**Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина**

Энергетический факультет

Кафедра эксплуатации электрооборудования

Специальность: D100 «Автоматизация и управление»

**ОТЧЕТ**

**ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ ДОКТОРАНТА**

**за 2 триместр 2021-2022 учебного года**

Докторант: Амир Е. К.

Научный руководитель: Сарсикеев Е. Ж.

**Нур-Султан 2021**

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение………………………………………………………………………..3

1. Статьи по электрической/механической изгороди…………………….….4

2. Статьи по электрической изгороди……………………………………….10

Выводы…………………………………………..……………………………13

Ссылки на источники…………………………...……………………………14

**Введение**

Неэффективное использование пастбищ в одни и те же сроки — важнейшая причина снижения урожайности и ухудшения ботанического состава травостоя. Чтобы не допустить ухудшения кормового достоинства и снижения урожаев травостоя естественных и сеяных пастбищ, необходимо применять систему использования пастбищ, т. е. вводить пастбищеоборот.

РК занимает пятое место в мире по площади пастбищ, которые составляют 70 процентов территории республики. В Казахстане около 220 миллионов гектаров земель сельскохозяйственного назначения, в том числе 187 миллионов гектаров пастбищных угодий. По данным переписи 1913 года, в стране насчитывалось около 93 миллионов поголовья скота. Сегодня — более 30 миллионов.

Именно поэтому в данной диссертационной работе предлагается разработка интеллектуального модуля управления электрической изгородью на базе нейро-нечетких систем с применением компьютерного зрения для контроля ресурсами пастбища и выгула крупнорогатого скота. Данная разработка позволит эффективно распоряжаться имеющими ресурсами и в долгосрочной перспективе сохранять уровень травостоя. Разработанная система позволит принимать решение по контролю пастбищеоборта в режиме реального времени для КРС и производить прогноз ресурсов на основе имеющихся баз данных.

**Аналитический обзор научно-технической информации по существующим проблемам и путей их решения в секторе цифрового управления пастбище оборотом**

**1.2 Аналитический обзор русскоязычных статьей**

1. В данной статье[35] утверждается, что разработка методов обработки ДДЗ для мониторинга сельскохозяйственных земель позволит существенно повысить точность и объективность информации об их использовании, явится важным шагом к созданию обзорных карт землепользования. С учетом имеющегося мирового опыта, уровня развития современных систем спутникового мониторинга и вычислительной техники представляется перспективной разработка автоматизированных технологий обработки и анализа данных спутниковых наблюдений, которые явятся важным шагом на пути создания системы мониторинга сельскохозяйственных земель России. Необходимость широкого охвата территории при мониторинге сельскохозяйственных земель и обработка большого массива ДДЗ требуют минимизации участия экспертов в процессе тематической интерпретации данных.

Также на обсуждение выносятся ряд следующих технических проблем и задач в данном секторе.

Необходимость инвентаризаций сельхозугодий и создание специальных тематических карт.

Необходимость в объективных методах контроля за землепользованием, причем как на уровне отдельных аграрных регионов, так и на уровне страны в целом.

(Д. Н. Цыганков, В. И. Сысенко. Применение данных дистанционного зондирования для мониторинга использования земель сельскохозяйственного назначения // Ученые записки: Электронный научный журнал Курского государственного университета «Науки о земле». 2012.

№ 2 (22))

2. Цель статьи[36] — изучить современное состояние использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве Казахстана и разработать рациональные пути их использования. На основе проведенного анализа установить причины нерационального использования земель, такие как выход продуктивных площадей с сельскохозяйственного оборота, сокращения орошаемых земель и др. Анализ структуры сельхозугодий показал, что высокая распаханность территории характерна для северного региона, так как здесь более высокая обеспеченность пашней, являющейся основой развития отраслей сельского хозяйства (зерновые регионы) и основным источником доходов сельских жителей. В западном, центральном и восточном регионах наибольшую долю сельхозугодий занимают пастбища, которые служат базой для развития отгонного животноводства. На юге размещены больше орошаемых земель, которые позволяют здесь выращивать теплолюбивые культуры. Установлены причины сокращения площадей орошаемых земель, а также неправильной эксплуатации поливной водой в агроформированиях.

Проанализирована также структура посевных площадей занятые под сельскохозяйственными культурами. На основе проведенного анализа предложены пути оптимального использования земельных ресурсов, в том числе больше акцент сделано на эффективное использование сельскохозяйственных угодий. Для рационального использования земель сельскохозяйственного назначения необходимо соблюдать все требования, такие как агротехнические, технологические, структурные и организационные. Сегодня в выращивании сельскохозяйственных культур не соблюдаются севообороты, не вносятся органические и минеральные удобрения, что приводит к деградации почв и снижению их урожайности. В рисосеющих регионах идет вторичное засоление почв, многие земли подвержены водной, ветровой эрозии. В Казахстане для контроля за использованием сельскохозяйственных земель вводят современные методы контроля, такие, например, как космический мониторинг, что позволит своевременно выявить и изъять у хозяйствующих субъектов неэффективно используемые земли

(Ахмеджанов Т.К., Джанкуразов Б.О., Нилиповский В.И. Эффективность использования сельскохозяйственных земель в Казахстане // Московский экономический журнал. 202. № 7. С.1-6.)

3. Авторами статьи было предложено решить проблемы использования культурных пастбищ с использованием современных информационных и цифровых технологий[37]. Основные задачи, требующие

решения:

– техническая реализация ограничения стравливаемого животным участка культурного пастбища;

– расчёт площади и определение геодезических точек участка стравливания;

– дистанционный контроль за животными;

– синхронизация баз данных «умной» фермы, разработка комплекса программного обеспечения.

(С.В. Речкин, Ю.А. Хлопко, П.И. Огородников. Цифровые технологии в организации пастбищного животноводства //Известия Оренбургского государственного университета. 2019 № 6 (80). С. 163 – 165.)

**1.3 Аналитический обзор англоязычных статьей**

1. Технология виртуального ограждения для интенсивного выпаса лактирующего молочного скота. Эффективность технологии и использование пастбищ (англ: Virtual fencing technology to intensively graze lactating dairy cattle. Technology efficacy and pasture utilization)

(Langworthy, A.D.; Verdon, M.; Freeman, M.J.; Corkrey, R.; Hills, J.L.; Rawnsley, R.P. Virtual fencing technology to intensively graze lactating dairy cattle. I: Technology efficacy and pasture utilization. J. Dairy Sci. 2021, 104, 7071–7083. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed])

Настоящая статья[38] утверждает что, виртуальное ограждение является следующим этапом для систем ротационного выпаса. В данной статье сравнивалась способность электрических изгородей в сравнении с виртуальным ограждением для содержания стада из 30 молочных коров в пределах границ их ежедневного пастбища. Каждый день коров перемещали в новый прямоугольный загон, который был разделен поперек на зону включения и зону исключения одним

линейным электрическим (первые 10 дней) или виртуальным (вторые 10 дней) ограждением. 3-дневный период обучения виртуальной ограде разделял 2 процедуры. Виртуальные ограждения устанавливались с помощью предкоммерческого прототипа системы виртуального ограждения eShepherd.

(Agersens Pty Ltd.). Устройства, закрепленные на шее заменяли визуальные сигналы электрического забора доброкачественными звуковые сигналы, которые в случае игнорирования сопровождались аверсивным электрическим стимулом. Коровы научились реагировать на звуковые сигналы, чтобы избежать электрических стимулов, при этом ежедневное соотношение электрических и звуковых сигналов для отдельных коров составляло в среднем (± стандартное отклонение) 0,18 ± 0,27 в течение 10 дней после установки виртуального ограждения. В отличие от электрического ограждения, виртуальное ограждение не полностью устраняло проникновение коров в зону отчуждения, но отдельные коровы, как правило, находились в пределах зоны включения отдельные коровы, как правило, находились в пределах зоны включения ≥ 99% времени. Истощение пастбищ в зоне отчуждения снизило эффективность виртуального ограждения в плане

предотвращения проникновения коров в зону отчуждения, но величина этого эффекта была незначительной с практической точки зрения (т.е. увеличение времени, проведенного в зоне отчуждения, на на ≤ 28 с/ч на корову). Это подчеркивает потенциал виртуальных ограждений для контроля передвижения пасущихся молочных коров даже при ограниченном наличии пастбищ (т.е. 1 кг сухого вещества на корову выше целевого уровня). сухого вещества на корову выше целевого остатка в 1 500 кг сухого вещества/га), но требует подтверждения при более длительном и более сложного применения виртуальных ограждений. В течение В течение каждого периода обработки, равномерное ежедневное использование пастбищ (% потребляемого пастбища выше целевого остатка в 1 500 кг сухого вещества/га) в пределах зон включения указывает на то что коровы не избегали пастись вблизи электрических или виртуальных передних ограждений. В целом, данное исследование продемонстрировало успешное простое применение системы виртуального ограждения для удержания стада пасущихся лактирующих молочных коров в пределах в пределах границ их ежедневного пастбища.

2. Мониторинг использования пастбищ: Стратегии для использования технологий и адаптации к изменчивости (англ. Monitoring grazing use: Strategies for leveraging technology and adapting to variability)

(Vincent Jansen , Alexander C.E. Traynor , Jason W. Karl , Nika Lepak and James Sprinkle // Monitoring grazing use: Strategies for leveraging technology and adapting to variability // Society of Rangeland Management. September 12, 2021, p.15:41)

Данная работа[39] подчеркивает тот факт, что одним из источников информации, помогающей направлять и оценивать решения по адаптивному управлению, являются ежегодные и сезонные оценки использования скота. Методы мониторинга на основе использования оценивают процент прироста текущего года, потребленного или уничтоженного скотом (т.е. использование) или количество оставшейся растительности (т.е. остаточная биомасса) после того, как скот покинул пастбище. Данные об использовании и остаточной растительности, в сочетании с другой информацией мониторинга, могут быть использованы для понимания пространственных и временных особенностей использования скота, последствий выпаса и причин изменений в характеристиках пастбищ. Эти данные, основанные на использовании, важны для корректировки стратегий управления, чтобы обеспечить достижение целей в изменяющихся условиях. В некоторых сценариях управления показатели использования учитываются при корректировке управления животноводством в течение пастбищного сезона. В то время как в других сценариях управления эти данные собираются в конце пастбищного периода или вегетационного сезона и используются задним числом для обоснования управления выпасом в последующие годы или для помощи в оценке изменений в состоянии ресурсов с течением времени. Таким образом, внедрение методов, оптимизирующих качество, точность и объем данных об использовании и остаточной растительности, является важным компонентом разработки комплексного плана мониторинга, который поддерживает эффективное краткосрочное и долгосрочное управление ресурсами пастбищ (т.е. продуктивностью пастбищ, тугайной растительностью, качеством воды, обитанием рыбы и диких животных). Если не работать над повышением точности и эффективности данных мониторинга на основе использования и интеграции этих данных с долгосрочными базами данных, мы рискуем получить негативные последствия для ресурсов пастбищных угодий, а также снизить экономическую отдачу в долгосрочной перспективе.

3. Спутниковое дистанционное зондирование луга: от наблюдения к

управление (англ. Satellite remote sensing of grasslands: from observation to

management)

(Iftikhar Ali1, Fiona Cawkwell, Edward Dwyer, Brian Barrett, Stuart Green // Satellite remote sensing of grasslands: from observation to management // Journal of Plant Ecology. vol 9, №(6), p. 649–671. December 2016. doi:10.1093/jpe/rtw005)

В данной статье[40] рассматриваются текущее состояние методов и приложений мониторинга/наблюдения за лугами на основе на основе данных спутникового дистанционного зондирования, технологические и методологические технологические и методологические разработки для получения различных биофизических параметров и характеристик управления (например, деградация, интенсивность выпаса скота) и определены технологические и методологические разработки для получения различных биофизических параметров лугов деградация, интенсивность выпаса) и определение основных остающихся проблем и некоторые новые тенденции для будущего развития.

4. Современное приложение для виртуального ограждения: Мониторинг и контроль поведения коз с помощью GPS-ошейников и предупреждающих сигналов (англ. Modern Virtual Fencing Application: Monitoring and Controlling Behavior of Goats Using GPS Collars and Warning Signals)

(Muminov, A.; Na, D.; Lee, C.; Kang, H.K.; Jeon, H.S. 2019. Modern Virtual Fencing Application: Monitoring and Controlling Behavior of Goats Using GPS Collars and Warning Signals. Sensors. 19(7):1598.)

В данной статье[41] описывается наша система виртуального ограждения для коз. Настоящее изобретение представляет собой метод контроля коз без видимых физических ограждений и мониторинга их состояния. Контроль осуществляется путем воздействия на коз, используя один или несколько звуковых сигналов и электрических разрядов, когда они пытаются войти в ограниченную зону. Для наблюдения за состоянием используется одна из лучших классификаций машинного обучения (ML) под названием Support Vector Machines (SVM). Виртуальная граница ограждения может иметь любую геометрическую форму. Умный ошейник на шее козы может быть обнаружен с помощью приложения виртуального забора. Каждый умный ошейник состоит из системы глобального позиционирования (GPS), модуля связи XBee, mp3-плеера и электрошокера. Стимулы и результаты классификации представлены в ходе экспериментов на ферме с козой, оснащенной умным ошейником. Используя предложенные методы стимуляции, мы показали, что вероятность того, что коза получит электрический стимул после звуковой подсказки (звуки собаки и аварийной ситуации), была низкой (20%) и снижалась в течение периода тестирования. Кроме того, модель классификации SVM на основе ядра RBF классифицировала лежачее поведение с чрезвычайно высокой точностью (F-score 1), в то время как пастьба, бег, ходьба и стоячее поведение также были классифицированы с высокой точностью (F-score 0,95, 0,97, 0,81 и 0,8, соответственно).

5. Управление перемещением овец в пределах поля с помощью виртуального ограждения (англ. Controlling Within-Field Sheep Movement Using Virtual Fencing)

(Marini D, Llewellyn R, Belson S, Lee C. 2018. Controlling Within-Field Sheep Movement Using Virtual Fencing. Animals. 8(3):31.)

Виртуальное ограждение[42] имеет потенциал для значительного улучшения передвижения скота, эффективности выпаса и управления землей фермерами; однако было проведено относительно мало работ по проверке потенциала виртуального ограждения с овцами. Коммерческое оборудование для дрессировки собак, состоящее из ошейника и портативного устройства GPS, было использовано для создания виртуального ограждения в коммерческих условиях. Шесть 5-6-летних мериносовых овцематок, которые были наивны в отношении виртуального ограждения, отслеживались по GPS на предмет использования ими загона (80 × 20 м) в течение всего эксперимента. Виртуальное ограждение эффективно предотвращало проникновение небольшой группы овец в зону отчуждения. Вероятность того, что овца получит электрический стимул после звуковой подсказки, была низкой (19%) и снижалась в течение периода тестирования. Потребовалось в среднем восемь взаимодействий с ограждением, чтобы возникла ассоциация между звуковым и стимульным сигналом, при этом на третий день все животные реагировали только на звуковой сигнал. После удаления виртуального забора овцы были готовы пересечь прежнее место расположения виртуального забора через 30 минут пребывания в загоне. Это важный аспект в применении виртуального ограждения в качестве инструмента управления выпасом и еще раз подтверждает, что овцы в данном исследовании были способны ассоциировать звуковой сигнал с виртуальным ограждением, а не с самим физическим местом.

6. Применение технологии виртуального ограждения эффективно в стадах крупного рогатого скота и овец (англ. The application of virtual fencing technology effectively herds cattle and sheep)

(Campbell D. L. M., Marini D., Lea J. M., Keshavarzi H., Dyall T. R., Lee C. (2021) The application of virtual fencing technology effectively herds cattle and sheep. Animal Production Science 61, 1393-1402.)

Контекст: Процедуры пастьбы и сгона скота при управлении животноводством могут занимать много времени, быть трудоемкими и дорогостоящими. Возможность собирать животных виртуально является заманчивой идеей, но технология для этого не имеет широкого коммерческого распространения.

Цели: Система виртуального ограждения[43] eShepherd®, разрабатываемая для крупного рогатого скота, может быть способна удаленно пасти животных. Эта система работает через систему глобального позиционирования и требует, чтобы животные носили на шее устройство. Животных обучают ассоциировать звуковой сигнал с электрическим импульсом, чтобы избежать виртуальной границы.

Методы: Были проведены эксперименты с крупным рогатым скотом, использующим прототипы автоматизированных виртуальных ограждений на шее, и с овцами, использующими ошейники для дрессировки собак с ручным управлением, реализующие тот же алгоритм виртуального ограждения, чтобы изучить потенциал этой технологии для пастьбы и оптимальные конструкции ограждений для успешной пастьбы. В первом эксперименте пять групп по 12 голов крупного рогатого скота перемещались по загону длиной 344 м с использованием трех различных конструкций ограждений.

Результаты: Наиболее успешной конструкцией для пастьбы скота было заднее ограждение, которое следовало за животными, чтобы предотвратить их разворот в неправильном направлении. Ограждения активировались вручную персоналом в зависимости от движения скота. Во втором эксперименте такой же тип ограждения был вручную применен к двум группам из шести овец, чтобы успешно перегнать их по 140-метровому загону.

Выводы: Все пастушьи действия сильно зависели от темпа движения животного, так как не было подано никаких сигналов, чтобы "подтолкнуть" животных, системы только предотвращали движение назад в неправильном направлении. Докоммерческий прототип используемого автоматизированного устройства eShepherd® уже устарел, и для подтверждения его применения для пастьбы животных необходимо провести испытания с обновленными версиями.

Последствия: Эти предварительные испытания показывают потенциал технологии виртуального ограждения для пастьбы скота, но требуется усовершенствование технологии, а автоматизированное устройство для овец еще не разработано.

**Выводы**

Из вышеприведенного анализа зарубежных и отечественных статей и патентов можно сделать вывод о следующих тенденциях развития в данной области:

⦁ Использование технических средств ограждения территории пастбища различными типами, такие как: электрическая изгородь, пневматический блок и звуковая мачта. Как правило, применяется электрическая изгородь, находящаяся под напряжением и/или система предварительных (предупреждающих) звуковых сигналов. При касании проводаживотное бьет токомвысокой частоты, значение которого не опасно для его жизни и здоровья, но вызывает неприятные ощущения и заставляет отстраниться от электроизгороди. Со временем у животных вырабатывается условный рефлекс, в результате чего животные не подходят близко к яркоокрашенным проводам. Также стоит отметить такие нововведения как электроошейники, заменяющие функции электроизгороди посредством влияния на животных на основе их геолокационных данных.

⦁ Разработка систем и методов стравливания пастбища, реализация непрерывных зеленых конвейеров, осуществление перехода животных. Наиболее распространенная схема пастбищеоборота – это секционирование и поэтапное стравливание.

⦁ Совершенствование элементов и устройств электрической изгороди с целью повышения энергетической эффективности, снижения материалоемкости, повышения прочности материалов и изделий.

⦁ Наблюдается тенденция применения, так называемых, виртуальных изгородей для контроля пастбища, которая с точки зрения влияния на животное практический не отличается от традиционных форм контроля выпаса скота, но при этом отличается более гибкими параметрама настройки границ пастбища. Единственным недостатком можно назвать невозможность защитить скот от нападения диких животных.

⦁ Также немаловажным является применеие серверных или облачных технологии для мониторинга за скотом в купе с разработкой соответствующего ПО для взаимодействия пользователя с интерфейсом системы.

**Ссылки на источники**

1. <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya-dlya-monitoringa-ispolzovaniya-zemel-selskohozyaystvennogo-naznacheniya> (Д. Н. Цыганков, В. И. Сысенко. Применение данных дистанционного зондирования для мониторинга использования земель сельскохозяйственного назначения // Ученые записки: Электронный научный журнал Курского государственного университета «Науки о земле». 2012. № 2 (22))
2. <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-selskohozyaystvennyh-zemel-v-kazahstane> (Ахмеджанов Т.К., Джанкуразов Б.О., Нилиповский В.И. Эффективность использования сельскохозяйственных земель в Казахстане // Московский экономический журнал. 202. № 7. С.1-6.)
3. <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-organizatsii-pastbischnogo-zhivotnovodstva> (С.В. Речкин, Ю.А. Хлопко, П.И. Огородников. Цифровые технологии в организации пастбищного животноводства //Известия Оренбургского государственного университета. 2019 № 6 (80). С. 163 – 165.)
4. <https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(21)00480-X/fulltext> (Langworthy, A.D.; Verdon, M.; Freeman, M.J.; Corkrey, R.; Hills, J.L.; Rawnsley, R.P. 2021. Virtual fencing technology to intensively graze lactating dairy cattle. I: Technology efficacy and pasture utilization. J. Dairy Sci. 104, 7071–7083.)
5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0190052821000687> (Vincent Jansen , Alexander C.E. Traynor , Jason W. Karl , Nika Lepak and James Sprinkle // 2021. Monitoring grazing use: Strategies for leveraging technology and adapting to variability // Society of Rangeland Management, p.15:41)
6. <https://academic.oup.com/jpe/article/9/6/649/2623732> (Iftikhar Ali1, Fiona Cawkwell, Edward Dwyer, Brian Barrett, Stuart Green. 2016 // Satellite remote sensing of grasslands: from observation to management // Journal of Plant Ecology. vol 9, №(6), p. 649–671.)
7. <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/7/1598> (Muminov, A.; Na, D.; Lee, C.; Kang, H.K.; Jeon, H.S. 2019. Modern Virtual Fencing Application: Monitoring and Controlling Behavior of Goats Using GPS Collars and Warning Signals. Sensors. 19(7):1598.)
8. <https://www.mdpi.com/2076-2615/8/3/31> (Marini D, Llewellyn R, Belson S, Lee C. 2018. Controlling Within-Field Sheep Movement Using Virtual Fencing. Animals. 8(3):31.)
9. <https://www.publish.csiro.au/an/AN20525> (Campbell D. L. M., Marini D., Lea J. M., Keshavarzi H., Dyall T. R., Lee C. (2021) The application of virtual fencing technology effectively herds cattle and sheep. Animal Production Science 61, 1393-1402.)