, 58, 73].
5. Проверить наземные и воздушные платформы для неразрушающего высокопроизводительного фенотипирования биомассы и их потенциал для замены традиционной визуальной оценки [49, 50, 59].
6. Установление базовых фенологических показателей [61, 62]. Сравнительный анализ и актуальность применения ДЗЗ для оценки биомассы растительности [34, 38].
7. Методы классификации с применением машинного обучения и ДЗЗ для определения качества растительного покрова [56, 57, 60].

Более подробный анализ рассмотренных статей приведен в таблице 2.

Таблица 2. – Подробрый анализ рассмотренных статей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Рассмотренная проблема** | **Статья** | **Заключение по статье** |
| Вред и польза использования эектрических и виртуальных изгородей для контроля выпаса скота | [28] | Нет доказательств негативного влияния виртуального ограждения на поведение животных |
| [29] | Виртуальный ошейник с высокой эффективностью сдерживает животных в пределах пастбища |
| [30] | Успешное применение виртуальной системы ограждения для удержания стада |
| [31] | Виртуальная изгородь успешно сдерживала стадо.Быстрое привыкание. Заметен стресс |

Продолжение таблицы 2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | [32] | Технология виртуального ограждения эффективно удерживает животных на установленной территории |
| [33] | Виртуальное ограждение не влияет на нормальное пастбищное поведение овец |
| Выведение основных факторов влияния на ресурс пастбища | [37] | Представлены несколько подходов к использованию геопространственных данных |
| [47] | Изменение климата является наиболее важной движущей силой изменения растительности |
| [72] | Индекс NDVI и его накапливаемая сумма в полном мере являются достаточными признаками для оценки и прогнозирования основных показателей пастбища. |
| Рассмотрение эффективности применеия технологии контроля выпса скота с применением виртуальных изгородей | [39] | Высокий уровень обучаемости овец в рамках экперимента. Редкое нарушении границ |
| [40] | Виртуальная изгородь была эффективно предотвращала проникновение овец в зону |
| [41] | Наиболее удачная конструкция пастьбы скота было заднее ограждение, следовающее за животными |
| Проведение оценки состояния растительного покрова с помощью ДЗЗ снимков с использованием вегетационного индекса NDVI | [42] | При уменьшении пастбищной нарушенности увеличивается доля серого фона и снижается NDVI |
| [43] | Значения NDVI не могут в быть критерием деградированности природных травостоев. |
| [44] | Значения NDVI не могут быть критерием деградированности природных травостоев |

Продолжение таблицы 2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | [45] | Наблюдение за изменением вегетационного индекса выявляет неравномерность его распределения |
| [46] | Различные вегетационные индексы позволяют использовать наиболее приемлемый |
| [48] | Результаты показали различия в травостое, обусловленные различиями в количестве осадков |
| [52] | Результаты свидетельствуют  о снижении продуктивности на пастбищах |
| [53] | Результаты показывают, что модель HASM достигла лучших результатов, чем модели RF и SVM |
| [54] | Результаты показывают, что было подтверждено, что шесть оценочных показателей |
| [55] | Модели были способны успешно обнаруживать биомассы бледных лишайников |
| [58] | RMSE соответствует точности, необходимой для мониторинга продуктивности |
| [73] | Наличие сорной растительности в посевах зерновых культур не позволяет корректно оценивать состояние посевов |
| Проверить наземные и воздушные неразрушающие методы фенотипирования биомассы и потенциал замены традиционной визуальной оценки | [49] | Наблюдались значительные корреляции  между визуальной оценкой и значениями NDVI |
| [50] | Прогноз травостоя зависит от мультипликативной комбинации NDVI и высоты растений |

Продолжение таблицы 2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | [59] | Некоторые растения недостаточно  учитываются сезонными показателями NDVI |
| Установление базовых фенологических показателей | [61] | Регрессионная модель NDVI объясняли 81%  сезонных колебаний расстояния прох. КРС |
| [62] | Дистанционное зондирование и наземная наука могут работать в координации |
| Методы классификации с применением машинного обучения и ДЗЗ для определения качества растительного покрова | [56] | Результаты показали, что комбинация входных характеристик улучшает точность определения. |
| [57] | Предложенный метод позволяет добиться значительного прогресса в повышении точности |

Вышеперечисленный анализ статей позволяет сделать вывод о том, что разработка модели принятия решении с применением технологии дистанционного зондирования земли вкупе с методами машинного обучения на базе веб-портала при правильном подборе ключевых параметров рассматриваемой системы может дать положительные результатаы при определении биомассы пастбища.

**1.3 Технические решения для рационального использования ресурсов пастбища**

Применявшаяся в прошлые годы бессистемная, вольная пастьба животных как с хозяйственной, так и с санитарно-гигиенической точек зрения является совершенно неприемлемой. При вольной пастьбе нельзя получить высоких удоев и привесов животных. Последние поедают только наиболее ценные в кормовом отношении травы и не дают им правильно расти и развиваться. Малосъедобные же сорные травы не поедаются, а потому быстро размножаются и вытесняют из травостоя ценные травы, в результате чего пастбище приходит в негодное состояние. Большое количество травы при вольной пастьбе затаптывается животными и пропадает без пользы.

Кроме того, такая пастьба создает условия для распространения инвазионных и инфекционных заболеваний среди животных. Для наиболее эффективного использования пастбищ и борьбы с некоторыми болезнями рекомендуют систему загонной пастьбы, при которой все закрепленные за отдельными стадами, гуртами и отарами пастбищные участки разбиваются на более мелкие загоны или клетки; их стравливают в определенной последовательности или очередности.

В отличие от вольной пастьбы загонная система **обеспечивает высокие урожаи пастбищной травы, сокращает потребность в пастбищной площади и резко повышает продуктивность животных**. Животные равномерно получают зеленый корм в течение всего пастбищного периода и дают наибольшее количество продуктов в расчете на гектар пастбища. Число загонов зависит от величины пастбища, состояния травостои, состава гурта, стада или отары. Минимально их должно быть 6—8.

Большие пастбищные участки в лесной зоне рекомендуют делить на 10—12 загонов, в лесостепной на 12—20 и в степной зоне на 20—30. Каждый загон стравливают за лето в лесной зоне 3—5 раз, в лесостепной 2—4 раза, в степи 2—3 раза и в полупустыне 1—2 раза. Величину загона предусматривают такой, чтобы животные не мешали друг другу и чтобы корма им хватило на 5—6 дней. Границы загонов огораживают или отмечают знаками-вехами; для этого используют также естественные границы—дороги, овраги, речки, ручьи и т. п. Загоны следует располагать так, чтобы животные имели выход с них на прогоны, к водопою, стойбищу или лагерю.

Загонная пастьба позволяет успешно вести **борьбу с инвазионными болезнями животных**, в частности с диктиокаулезом (легочно-глистная болезнь) овец и телят, с гемонхозом (сычужно-глистная болезнь) жвачных, с аскаридозом свиней, параскаридозом лошадей, амидостоматозом гусей и др. Этот профилактический метод борьбы с инвазионными болезнями, заражение которыми происходит па пастбище, называется биологической дегельминтизацией пастбищ (акад, К. П. Скрябин).

Метод основан на том, что выделенные с калом яйца или личинки паразитических червей способны заражать животных не ранее чем через 8—10 дней после попадания их во внешнюю среду. Отсюда продолжительность выпасания на одном загоне, где распространены эти заболевания, должна ограничиваться 5—6 днями, так как за этот срок яйца или личинки гельминтов еще не достигают стадии, способной заразить. С момента созревания личинок последние могут сохранять способность к заражению в течение 3—6 месяцев в южных районах и в течение года в северных, поэтому нельзя допускать повторного использования зараженных загонов раньше указанных сроков (однако эти загоны могут быть пригодны для пастьбы животных других видов или для сенокоса).

Одновременно следует менять места стойбищ и тырл на пастбище. Смена пастбищ является также эффективной мерой в борьбе с клещами (Ixodes ricinus, Dermacentor reticulatum, Boofilus и др.) — переносчиками пироплазмоза крупного рогатого скота л лошадей. Очистка пастбищ от переносчиков пироплазмозов основана на том, что клещи на животных находятся 21 — 24 дня, а их личинки живут без питания не более 7 месяцев. Следовательно, если животных в течение 7—8 месяцев не выпасать на зараженных клещами пастбищах, то клещи погибают.

При переводе с одного участка на другой животных пропускают через ванны с раствором акарицида, чтобы освободить их от присосавшихся к коже клещей.

Загонная пастьба животных дает также возможность в случаях появления инфекционных заболеваний в пастбищный период легче организовать борьбу с ними. После изоляции больных и подозрительных по заболеванию животных, а также исключения из плана дальнейшего использования пастбища одного или нескольких зараженных загонов инфекция не распространяется (купируется) и па общем ходе пастбищного содержания почти не отражается.

После использования загонов и перевода животных на следующий загон следует подкашивать нестравленные остатки травостоя на высоте 6—7 см от поверхности земли. Затем необходимо разравнивать и разбрасывать оставшийся после животных кал, иначе он будет плохо обеззараживаться солнечными лучами от возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний[69].

Для каждого вида животных отводят и закрепляют пастбища с учетом особенностей этих животных. Для крупного рогатого скота, который сощипывает растения на высоте **3-5 см**, предпочтителен густой, сочный травостой, с преобладанием злаков и бобовых растений. Плохо или совсем не поедаются им растения с горьким вкусом, резким запахом, высокозольные, колючие и опушенные. Для этой категории животных следует выделять сеяные, улучшенные и умеренно-влажные естественные пастбища. В горных районах пастбища размещают в нижних поясах, так как на очень высоких горных пастбищах (альпийского пояса) молочная продуктивность коров снижается. Наиболее требовательны к типу пастбищ телята до 5-мес. возраста и коровы, менее требовательны - взрослый нагульный скот и молодняк старшего возраста[70].

**Загоннопорционная пастьба** — это основное звено рационального использования пастбищ. Система предусматривает деление пастбищного участка на загоны, травостой которых стравливают скоту по очереди.

Сначала скот пасут в первом загоне, а когда растительность будет стравлена, перегоняют во второй, третий и так до тех пор, пока не будут использованы все загоны, после чего скот снова переводят в первый загон. Второй цикл стравливания начинают в порядке очередности загонов.

Многочисленные опыты и практика выявили **более высокую продуктивность пастбищ при загонном выпасе** по сравнению с бессистемным, установили возможность прокормить на одном и том же участке больше скота, значительно повысив его продуктивность.

При загонном использовании пастбищ можно организовать выпас скота с таким расчетом, чтобы животные каждый раз имели в загоне достаточное количество (порцию) свежей зеленой травы. При этом способе пастьбы более равномерно стравливается и полнее используется пастбищный корм, сокращается излишнее передвижение скота по участку, создаются условия для «отдыха» загона после стравливания, благодаря чему растения могут дать хорошую отаву.

Опытами ВИК установлено, что при загонной системе пастьбы крупного рогатого скота на злаковых пастбищах количество зеленого корма увеличивается на 24 %, а переваримого белка — на 54 %. Благодаря более полному стравливанию пастбищных участков и скашиванию несъеденных остатков травостоя уменьшается обсеменение сорных, вредных и ядовитых трав. При разделении пастбища на восемь загонов можно на одной и той же площади прокормить на 25…30 % животных больше, чем при вольной пастьбе. К тому же значительно повышается продуктивность животных, так как этот способ выпаса позволяет систематически стравливать травы в ранней фазе вегетации, вследствие чего увеличиваются их питательная ценность и поедаемость.

В хозяйстве «Молочное» Вологодской области при вольной пастьбе на одну корову приходится 1 га, тогда как при загонной системе пастьбы — 0,4 га. При загонной системе использования пастбищ удои коров в пастбищный период повышаются в среднем на 15…25%, а приросты живой массы молодняка — на 25…30 % по сравнению с бессистемной пастьбой.

Загонно-порционная система использования пастбищ особенно эффективна при стравливании высокоурожайного или переросшего травостоя. В этом случае выделяется часть загона шириной всего несколько метров так, чтобы гурт растягивался в шеренгу. Следует отметить, что коровы и овцы, являясь стадными животными, комфортней себя ощущают при определенной плотности гурта или отары (фронт кормления на одну корову 1,5…2 м). **Если плотность недостаточна, то животные начинают чрезмерно много передвигаться (метаться) по пастбищу, делая стежки, вытаптывая траву и плохо ее поедая, в результате снижается их продуктивность.**

Установлено, что при загонной системе пастьбы овцам требуется на 25…40 % меньше пастбищной площади, чем при вольном выпасе. При введении загонной пастьбы на горных пастбищах можно прокормить скота в среднем на 20 % больше и получить животноводческой продукции (молока, мяса) на 25 % больше, чем при бессистемной пастьбе.

При организации загонной системы пастьбы большое значение имеют размер и число загонов, длительность их использования.

Размер загонов устанавливают в зависимости от продуктивности пастбища, размера стада, быстроты отрастания растительной массы на пастбище. Урожайность зеленой массы пастбищ часто изменяется по годам, однако это не означает, что каждый год следует менять размеры загонов. Они должны оставаться постоянными, но необходимо изменять количество дней использования каждого загона.

На культурных пастбищах наиболее целесообразна площадь загонов до 4…5 га, а при стравливании травостоя в загонах по частям (порциям) можно увеличить их размеры до 8 га. Выпас в крупных загонах часто превращается в бессистемный со всеми его недостатками.

Число загонов устанавливают с учетом площади, закрепленной за стадом, а также размера загона. В то же время учитывают срок, в течение которого травостой после стравливания загона успевает отрасти и может быть использован вторично при последующем цикле стравливания. Второе стравливание можно начинать через 25…30 дней, а последующие — через 30…40 дней. Если период отрастания равен, например, 25 дням, то при трехдневном использовании загона потребуется 8 загонов (кроме используемого в настоящее время), а всего, следовательно, 9.

Число загонов по зонам ориентировочно может быть следующим: в лесной зоне — 8…12, в лесостепной и степной — не менее 16, в степной зоне и полупустыне — не менее 24.

В ряде случаев целесообразно увеличивать число загонов, так как урожайность трав в последующие циклы выпаса значительно уменьшается и стравливание травостоя происходит быстрее. По мере продвижения на юг урожайность трав резко снижается, а продолжительность пастбищного периода возрастает, что также вызывает необходимость увеличивать число загонов.

Срок использования загонов зависит от того, сколько дней животные могут находиться в каждом из них, получая достаточное количество пастбищного корма и не причиняя значительного ущерба растительности.

Желательно, чтобы срок пребывания животных в каждом загоне не превышал 3 дней, так как более продолжительный выпас часто приводит к распространению глистных заболеваний. Срок использования зависит и от высоты стравливания. Когда после выпаса трава будет иметь высоту около 5 см, животных следует перегонять на другой участок, так как при более низком стравливании (2…3 см) пастбища ухудшаются[71].

Для начала, рассмотрим основные правила организации и проведения пастбищного периода содержания крупного рогатого скота.

* Необходимая площадь культурного пастбища из расчета на одну корову должна составлять **0,4—0,5 га**, для молодняка крупного рогатого скота — 0,2 га; площадь высокопродуктивного бобово-злакового пастбища интенсивного типа на 1 корову — 0,3—0,35 га.
* Необходимая площадь природных естественных пастбищ рассчитывается исходя из их урожайности. Начинать выпас коров весной следует при высоте травостоя **10— 12 см**.
* Необходимо строго соблюдать пастбищный оборот с тем, чтобы высота травостоя **не превышала 15 см**. При таком травостое корова съедает 65—75 кг корма в день, в то время как при высоте 20—25 см только 35— 40 кг.
* Также, существенное значение имеет применение загонной и порционной пастьбы, что увеличивает выход зеленой массы на **20—25%**, повышает усвояемость корма на **20%** и продуктивность коров на **15—20%** по сравнению с бессистемной пастьбой. Для оптимального использования травостоя утренний выпас скота начинают с той порции, где животные паслись накануне, а затем переходят на свежую траву.
* Очень важна правильная организация минерального питания: каждой корове для нормального солевого обмена требуется **150 г** соли в сутки.
* Водопой для животных на пастбище организуют из расчёта обеспечения **60—70 л** воды на корову, в жаркие дни — до **120 л**
* Пастбищные корма не обеспечивают высокопродуктивных животных энергией, фосфором, микроэлементами, а в отдельные периоды роста и развития растений — клетчаткой.
* Несбалансированный рацион приводит к повышенному расходу кормов (на 10-20% по питательности и сухому веществу) на единицу продукции.
* Для оптимизации рационов использовать компьютерные программы с современным блоком расчета потребностей животных в питательных веществах и энергииp[66]

В данной диссертационной работе проводится патентный анализ с целью выведения основных направлении в сфере применения технолонии эффективной пастьбы и менеджмента ресурса пастбища, а также выявленя характерных особенностей существующих технических решении и установления их недостатков. Проведенный ниже патентный поиск позволяет выделить наиболее близкие по свему содержанию и техническому решению патенты на основе которого будут выведены новые решения в данной диссертационной работе.

Рассмотренные в данной диссертационной работе патенты можно сгруппировать по следующим категориям в зависимости от рассматриваемых вопросов:

1. Повышенная материалоемкость, большие затраты труда на изготовление и обслуживание конструкции загона [4-8, 14, 17, 20, 22, 23, 26, 27].
2. Сложности в оценке количества и качества потребляемых животными кормов [2, 9, 12].
3. Отсутствие системы контроля за эффективным перегоном животных на пастбище [3, 13, 25].
4. Требование большого адаптационного периода, повреждение проволок, возникновение стресса у животных [11, 21].
5. Невозможность качественной и количественной оценки поглощенного корма животными на пастбище [16, 24].
6. Отсутствие возможности в существующих системах менять границы загонов, а также контролировать выпас животных [15, 18, 19].

Более подробный разбор рассмотренных патентов приведен в таблице 3.

Таблица 3. – Подробный анализ рассмотренных патентов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Рассмотренная проблема** | **Патент** | **Предложенное решение** | **Недостаток** |
| Повышенная материалоемкость, большие затраты труда на изготовление и обслуживание конструкции загона | [4] | Устройство с поворотным механизмом | Неоптимальное энергопотребление устройства |
| [5] | Создание конструкции надувного блока | Необходимость надувать и сдувать блоки ограждении. Отностительно тяжелый вес |
| [6] | Создание конструкции надувного блока | Необходимость надувать и сдувать блоки ограждении. Отностительно тяжелый вес |
| [7] | Быстроразвертываемая мобильная часть электрической изгороди | Быстрый износ возвратной пружины |
| [8] | Охотничий вольер выполненый в виде сегментов | Необходимость осуществления ручного перегона животных |
| [14] | Портативное ограждение | Высокая материалоемкость в виду большего количества стягивающих роликов |

Продолжение таблицы 3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | [17] | Внедрение переносных столбов и электрических линии | Использование исключительно солнечной батарей как источника энергии |
| [20] | Система контроля выпаса скота посредством комплекса ошейников | Постоянное отслеживание местоположения каждого животного |
| [22] | Выпас скота с использованием комплексом ошейников и дрона | Сложность в реализации контроля в виду наличия дрона |
| [23] | Выпас скота с помощью устройств ошейников на базе IoT | Постоянное отслеживание местоположения каждого животного |
| [26] | Выпас скота с помощью устройств меток на базе IoT | Постоянное отслеживание местоположения каждого животного |
| [27] | Выпас с помощью ошейников на базе IoT и облачных вычислении | Постоянное отслеживание местоположения каждого животного |
| Сложности в оценке количества и качества потребляемых животными кормов | [2] | Выпас скота посредством автоматических ворот | Сложность изготовления ворот загона |
| [9] | Электронные весы и датчики для осуществления кормления | Неоптимальное энергопотребление устройства |

Продолжение таблицы 3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | [12] | Устройство автоматизации и информатизации | Высокие энергетические расходы устройства |
| Отсутствие системы контроля за эффективным перегоном животных на пастбище | [3] | Пастьба животных путем включения и выключения ультразвуковых лучей | Высокие энергетические расходы устройства |
| [13] | Устройство для экономического расчета маршрута стада | Неоптимальное энергопотребление устройства |
| [25] | Система обнаружения отбившегося животного от основного стада | Отсутствие корректирующего воздействия на стадо |
| Требование большого адаптационного периода, повреждение проволок, возникновение стресса у животных | [11] | Воздействиея на животных звуками жужжания овода | Материалоемкость и стоимость снижается только при массовом серийном производстве |
| [21] | Выпас с разными возможностями выхода животного из загона | Трудность определения местонахождения в горной местности |
| Невозможность качественной и количественной оценки поглощенного корма животными на пастбище | [16] | Устройство для перемещения внутри пастбища | Высокие энергетические расходы устройства |
| [24] | Система и метод для мониторинга и измерения потребления корма | Сложность в изготовлении ошейников |

Продолжение таблицы 3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Отсутствие возможности в существующих системах менять границы загонов, а также контролировать выпас животных | [15] | Самоходная система робо-платформ | Трудность определения местонахождения в горной местности |
| [18] | Самоходная система робо-платформ | Трудность определения местонахождения в горной местности |
| [19] | Ошейники с корректирующим воздействием на животные | Неоптимальное энергопотребление устройства в виду комбинации воздействии на животных |

Из вышеприведенного анализа патентов и рассмотрения их основных особенностей и недостатков, следует, что наиболее приемлемым техническим рашением проблемы контроля выпаса скота являются технологии виртуальных изгородей, и как альтернатива, наименее материалоёмкие и легкие в обслуживании загоны механическо-электрическго типа контроль которых будет осуществляеться посредством системы принятия решении веб-портального типа.

**1.4 Выводы**

Из вышеприведенного анализа патентов и статьей следует, что наиболее приемлемым техническим рашением проблемы контроля выпаса скота являются технологии виртуальных изгородей, и как альтернатива, наименее материалоёмкие и легкие в обслуживании загоны механическо-электрическгог типа.

Также, технологии дистанционного зондирования земли вкупе с методами машинного обучения при правильном подборе ключевых параметров рассматриваемой системы может дать положительные результатаы при определении биомассы пастбища.

Таким образом, в данной диссертационной работе, с учетом всех пречисленных недостатков в рассмотренных ранее патентов и статьей предлагается **разработать многофакторную систему принятия решении веб-портального типа с применением искусственного интеллекта для обработки снимков ДЗЗ и контроля изгородями пастбища с позиционированием скота в режиме реального времени**

**ССЫЛКИ НА ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ**

1. Патент США №US2007/0288249A1, 13.01.2007, URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/0f/1c/e5/a6f29caee180f6/US20070288249A1.pdf>(дата обращения: 11.12.2022).
2. Патент США №WO2020/129056, 25.06.2020, URL: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2020129056> (дата обращения: 11.12.2022).
3. Патент РФ №RU0002730866, 26.08.2020, URL: <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=RU305244190&_cid=P12-L2AAV7-37292-1> (дата обращения: 11.12.2022).
4. Патент РФ №RU0002515392, 10.05.2014, URL: <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=RU97347769&_cid=P12-L2AAV7-37292-1> (дата обращения: 11.12.2022).
5. Патент РФ №RU2711806, 22.01.2020, URL: <https://findpatent.ru/patent/271/2711806.html>(дата обращения: 11.12.2022).
6. Патент РФ №RU2704851, 31.10.2019, URL: <https://findpatent.ru/patent/270/2704851.html>(дата обращения: 11.12.2022).
7. Патент РФ №RU2714735, 19.02.2020, URL: <https://findpatent.ru/patent/271/2714735.html> (дата обращения: 11.12.2022).
8. Патент РФ №RU2645343, 21.02.2018, URL: <https://patenton.ru/patent/RU2645343C1> (дата обращения: 11.12.2022).
9. Патент РФ №RU2675511, 01.01.2019, URL: <https://findpatent.ru/patent/267/2675511.html> (дата обращения: 11.12.2022).
10. Патента РФ №RU2614813, 12.04.2017, URL: <https://findpatent.ru/patent/261/2614813.html> (дата обращения: 11.12.2022).
11. Патент РФ №RU2379883, 21.03.2013, URL: <https://findpatent.ru/patent/237/2379883.html> (дата обращения: 11.12.2022).
12. Патент РФ №RU0002490875, 27.08.2013, URL: <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=RU92375087&_cid=P12-L2AAV7-37292-1> (дата обращения: 11.12.2022).
13. Патент РФ №RU2011143938, 10.05.2013, URL: <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=RU92334303&_cid=P12-L2AAV7-37292-1> (дата обращения: 11.12.2022).
14. Патент США №US2020045931A1, 13.02.2020, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/069405002/publication/US2020045931A1?q=pn%3DUS2020045931A1> (дата обращения: 11.12.2022).
15. Патент США №RS20201177A1, 31.03.2022, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/075108758/publication/RS20201177A1?q=pn%3DRS20201177A1> (дата обращения: 11.12.2022).
16. Патент США №US2021267161A1, 02.09.2021, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/067847732/publication/US2021267161A1?q=pn%3DUS2021267161A1> (дата обращения: 11.12.2022).
17. Патент РФ №RU187419U1, 05.03.2019, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/065678951/publication/RU187419U1?q=pn%3DRU187419U1> (дата обращения: 11.12.2022).
18. Патент США №US2020128785A1, 30.04.2020, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/068617985/publication/US2020128785A1?q=pn%3DUS2020128785A1> (дата обращения: 11.12.2022).
19. Патент США №US2013008391A1, 10.01.2013, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/044304457/publication/US2013008391A1?q=pn%3DUS2013008391A1> (дата обращения: 11.12.2022).
20. Патент США №US10098324B2, 16.10.2018, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/057111158/publication/US10098324B2?q=pn%3DUS10098324B2> (дата обращения: 11.12.2022).
21. Патент КР №KR20190048161A, 09.05.2019, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/066546232/publication/KR20190048161A?q=pn%3DKR20190048161A> (дата обращения: 11.12.2022).
22. Патент КР №KR102159319B1, 23.09.2020, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/072708733/publication/KR102159319B1?q=pn%3DKR102159319B1> (дата обращения: 11.12.2022).
23. Патент КНР №CN111567441A, 25.08.2020, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/072110285/publication/CN111567441A?q=pn%3DCN111567441A> (дата обращения: 11.12.2022).
24. Патент КНР №CN109640640A, 16.04.2019, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/060577514/publication/CN109640640A?q=pn%3DCN109640640A> (дата обращения: 11.12.2022).
25. Патент КНР №WO2021033732A1, 25.02.2021, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/074661151/publication/WO2021033732A1?q=pn%3DWO2021033732A1> (дата обращения: 11.12.2022).
26. Патент США №US2021059213A1, 04.03.2021, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/068295839/publication/US2021059213A1?q=pn%3DUS2021059213A1> (дата обращения: 11.12.2022).
27. Патент КНР №CN113869848A, 31.12.2021, URL: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/078994872/publication/CN113869848A?q=pn%3DCN113869848A> (дата обращения: 11.12.2022).
28. Verdon M., Langworthy A., Rawnsley R. Virtual fencing technology to intensively graze lactating dairy cattle. II: Effects on cow welfare and behavior // Journal of Dairy Science. 2021. Т. 104. № 6. C. 7084–7094. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221004811> (дата обращения: 11.12.2022).
29. Lomax S., Colusso P., Clark C. E. F. Does Virtual Fencing Work for Grazing Dairy Cattle? // Animals. 2019. Т. 9. № 7. C. 429. URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/9/7/429> (дата обращения: 11.12.2022).
30. Langworthy A. D. [и др.]. Virtual fencing technology to intensively graze lactating dairy cattle. I: Technology efficacy and pasture utilization // Journal of Dairy Science. 2021. Т. 104. № 6. C. 7071–7083. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203022100480X>(дата обращения: 11.12.2022).
31. McSweeney D. [и др.]. Virtual fencing without visual cues: Design, difficulties of implementation, and associated dairy cow behaviour // Computers and Electronics in Agriculture. 2020. Т. 176. C. 105613. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169919309445>(дата обращения: 11.12.2022).
32. Campbell D. L. M. [и др.]. Virtual Fencing Is Comparable to Electric Tape Fencing for Cattle Behavior and Welfare // Frontiers in Veterinary Science. 2019. Т. 6. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2019.00445/full> (дата обращения: 11.12.2022).
33. Marini D. [и др.]. Comparison of virtually fencing and electrically fencing sheep for pasture management // Animal Production Science. 2022. Т. 62. № 11. C. 1000–1005. URL: <https://www.publish.csiro.au/an/AN21459>(дата обращения: 11.12.2022).
34. Цыганков Д. Н., Сысенко В. И. Применение данных дистанционного зондирования для мониторинга использования земель сельскохозяйственного назначения // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2012. №2 (22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya-dlya-monitoringa-ispolzovaniya-zemel-selskohozyaystvennogo-naznacheniya> (дата обращения: 11.12.2022).
35. Тлешпаева Динара Изатовна, Ауесбеков Нуриддин Расилбекович, Ермекбаев Батырбек Кадирбекович ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В КАЗАХСТАНЕ // Московский экономический журнал. 2021. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-selskohozyaystvennyh-zemel-v-kazahstane> (дата обращения: 11.12.2022).
36. Речкин Сергей Васильевич, Хлопко Юрий Александрович, Огородников Пётр Иванович Цифровые технологии в организации пастбищного животноводства // Известия ОГАУ. 2019. №6 (80). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-organizatsii-pastbischnogo-zhivotnovodstva> (дата обращения: 11.12.2022).
37. Jansen V. [и др.]. Monitoring grazing use: Strategies for leveraging technology and adapting to variability // Rangelands. 2022. Т. 44. № 1. C. 64–77. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0190052821000687>(дата обращения: 11.12.2022).
38. Ali I. [и др.]. Satellite remote sensing of grasslands: from observation to management // Journal of Plant Ecology. 2016. Т. 9. № 6. C. 649–671. URL: <https://academic.oup.com/jpe/article/9/6/649/2623732> (дата обращения: 11.12.2022).
39. Muminov A. [и др.]. Modern Virtual Fencing Application: Monitoring and Controlling Behavior of Goats Using GPS Collars and Warning Signals // Sensors. 2019. Т. 19. № 7. C. 1598. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/7/1598> (дата обращения: 11.12.2022).
40. Marini D. [и др.]. Controlling Within-Field Sheep Movement Using Virtual Fencing // Animals. 2018. Т. 8. № 3. C. 31. URL: <https://www.mdpi.com/2076-2615/8/3/31> (дата обращения: 11.12.2022).
41. Campbell D. L. M. [и др.]. The application of virtual fencing technology effectively herds cattle and sheep // Animal Production Science. 2021. Т. 61. № 13. C. 1393. URL: <https://www.publish.csiro.au/an/AN20525> (дата обращения: 11.12.2022).
42. Л. Д. Немцева, Е. И. Голубева Данные дистанционного зондирования и наземного спектрометрирования в исследовании состояния растительности степей в условиях выпаса // Проблемы региональной экологии. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dannye-distantsionnogo-zondirovaniya-i-nazemnogo-spektrometrirovaniya-v-issledovanii-sostoyaniya-rastitelnosti-stepey-v-usloviyah> (дата обращения: 11.12.2022).
43. Н. Г. Лапенко, Ф. В. Ерошенко, И. Г. Сторчак, Л. В. Дудченко, Е. О. Шестакова Деградационные процессы в степных сообществах и данные дистанционного зондирования Земли // Достижения науки и техники АПК. 2018. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/degradatsionnye-protsessy-v-stepnyh-soobschestvah-i-dannye-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli> (дата обращения: 11.12.2022).
44. Ерошенко Фёдор Владимирович, Лапенко Нина Григорьевна, Сторчак Ирина Геннадьевна Использование данных дистанционного зондирования земли для оценки состояния и степени деградации естественных пастбищных угодий // Известия ОГАУ. 2018. №5 (73). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli-dlya-otsenki-sostoyaniya-i-stepeni-degradatsii-estestvennyh-pastbischnyh> (дата обращения: 11.12.2022).
45. Комаров А.А. Оценка состояния травостоя c помощью вегетационного индекса NDVI // Известия СПбГАУ. 2018. №2 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-travostoya-c-pomoschyu-vegetatsionnogo-indeksa-ndvi> (дата обращения: 11.12.2022).
46. Комаров Андрей Алексеевич, Кирсанов Андрей Дмитриевич, Малашин Сергей Николаевич Сравнительная характеристика различных вегетационных индексов при оценке состояния растительного покрова кормовых трав // Известия СПбГАУ. 2021. №2 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-harakteristika-razlichnyh-vegetatsionnyh-indeksov-pri-otsenke-sostoyaniya-rastitelnogo-pokrova-kormovyh-trav> (дата обращения: 11.12.2022).
47. Liu Q. [и др.]. Identification of impact factors for differentiated patterns of NDVI change in the headwater source region of Brahmaputra and Indus, Southwestern Tibetan Plateau // Ecological Indicators. 2021. Т. 125. C. 107604. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X21002697>(дата обращения: 11.12.2022).
48. Donald G. E., Scott J. M., Vickery P. J. Satellite derived evidence of whole farmlet and paddock responses to management and climate // Animal Production Science. 2013. Т. 53. № 8. C. 699. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Satellite-derived-evidence-of-whole-farmlet-and-to-Donald-Scott/29da581d80459bdd3e0b10faeb1877deada3f43d> (дата обращения: 11.12.2022).
49. Wang J. [и др.]. Using Sensors and Unmanned Aircraft Systems for High-Throughput Phenotyping of Biomass in Perennial Ryegrass Breeding Trials // Frontiers in Plant Science. 2019. Т. 10. URL: <https://www.researchgate.net/publication/336895622_Using_Sensors_and_Unmanned_Aircraft_Systems_for_High-Throughput_Phenotyping_of_Biomass_in_Perennial_Ryegrass_Breeding_Trials> (дата обращения: 11.12.2022).
50. Gebremedhin A. [и др.]. Development and Validation of a Model to Combine NDVI and Plant Height for High-Throughput Phenotyping of Herbage Yield in a Perennial Ryegrass Breeding Program // Remote Sensing. 2019. Т. 11. № 21. C. 2494. URL: <https://www.researchgate.net/publication/336812017_Development_and_Validation_of_a_Model_to_Combine_NDVI_and_Plant_Height_for_High-Throughput_Phenotyping_of_Herbage_Yield_in_a_Perennial_Ryegrass_Breeding_Program>(дата обращения: 11.12.2022).
51. Harmse C. J., Gerber H., Niekerk A. van Evaluating Several Vegetation Indices Derived from Sentinel-2 Imagery for Quantifying Localized Overgrazing in a Semi-Arid Region of South Africa // Remote Sensing. 2022. Т. 14. № 7. C. 1720. URL: <https://www.researchgate.net/publication/359701923_Evaluating_Several_Vegetation_Indices_Derived_from_Sentinel-2_Imagery_for_Quantifying_Localized_Overgrazing_in_a_Semi-Arid_Region_of_South_Africa> (дата обращения: 11.12.2022).
52. Balata D. [и др.]. Using Satellite NDVI Time-Series to Monitor Grazing Effects on Vegetation Productivity and Phenology in Heterogeneous Mediterranean Forests // Remote Sensing. 2022. Т. 14. № 10. C. 2322. URL: <https://www.researchgate.net/publication/360569201_Using_Satellite_NDVI_Time-Series_to_Monitor_Grazing_Effects_on_Vegetation_Productivity_and_Phenology_in_Heterogeneous_Mediterranean_Forests> (дата обращения: 11.12.2022).
53. Zhou W. [и др.]. Remote sensing inversion of grassland aboveground biomass based on high accuracy surface modeling // Ecological Indicators. 2021. Т. 121. C. 107215. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20311547> (дата обращения: 11.12.2022).
54. Zhao L. [и др.]. A new AG-AGB estimation model based on MODIS and SRTM data in Qinghai Province, China // Ecological Indicators. 2021. Т. 133. C. 108378. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X21010438>(дата обращения: 11.12.2022).
55. Erlandsson R. [и др.]. An artificial intelligence approach to remotely assess pale lichen biomass // Remote Sensing of Environment. 2022. Т. 280. C. 113201. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003442572200311X> (дата обращения: 11.12.2022).
56. Lobert F. [и др.]. Mowing event detection in permanent grasslands: Systematic evaluation of input features from Sentinel-1, Sentinel-2, and Landsat 8 time series // Remote Sensing of Environment. 2021. Т. 267. C. 112751. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425721004715> (дата обращения: 11.12.2022).
57. Dou P. [и др.]. Time series remote sensing image classification framework using combination of deep learning and multiple classifiers system // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2021. Т. 103. C. 102477. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243421001847> (дата обращения: 11.12.2022).
58. Dusseux P. [и др.]. Monitoring of grassland productivity using Sentinel-2 remote sensing data // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2022. Т. 111. C. 102843. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1569843222000450>(дата обращения: 11.12.2022).
59. Olsen J. L. [и др.]. Does EO NDVI seasonal metrics capture variations in species composition and biomass due to grazing in semi-arid grassland savannas? // Biogeosciences. 2015. Т. 12. № 14. C. 4407–4419. URL: <https://bg.copernicus.org/articles/12/4407/2015/> (дата обращения: 11.12.2022).
60. Ndungu L. [и др.]. Application of MODIS NDVI for Monitoring Kenyan Rangelands Through a Web Based Decision Support Tool // Frontiers in Environmental Science. 2019. Т. 7. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2019.00187/full>(дата обращения: 11.12.2022).
61. BROWNING D. M. [и др.]. Integrating space and time: a case for phenological context in grazing studies and management // Frontiers of Agricultural Science and Engineering. 2018. Т. 5. № 1. C. 44. URL: <https://journal.hep.com.cn/fase/EN/10.15302/J-FASE-2017193> (дата обращения: 11.12.2022).
62. Richardson W. [и др.]. Changes in Meadow Phenology in Response to Grazing Management at Multiple Scales of Measurement // Remote Sensing. 2021. Т. 13. № 20. C. 4028. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/20/4028> (дата обращения: 11.12.2022).
63. Сводный аналитический отчет Комитета по управлению земельными ресурсами МСХ РК «О состоянии и использовании земель РК за 1 ноября 2021 г.
64. Калдыбаев С., Ержанова К., Ертаева Ж., Абдирахымов Н., Рустемов Б. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАСТБИЩ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И ПУТИ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. Почвоведение и агрохимия. 2021;(1):14-30. <https://doi.org/10.51886/1999-740X_2021_1_14>
65. Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве». Санкт-Петербург, 26–28 сентября 2018 г. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2018. – 390 с.
66. Основные правила организации и проведения пастбищного периода содержания крупного рогатого скота[Электронный ресурс]: (дата публикации 03.05.2018) // Агровестник. URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/cattle-tech/osnovnye-pravila-organizatsii-i-provedeniya-pastbishchnogo-perioda-soderzhaniya-krupnogo-rogatogo-skota.html.> (дата обращения: 17.12.2022)
67. Умбиталиев А.Д. РАЗВИТИЕ ЖИВОТНОВОДСТВА В КАЗАХСТАНЕ // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 11. – С. 174-177. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=33144> (дата обращения: 17.12.2022).
68. Животноводство Казахстана: сверхценная идея агропрома [Электронный ресурс]: (дата публикации: 05.03.2020) // Eldala.kz. URL: <https://eldala.kz/specproekty/194-zhivotnovodstvo-kazahstana-sverhcennaya-ideya-agroproma> (дата обращения: 17.12.2022)
69. Правильное использование пастбищ [Электронный ресурс] // Зооинженерный факультет МСХА. © Зооинженерный факультет МСХА URL: <https://www.activestudy.info/pravilnoe-ispolzovanie-pastbishh/> (дата обращения: 17.12.2022)
70. Системы и способы использования пастбищ [Электронный ресурс]: (дата публикации: 24.10.2018) // Информационный некоммерческий ресурс industrial-wood.ru URL: <https://industrial-wood.ru/osnovy-kormoproizvodstva-i-zhivotnovodstva/10084-sistemy-i-sposoby-ispolzovaniya-pastbisch.html> (дата обращения: 17.12.2022)
71. Загонно-порционная система использования пастбищ [Электронный ресурс] // Зооинженерный факультет МСХА. © Зооинженерный факультет МСХА URL: <https://www.activestudy.info/pravilnoe-ispolzovanie-pastbishh/> (дата обращения: 17.12.2022)
72. Разработка инновационных методических подходов по применению современных цифровых технологий дистанционного мониторинга и зондирования в пастбищном животноводстве[Текст]: ФГБОУ-ВО-Ставропольский-ГАУ. Олейник С. А. ; исполн.: Трухачев В. И. [и др.]. – Ст., 2020. – 82 с. – № ГР АААА-А20-120100690042-7. – Инв. № АААА-Б21-221011400128-4.
73. Лекомцев П. В., Конев А. В., Воропаев В. В. ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ЗАСОРЕННОСТИ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ // ФГБНУ АФИ. 2018.