**КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ САКЕНА СЕЙФУЛЛИНА**

Энергетический факультет

Кафедра эксплуатации электрооборудования

Специальность: D100 «Автоматизация и управление»

**ОТЧЕТ**

по исследовательской работе докторанта

за 2022-2023 учебный год

Докторант: Амир Е. К.

Научный руководитель: Сарсикеев Е. Ж. (PhD, к.т.н)

**АСТАНА 2023**

**СОДЕРЖАНИЕ**

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

Таблица резюме рассмотренных патентов…………………………...………4

Таблица резюме рассмотренных статей……………………………..……...14

Выводы…………………………………………..…………..………………..31

Ссылки на источники…………………………...………………………....…32

**Введение**

Рациональное использование пастбищных угодий является актуальной проблемой агропромышленного комплекса Казахстана. Сложность процесса создания, поддержания, регулирования и восстановления естественных и культурных пастбищ заключается в многообразии взаимовлияющих факторов, среди которых следует отметить наиболее существенные: агрометеорологические условия, агрохимический состав почвы, видовое разнообразие травостоя, режим выпаса и вид животных, количество циклов и готовность к стравливанию и т.п.

Учитывая обширность территорий, резко континентальный климат, разные климатические и ландшафтные зоны, высокие колебания температуры, осадков, скорости и направления ветра, как в течение года, так и в течение суток, то управление пастбищным хозяйством становится сложной стратегической задачей, решение которой необходимо осуществлять на государственном уровне с привлечением наилучших доступных и перспективных цифровых технологий в науке.

Таблица 1. - Таблица резюме рассмотренных патентов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название патента | Номер патента | Технический результат | Решаемая проблема | Предложенное решение |
| 1 | Интегрированная система и метод управления животными | №US 2007/0288249A1 | Снижение трудоёмкости процесса и улучшение эффективности оценки здоровья животных | Трудности при осуществлении медицинской диагностики при больщой численности животных | Система мониторинга стада по нескольким парметрам состояния здоровья для последующего предложения рекомендации по уходу. |
| 2 | Система и способ направления скота в загонах | №WO 2020/129056 | Снижение материалоёмкости автоматических ворот, а также снижение создоваемого ими шума | Сложность в оценке количества и качества потребляемых животными кормов и неэффективное перенаправление стада в загонах | Система контроля выпаса скота посредством автоматических ворот |
| 3 | Способ и устройство порционной пастьбы животных | №RU 0002730866, 26.08.2020 | Рациональное эксплуатирование пастбищ, снижение материалоемкости, уменьшение затрат ручного труда на обслуживание животных | Отсутствие возможности регулирования расположения животных в загоне в шеренгу, возникновение стрессов животного, снижение продуктивности, высокая материалоемкость, большие затраты ручного труда | Возможность организовать пастьбу животных порционно шеренгой путем включения и выключения инфракрасных или ультразвуковых лучей, образующие виртуальные изгороди с исключением стрессовых ситуаций для животного |
| 4 | Устройство для пастьбы животных | №RU 0002515392 | Повышение эффективности работы устройства, снижение его материалоемкости и затрат труда на обслуживание | Повышенная материалоемкость, большие затраты труда | Устройство с поворотным механизмом для перемещения фронтального провода изгороди позволяющее выводить животных из загона |
| 5 | Блок ограждения загона для содержания | №RU 2711806 | Легкость, высокая упругость, быстрота установки блоков при относительно невысокой стоимости | Сложность и трудоемкость изготовления конструкций, их сборка в блоки, разборка и транспортирование на новое место, и достаточно большой вес блоков | Создание конструкции надувного блока, ограждение загона которого можно организовать с использованием минимального количества блоков. |
| 6 | Блок ограждения загона для содержания | №RU2704851 | Исключение контактного взаимодействия животных с поверхностью блока, обращенной к животным посредством более рациональной формы поперечного сечения блока | Большой вес, сложность изготовления и сложность установки блоков на местности | Создание конструкции надувного блока как элемента травмобезопасного ограждения загона для животных, с наименьшей возможностью повреждения поверхности пневмоблока животными. |
| 7 | Быстроразвертываемая мобильная линейная часть электризуемого заграждения | №RU 2714735 | Сокращение трудоемкости по монтажу, сокращение габаритов, возможность установки на непротяженные участки местности, и при перепадах температуры воздуха | Значительное время и трудоемкость по установке и снятию, невозможность установки на непротяженные участки местности в виду высоких габаритов | Быстроразвертываемая мобильная часть электрической изгороди загона с возможностью регулировки высоты проволоки |
| 8 | Охотничий вольер и способ содержания диких животных с естественными кормами | №RU2645343 | Организация рационального использования лесных угодий, пастбищ, упрощение эксплуатации охотничьих вольеров за счет упрощенного группового, видового перемещения животных в загонах | Необходимость производства земляных работ по установке несущих стоек, отсутствие элементов защиты животных от непогоды, возможность травмирования животных на стыках элементов ограждения | Охотничий вольер выполненый в виде сегментов и/или секторов, имеющих в оконцовках граничащих зон зауженные участки, содержащие впускные-выпускные ворота, |
| 9 | Система, способ и устройство для кормления для удаленного наблюдения за домашним животным и кормления | №RU 2675511 | Осуществление более качественного удаленного наблюдения и взаимодействия между домашними животными и владельцем | Сложность при осуществлений прогноза рациона кормления животных во время отсутствия хозяина рядом | Система электронных весов и датчиков для осуществления кормления животных с использованием технологии IoT и баз данных для анализа результатов и процесса кормления. |
| 10 | Способ механизированного пастбищного содержания крупного рогатого скота | №RU 2614813 | Обеспечение энергоматериалосберегающего экологически чистого способа содержания животных | Отсутствие благоприятных условии содержания животных, облагораживание пастбищных загонов, экологичных систем при дойке, хранении и транспортировке молока | Создание способа комплексного свойства, одновременно соответствующего по своему назначению условиям энергоматериалосберегающего экологически чистого высокопродуктивного пастбищного содержания |
| 11 | Способ ограничения выхода крупного рогатого скота и лошадей за пределы отведенного им участка | №RU 2379883 | Отпадание необходимости выработки у животных условных рефлексов. Исключаются стрессовые ситуации, низкая материалоемкость и стоимость | Требование большого адаптационного периода, повреждение проволок, возникновение стресса, снижение продуктивности, высокая материалоемкость и большие трудозатраты на ее монтаж и демонтаж при смене пастбища. | Осуществление воздействиея на крупный рогатый скот и лошадей звуками жужжания овода, синтезированный с высокой точностью звукогенераторами, установленными по периметру участка |
| 12 | Способ и устройство автоматизации и информатизации экономичной пастьбы животных на пастбищах с электрическими изгородями | № 0002490875 | Достижение экономически оптимального, биологически и энергетически рационального режима пастьбы и кормления животных на пастбище, поиск положения экономического баланса между суммой стоимостей затрат на пастьбу животных и расчетной ценой реализованной продукции живот новодства | Отсутствие учета в реальном времени качественного и количественного состава растительного корма на пастбище, и рационального контроля маршрута стада для достижения наивысшей технико-экономической эффективности процесса пастьбы | Устройство автоматизации и информатизации экономичной пастьбы животных на пастбищах с электрическими изгородями |
| 13 | Cпособ и устройство автоматизации и информатизации экономичной пастьбы животных на пастбищах с электрическими изгородями | № 2011143938 | Экономически целостное представление о стоимости технических мер по перегони стада на пастбище. | Отсутствие системы контроля за экономически эффективным перегоном животных на пастбище | Устройство для экономического расчета маршрута стада в рамках пастбища с учетом расстоянии стада от доильного центра и ограждении загонов |
| 14 | Портативная электрическая система ограждения | №US2020045931A1 | Менее материалоемкая конструкция изгородей, требующяя меньшей трудоемкости | Материалоемкость и трудоемкость процесса установки и обслуживания обычных изгородей | Предоставление портативного ограждения для содержания крупного или другого домашнего скота |
| 15 | Самоходная система для содержания стада и выпаса скота | №RS20201177A1 | Позволяет стадо пастись на разных участках местности, без участия людей, т.е. пастухов, и без сторожевых собак | Отсутствие возможности в существующих системах менять границы загонов, а также контролировать выпас животных | Построение независимой, гибкой, самоходной системы робо-платформ в виде электрической изгороди, которая защищает стадо. |
| 16 |  | №US2021267161A1 | Более сбалансированное поедание травастоя животными | Неравномерное поедание животными травостоя из за неравномерности выпаса животных в рамках одного загона | Устройство для перемещения вдоль первого демаркационного элемента на пастбище. |
| 17 | Пастбищная электроизгородь | №RU187419U1 | Повышение эффективности использования устройства, что сказывается на снижении затрат на содержание животных в пастбищный период в загонах с электроизгородью и расширение технического потенциала | Большие затраты труда на перестановку электроизгороди, в том числе стоек и электропровода, низкая мобильность и автономность, что отражается на затратах содержания животных в пастбищных электроизгородях | Стационарные ограждения и столбы заменены переносными столбами и электрическими линиями и для автономной и бесперебойной работы мобильной электрической изгороди установлен дополнительный источник электроэнергии в качестве, которого использована солнечная батарея |
| 18 | Роботизированная ротационная пастбищная система | №US2020128785A1 | Позволяет стадо пастись на разных участках местности, без участия людей, т.е. пастухов, и без сторожевых собак | Отсутствие возможности в существующих системах менять границы загонов, а также контролировать выпас животных | Построение независимой, гибкой, самоходной системы робо-платформ в виде электрической изгороди, которая защищает стадо. |
| 19 | Метод и система для ограждения животных без использования физического ограждения | №US2013008391A1 | Более устойчивый и свободный от стрессов период обучения животных | Трудности в определении четких границ пастбища а также сложности в выведении устойчивых рефлексов по мере обучения животных. | Система ошейников позволяющяя совершать корректирующие воздействие на животные посредством линейного увеличение звуковых сигналов по мере приближения к краю пастбища. |
| 20 | Метод и система управления стадом | №US10098324B2 | Более естественная среда поддерживаемая системой ошейников для выпаса скота. Низкий уровень стресса и более устойчивый травостой | Трудоемкость поддержки систем с виртульной изгородью и низкая энергоэффективность данных устройств. Нарушение естественных процессов выпаса скота посредством использования данных систем. | Система контроля выпаса скота посредством комплекса ошейников, которая обеспечивает поддержание стада в рамках одной или нескольких групп, что является более естественной для животного мира. |
| 21 | Метод выпаса скота с использованием виртуального ограждения и аппараты, выполняющие эту функцию | №KR20190048161A | Многоуровневая и щадящая система оповещения возможности выхода животного из загона | Возникновение стрессов у животных из за долгого воздействия электрических изгородей | Система контроля выпаса рассчитывающая разные возможности выхода животного из загона в рамках трех уровней оповещения |
| 22 | Система управления и метод управления животным на основе виртуального ограждения | №KR102159319B1 | Менее материалоемкая конструкция изгородей, требующяя меньшей трудоемкости с использованиес дрона | Материалоемкость и трудоемкость процесса установки и обслуживания обычных изгородей. Осуществление возвращения вышедшего за пределы загона животного с помощью дрона | Система контроля выпаса скота с использованием комплексом ошейников и дрона под управлением оператора |
| 23 | Интеллектуальная система управления пастбищами | №CN111567441A | Более эффективная система управления ресурсом пастбища и выпаса скота | Материалоемкость и трудоемкость процесса установки и обслуживания обычных изгородей. | Система контроля выпаса скота с помощью устройств ошейников на базе IoT |
| 24 | Система мониторинга потребления пастбищ | №CN109640640A | Более точное управление поголовьем скота  Оптимизация системы управления пастбищами  Исходные данные для моделей прогнозирования и моделирования | Невозможность качественной и количественной оценки поглощенной корма животными на пастбище | Система и метод для мониторинга и измерения потребления корма, которые являются более точными и простыми, чем существующие методы. |
| 25 | Система управления пастбищными животными | №WO2021033732A1 | Возможность определения животного отбитого от основного стада и последующее его возвращения | Сложность определения отбившегося животного при использовании обычных решении виртульного контроля | Система обнаружения отбившегося животного от основного стада на основе данных о поведении животных с базы данных и мониторинг результативности данных решении |
| 26 | Система и метод управления животноводством | №US2021059213A1 | Более эффективная система управления ресурсом пастбища и выпаса скота | Материалоемкость и трудоемкость процесса установки и обслуживания обычных изгородей. | Система контроля выпаса скота с помощью устройств меток на базе IoT |
| 27 | Метод и система интеллектуального управления пастбищами на основе больших данных | №CN113869848A | Менее энергоемкая система управления ресурсом пастбища и выпаса скота | Высокая материалоемкость и трудоемкость процесса установки и обслуживания обычных изгородей. | Система контроля выпаса скота с помощью устройств ошейников на базе IoT и облачных вычислении |

Таблица 2. - Таблица резюме рассмотренных статей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название статьи | Рассматриваемый вопрос | Результаты исследования | Использованные методы |
| 1 | Технология виртуального ограждения для интенсивного выпаса лактирующего молочного скота. II: Влияние на благосостояние и поведение коров | Вред и польза использования эектрических и виртуальных изгородей для контроля выпаса скота. Эфекктивность использования данных технологии. | Нет доказательств влияния виртуального ограждения на поведение и благополучие дойных коров в первые дни после внедрения технологии, но для полного выяснения последствий после этого периода требуется более длительное исследование. | Химические анализы проб на содержание кортизола в составе молока, оценка выдоя, мониторинг активности, продолжительность жвачки, и выпаса скота |
| 2 | Работает ли виртуальное ограждение для выпаса молочного скота? | Вред и польза использования эектрических и виртуальных изгородей для контроля выпаса скота. Эфекктивность использования данных технологии. | Данное исследование продемонстрировало, что экспериментальный прототип автоматизированного виртуального ошейника с высокой эффективностью сдерживает молочных коров в пределах пастбищного участка. Животные могли все чаще реагировать только на звуковой сигнал. Однако эта реакция сильно различалась у разных особей, что может повлиять на эффективность использования пастбища. Успех технологии VF должен основываться не только на том, что животные остаются в пределах зоны включения. | Статистическо-математические данные о полученных импульсах электро или виртуальной изгороди и подчет времени нахождения животных в рамках или вне рамках загона |
| 3 | Технология виртуального ограждения для интенсивного выпаса лактирующего молочного скота. I: Эффективность технологии и использование пастбищ | Вред и польза использования эектрических и виртуальных изгородей для контроля выпаса скота. Эфекктивность использования данных технологии. | В целом, данное исследование продемонстрировало успешное простое применение этой виртуальной системы ограждения для удержания стада пасущихся лактирующих молочных коров в границах их ежедневного распределения пастбищ. | Статистическо-математические данные о полученных импульсах электро или виртуальной изгороди и подчет времени нахождения животных в рамках или вне рамках загона |
| 4 | Виртуальное ограждение без визуальных подсказок: Дизайн, трудности реализации и связанное с этим поведение молочных коров | Вред и польза использования эектрических и виртуальных изгородей для контроля выпаса скота. Эфекктивность использования данных технологии. | В целом, эксплуатационные возможности ошейника и коммуникационной сети были признаны надежными. Однако, несмотря на то, что дойные коровы быстро ассоциировали визуальные сигналы с пограничными линиями VF и быстро развили ассоциацию между звуковым предупреждением и корректирующим стимулом, после удаления всех визуальных сигналов количество нарушений границ увеличилось. Кроме того, наблюдалось сокращение времени пастьбы и жвачки в период обучения, что свидетельствовало о том, что коровы испытывали стресс в обозначенной зоне включения. | Статистическо-математические данные о полученных импульсах электро или виртуальной изгороди и подчет времени нахождения животных в рамках или вне рамках загона |
| 5 | Виртуальное ограждение сравнимо с электрическим ленточным ограждением по поведению и благополучию крупного рогатого скота | Вред и польза использования эектрических и виртуальных изгородей для контроля выпаса скота. Эфекктивность использования данных технологии. | Эти результаты показывают, что технология виртуального ограждения эффективно удерживает животных на установленной территории в течение 4 недель без существенного влияния на поведение и благополучие скота. | Вес тела и образцы кала у каждого животного брались еженедельно. Образцы фекалий обрабатывались для определения концентрации метаболитов кортизола в кале (FCM). Прикрепленные к ноге датчики IceQube R® измеряли индивидуальное время лежания и стояния, а виртуальные оградительные повязки на шее регистрировали местоположение GPS и все применяемые звуковые и электрические стимулы. |
| 6 | Сравнение виртуального ограждения и электрического ограждения овец для управления пастбищами | Вред и польза использования эектрических и виртуальных изгородей для контроля выпаса скота. Эфекктивность использования данных технологии. | Сходство в потреблении пастбищ между группами показало, что виртуальное ограждение не влияет на нормальное пастбищное поведение овец и не препятствует им пастись до линии ограждения. Дальнейшую работу следует проводить в более крупных отарах и с использованием автоматизированных систем. | Овцы имели доступ к небольшому участку пастбища (8 × 8 м) в течение примерно 4 часов, в общей сложности 4 дня паслись, каждый день переходя на новый участок. На пастбищном участке измеряли среднее сухое вещество пастбища, нормализованный индекс различий растительности (NDVI) и высоту поднимающейся пластины (RPM) до и после выпаса. NDVI и высота RPM также измерялись вдоль линии забора до и после выпаса. |
| 7 | Применение данных дистанционного зондирования  для мониторинга использования земель  сельскохозяйственного назначения | Актуальность применения технологии дистанционного зондирования  для мониторинга использования земель  сельскохозяйственного назначения | Существует необходимость в объективных методах контроля за  Землепользованием. Учитыая имеющийся недостаток объективной,  оперативной и достоверной информации об использовании пахотных земель, можно  утверждать, что развитие методов спутникового мониторинга пахотных земель России  стоит в ряду приоритетных научных задач. | Сравнительный анализ существующих технологии оценки земель  сельскохозяйственного назначения с помощью дистанционного зондирования |
| 8 | Эффективность использования сельскохозяйственных земель в казахстане | Изучение современного состояния использования земельных  ресурсов в сельском хозяйстве Казахстана и разработать рациональные пути их  использования. | 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 | Монографический (анализ структуры  распределения сельскохозяйственных угодий по категориям земель, посевных площадей),  абстрактно логический подход – при обобщении результатов исследования и  формулировании выводов и предложений, эмпирический – при оценке современного  состояния использования земель. Проведен экономический анализ — взаимосвязанные и взаимообусловленные методы  изучения и научного исследования определенных экономических явлений, процессов,  действий, результатов. |
| 9 | Цифровые технологии в организации  пастбищного животноводства | Составление основных проблемных вопросов землепользования и предложение их эффективного решения | было предложено решить проблемы  использования культурных пастбищ с использованием современных информационных и цифровых технологий. 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. | Мониторинг и идентификация отдельных  особей с применением современных информационных технологий (активность, температура тела,  привес, удой, рацион кормления), удовлетворение  их индивидуальных потребностей;  – контроль и автоматическое регулирование  микроклимата в животноводческом помещении  (своевременное удаление вредных газов);  – мониторинг состояния здоровья стада;  – мониторинг качества получаемой продукции  (возможен учёт по каждому животному);  – электронная база данных производственного  процесса; |
| 10 | Технология виртуального ограждения для интенсивного выпаса лактирующего молочного скота. I: Эффективность технологии и использование пастбищ | В этом эксперименте сравнивалась способность обычных временных электрических и виртуальных ограждений удерживать стадо из 30 лактирующих молочных коров в границах их ежедневного распределения пастбищ (зона включения). | Исследование показало, что одиночные линейные виртуальные линии ограждения успешно используются для разделения прямоугольных загонов поперек и ограничения стада из 30 лактирующих молочных коров частью, содержащей их ежедневное (24 часа) пастбищное распределение (зона инклюзии). | Применение статистического анализа на полученных видео и аудио материалах, подчет времени пребывания на пастбище и продолжительности жвачки |
| 11 | Мониторинг использования пастбищ: Стратегии использования технологий и адаптации к изменчивости | Выведение основных факторов влияния на ресурс пастбища, а также предложения рекомендации (методов) по решению основных проблемных зон | Представлены несколько подходов к использованию геопространственных данных и технологий для борьбы с этой изменчивостью, включая погодные и климатические данные, данные спутникового дистанционного зондирования и соответствующие инструменты, а также GPS-ошейники для скота. | Внешний вид ландшафта. (Внешняя оценка), применение математических инструментов для анализа результатов |
| 12 | Спутниковое дистанционное зондирование лугов: от наблюдения к управлению | Проведение сравнительного анализа существующих технологии и методов по осуществлению дистанционного зондирования земли | Приведены основные технологии и выведены из основные недостатки и преимущества друг перед другом | Сравнительный анализ существующих технологии и методов по осуществлению дистанционного зондирования земли |
| 13 | Современное приложение для виртуального ограждения: Мониторинг и контроль поведения коз с помощью GPS-ошейников и предупреждающих сигналов | Рассмотрение эффективности применеия технологии контроля выпса скота с применением виртуальных изгородей. | Показано, 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). | Статистическо-математические данные о полученных импульсах электро или виртуальной изгороди и подчет времени нахождения животных в рамках или вне рамках загона |
| 14 | Управление перемещением овец в пределах поля с помощью виртуального ограждения | Рассмотрение эффективности применеия технологии контроля выпса скота с применением виртуальных изгородей. | Виртуальная изгородь была эффективна для предотвращения проникновения небольшой группы овец в зону отчуждения. Вероятность того, что овца получит электрический стимул после звукового сигнала, 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 охотно пересекали прежнее местоположение виртуального забора через 30 минут пребывания в загоне. | Статистическо-математические данные о полученных импульсах электро или виртуальной изгороди и подчет времени нахождения животных в рамках или вне рамках загона |
| 15 | Применение технологии виртуального ограждения эффективно в стадах крупного рогатого скота и овец | Рассмотрение эффективности применеия технологии контроля выпса скота с применением виртуальных изгородей. | Наиболее удачной конструкцией для пастьбы скота было заднее ограждение, которое следовало за животными и не позволяло им повернуть назад 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. | Статистическо-математические данные о полученных импульсах электро или виртуальной изгороди и подчет времени нахождения животных в рамках или вне рамках загона |
| 16 | Данные дистанционного  зондирования и наземного  спектрометрирования  в исследовании состояния  растительности степей  в условиях выпаса | Разработка методов оценки состояния растительного покрова на основе данных дистанционного зондирования Зелмли и наземного спектрометрирования | В ранневесенний период территриям с сильным пастбищным сбоем характерен ярко-зеленый фон растительного покрова и относительно высокие значения NDVI  при уменьшении пастбищной нарушенности увеличивается доля серого фона и снижается  значения NDVI как по данным наземного спектрометрирования, так и по космическим снимкам, что противоположно картине, которая наблюдается в летнюю фазу развития растений. | Полевые геоботанические исследования и наземное спектрометрирование, обработка материалов космичкской съемки |
| 17 | Деградационные процессы в степных сообществах и  данные дистанционного зондирования Земли | Определение возможности  использования данных дистанционного зондирования  Земли из космоса для характеристики состояния и степени  деградации естественных кормовых угодий | Значения NDVI не могут  в достаточной мере быть критерием деградированности  природных травостоев. Предпологается, что для таких  целей может быть использован показатель доли площади  полигона, занятой хорошо либо плохо развитой растительностью, так как степень деградации пастбища определяется, в том числе, размерами части общей площади участка  с плохо развитой или полностью отсутствующей растительностью | Проводили сравнение видового состава раститель-  ного покрова степных сообществ.  Обработку полевых материалов выполняли согласно об-  щепринятым геоботаническим методикам.  Наряду с традиционным геоботаническим обследовани-  ем анализировали данные дистанционного зондирования  Земли. |
| 18 | Использование данных дистанционного  зондирования земли для оценки состояния и степени  деградации естественных пастбищных угодий | Установление возможности использования данных  дистанционного зондирования земли из космоса  для характеристики состояния и степени деградации пастбищ. | Полученные результаты свидетельствуют о том,  что значения NDVI не могут в достаточно полной  мере быть критерием деградированности природ-  ных травостоев. | Комплексно-экспедиционные и камеральные методы исследо-  вания. Геоботаническое обследование природных  кормовых угодий. |
| 19 | Оценка состояния травостоя c помощью вегетационного индекса ndvi | Проведение оценки состояния растительного покрова (многолетнего травостоя) с помощью космических снимков с использованием вегетационного индекса NDVI. | Мониторинг состояния посевов сельскохозяйственных культур на основе оценки вегетационного индекса (NDVI) позволяет отметить следующее: наблюдение за изменением вегетационного индекса выявляет неравномерность его распределения по срокам наблюдения и элементарным участкам, что характеризует неравномерность роста и развития растений как по территории полигона, так и во времени наблюдений. | Производимая оценка NDVI вегетационного индекса основана на использовании съемки с космических аппаратов в разных оптических диапазонах с последующим пересчетом отношений режимов красного и инфракрасного спектра |
| 20 | Сравнительная характеристика различных вегетационных индексов при оценке состояния растительного покрова кормовых трав | Выбор оптимальных сроков уборки многолетних трав путем сравнительной оценки состояния растительного покрова с помощью ДЗЗ по различным вегетационным индексам. | Использование различных вегетационных индексов расширяет объем информации и позволяет в различных конкретных условиях использовать тот из них, который наиболее приемлем в данном конкретном случае | В исследованиях была использована информация, взятая со спутника Sentinel-2.Для обработки и анализа изображений используется сервис Land Viewer. Исследования проводились в системе тестовых полигонов |
| 21 | Идентификация факторов воздействия для дифференцированных моделей изменения NDVI  в районе истоков Брахмапутры и Инда, Юго-Западный  Тибетское нагорье | Влияние 14 потенциальных переменных окружающей среды на динамику растительности | Результаты показали, что монотонные увеличения и резкие увеличения NDVI объясняются  39,87% и 22,55% изменений растительности, соответственно.  полученные данные также  подтвердили, что изменение климата является наиболее важной движущей силой изменения растительности, а антропогенное  вмешательство является причиной резких изменений в растительности. | Данные, использованные в этом исследовании: NDVI, почвенный покров, климатические данные  и другие переменные окружающей среды, связанные с изменением растительности.  В этом исследовании используются данные NDVI, чтобы лучше понять плюралистические изменения в растительности |
| 22 | Полученные со спутников данные о реакции всей фермы и загона  на управление и климат | В этой статье описывается использование изображений дистанционного  зондирования с умеренным разрешением для лучшего понимания различий между тремя  экспериментальными фермами во времени и пространстве | Результаты показали различия в зеленом  травостое, обусловленные различиями в количестве осадков, выпавших в разные годы, а также различиями между фермерскими хозяйствами | Данные тематического картографа Landsat использовались для получения изображений с нормализованным  разностным индексом растительности (NDVI) и спектральным классом за восемь дат, начиная с начала  испытаний на ферме (июнь 2000 года) и заканчивая ежегодными весенними измерениями в сентябре–октябре каждого года с 2000 по 2006 год на  всех загонах каждой фермы. |
| 23 | Использование датчиков и беспилотных  Авиационные системы для высоких-  Фенотипирование производительности биомассы  в селекционных испытаниях многолетнего райграса | Проверить наземные и воздушные  платформы для неразрушающего высокопроизводительного  фенотипирования биомассы и их потенциал для замены традиционной визуальной  оценки и отсечения для рутинного применения в селекции, чтобы улучшить  сбор данных и способность принимать решения. | Наблюдались значительные корреляции  между визуальной оценкой и нормализованным разностным вегетационным индексом (NDVI) в  полевых испытаниях с разнесенными растениями, а также между выходом биомассы и NDVI в испытаниях на междурядьях и газонах | Карманный  Мультиспектральные датчики Trimble GreenSeeker® или Parrot Sequoia, прикрепленные к  квадрокоптеру 3DR Solo, для оценки биомассы в полевых испытаниях многолетнего райграса, показанных в виде отдельных  растений, междурядий и имитированных участков газона. |
| 24 | Разработка и валидация модели для объединения  NDVI и высота установки для обеспечения высокой производительности  фенотипирование урожайности травостоя у многолетнего райграса  программа разведения | Оценка возможности комбинирования нормализованного вегетативного индекса различий (NDVI), полученного на основе  мультиспектральной визуализации и оценок высоты растений с помощью ультразвукового сонара, для оценки HY отдельных растений  в крупной программе разведения многолетнего райграса | Результаты этого исследования  демонстрируют, что наилучший прогноз сухого травостоя одиночных растений райграса многолетнего, высаженных в космосе  , зависит от мультипликативной комбинации NDVI и высоты растений | Для сбора данных использовались две системы фенотипирования, наземные платформы и платформы на базе беспилотных летательных аппаратов.  Наземная система фенотипирования использовалась для сбора измерений высоты отдельных растений  , в то время как беспилотный летательный аппарат использовал многоспектральную систему визуализации для извлечения значений NDVI отдельных растений.  Отобранные растения оценивали по высоте и на следующий день срезали на свежую и сухую массу. |
| 25 | Оценка нескольких вегетационных индексов, полученных с помощью Sentinel-2  изображения для количественной оценки локализованного чрезмерного выпаса скота в полузасушливом  Регион Южной Африки | Обоснование пространственных взаимосвязей между условиями растительности и  моделями передвижения овец. | Результаты  показали, что домашний скот, как правило, собирается вдоль дренажных линий, где почвы более глубокие. Полученные результаты  демонстрируют, как пространственный анализ данных дистанционного зондирования может обеспечить обзор  моделей перемещения скота в масштабе ландшафта. | в исследовании использовались технологии отслеживания домашнего скота, и снимки Sentinel-2  для проведения наблюдений за состоянием растительности в масштабе пастбищ в полузасушливой среде |
| 26 | Использование спутниковых временных рядов NDVI для мониторинга воздействия выпаса  скота на продуктивность растительности и фенологию в гетерогенных  Средиземноморские леса | Использование спутниковых данных для мониторинга реакции фенологии и продуктивности растительности на  нарушение пастбищного режима в гетерогенной лесной мозаике с травянистым, кустарниковым и древесным покровом | Результаты для кустарников и деревьев свидетельствуют  о снижении пиковой продуктивности на пастбищных участках, но без изменений в фенологических закономерностях | Использование  временных рядов NDVI из снимков Sentinel-2 за период с июня 2016 по июнь 2021 года |

**Заключение**

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 использованные источники**

***Патенты***

Электрическая изгородь

1. <https://patentimages.storage.googleapis.com/0f/1c/e5/a6f29caee180f6/US20070288249A1.pdf> (Патент США №US 2007/0288249A1, 13.01.2007.)
2. <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2020129056> (Патент США №WO 2020/129056, 25.06.2020.)
3. <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=RU305244190&_cid=P12-L2AAV7-37292-1> (Патент РФ № 0002730866, 26.08.2020.)
4. <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=RU97347769&_cid=P12-L2AAV7-37292-1> (Патент РФ № 0002515392, 10.05.2014.)
5. <https://findpatent.ru/patent/271/2711806.html> (Патент РФ №RU 2711806, 22.01.2020.)
6. <https://findpatent.ru/patent/270/2704851.html> (Патент РФ №RU2704851, 31.10.2019)
7. <https://findpatent.ru/patent/271/2714735.html> (Патент РФ №RU 2714735, 19.02.2020.)
8. <https://patenton.ru/patent/RU2645343C1> (Патент РФ №RU2645343, 21.02.2018.)
9. <https://findpatent.ru/patent/267/2675511.html> (Патент РФ №RU 2675511, 01.01.2019.)
10. <https://findpatent.ru/patent/261/2614813.html> (Патента РФ №RU 2614813, 12.04.2017.)
11. <https://findpatent.ru/patent/237/2379883.html> (Патент РФ №RU 2379883, 21.03.2013.)
12. <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=RU92375087&_cid=P12-L2AAV7-37292-1> (Патент РФ № 0002490875, 27.08.2013.)
13. <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=RU92375087&_cid=P12-L2AAV7-37292-1> (Патент РФ № 0002490875, 27.08.2013.)
14. <https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=RU92334303&_cid=P12-L2AAV7-37292-1> (Патент РФ № 2011143938, 10.05.2013.)
15. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/069405002/publication/US2020045931A1?q=pn%3DUS2020045931A1> (Патент США №US2020045931A1, 13.02.2020)
16. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/075108758/publication/RS20201177A1?q=pn%3DRS20201177A1> (Патент США №RS20201177A1, 31.03.2022)
17. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/067847732/publication/US2021267161A1?q=pn%3DUS2021267161A1> (Патент США №US2021267161A1, 02.09.2021)
18. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/065678951/publication/RU187419U1?q=pn%3DRU187419U1> (Патент РФ №RU187419U1, 05.03.2019)
19. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/068617985/publication/US2020128785A1?q=pn%3DUS2020128785A1> (Патент США №US2020128785A1, 30.04.2020)

**Про сравнение и вред электронных виртуальных изгородей**

1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030221004811> (Megan Verdon, Adam Langworthy, Richard Rawnsley. 2021. Virtual fencing technology to intensively graze lactating dairy cattle. II: Effects on cow welfare and behavior. Journal of Dairy Science. 104(6):7084-7094.)
2. <https://www.mdpi.com/2076-2615/9/7/429> (Lomax, Sabrina, Patricia Colusso, and Cameron E.F. Clark. 2019. "Does Virtual Fencing Work for Grazing Dairy Cattle?" Animals 9, no. 7: 429.)
3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203022100480X> (Adam D. Langworthy, Megan Verdon, Mark J. Freeman, Ross Corkrey, James L. Hills, Richard P. Rawnsley. 2021. Virtual fencing technology to intensively graze lactating dairy cattle. I: Technology efficacy and pasture utilization. Journal of Dairy Science. 104(6):7071-7083.)
4. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169919309445> (Diarmuid McSweeney, Bernadette O'Brien, Neil E. Coughlan, Alexis Férard, Stepan Ivanov, Paddy Halton, Christina Umstatter. 2020. Virtual fencing without visual cues: Design, difficulties of implementation, and associated dairy cow behaviour. Computers and Electronics in Agriculture. 176:105613.)
5. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2019.00445/full> (Campbell Dana L. M., Lea Jim M., Keshavarzi Hamideh, Lee Caroline. 2019. Virtual Fencing Is Comparable to Electric Tape Fencing for Cattle Behavior and Welfare. Frontiers in Veterinary Science. (6))
6. <https://www.publish.csiro.au/an/AN21459> (Marini Danila, Cowley Fran, Belson Sue, Lee Caroline. 2022. Comparison of virtually fencing and electrically fencing sheep for pasture management. Animal Production Science. 3(7):50-58)

Виртуальная изгородь

1. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/044304457/publication/US2013008391A1?q=pn%3DUS2013008391A1> (Патент США №US2013008391A1, 10.01.2013)
2. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/057111158/publication/US10098324B2?q=pn%3DUS10098324B2> (Патент США №US10098324B2, 16.10.2018)
3. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/066546232/publication/KR20190048161A?q=pn%3DKR20190048161A> (Па тент КР №KR20190048161A, 09.05.2019)
4. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/072708733/publication/KR102159319B1?q=pn%3DKR102159319B1> (Патент КР №KR102159319B1, 23.09.2020)
5. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/072110285/publication/CN111567441A?q=pn%3DCN111567441A> (Патент КНР №CN111567441A, 25.08.2020)
6. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/060577514/publication/CN109640640A?q=pn%3DCN109640640A> (Патент КНР №CN109640640A, 16.04.2019)
7. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/074661151/publication/WO2021033732A1?q=pn%3DWO2021033732A1> (Патент КНР №WO2021033732A1, 25.02.2021)
8. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/068295839/publication/US2021059213A1?q=pn%3DUS2021059213A1> (Патент США №US2021059213A1, 04.03.2021)
9. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/078994872/publication/CN113869848A?q=pn%3DCN113869848A> (Патент КНР №CN113869848A, 31.12.2021)

***Статьи***

Русскоязычные статьи

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.)

Англоязычные статьи

1. <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.)
2. <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)
3. <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.)
4. <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.)
5. <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.)
6. <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.)

**Русскоязычне про NDVI**

1. 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: 11.11.2022).
2. 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: 11.11.2022).
3. 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: 11.11.2022).
4. 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: 11.11.2022).
5. 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: 11.11.2022).

**Англоязычные про NDVI**

1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X21002697>(Liu, Qionghuan & Wang, Xiuhong & Zhang, Yili & Li, Shicheng. (2022). Complex Ecosystem Impact of Rapid Expansion of Industrial and Mining Land on the Tibetan Plateau. Remote Sensing. 14. 872. 10.3390/rs14040872.)
2. <https://www.semanticscholar.org/paper/Satellite-derived-evidence-of-whole-farmlet-and-to-Donald-Scott/29da581d80459bdd3e0b10faeb1877deada3f43d> (Donald, Graham E. et al. “Satellite derived evidence of whole farmlet and paddock responses to management and climate.” Animal Production Science 53 (2013): 699-710.)
3. <https://www.researchgate.net/publication/336895622_Using_Sensors_and_Unmanned_Aircraft_Systems_for_High-Throughput_Phenotyping_of_Biomass_in_Perennial_Ryegrass_Breeding_Trials/citation/download> (Wang, Junping & Badenhorst, Pieter & Phelan, Andrew & Pembleton, Luke & Shi, Fan & Cogan, Noel & Spangenberg, German & Smith, Kevin. (2019). Using Sensors and Unmanned Aircraft Systems for High-Throughput Phenotyping of Biomass in Perennial Ryegrass Breeding Trials. Frontiers in Plant Science. 10. 1381. 10.3389/fpls.2019.01381.)
4. <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/citation/download> (Gebremedhin, Alem & Badenhorst, Pieter & Wang, Junping & Giri, Khageswor & Spangenberg, German & Smith, Kevin. (2019). 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. 11. 2494. 10.3390/rs11212494.)
5. <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/citation/download> (Harmse, Christiaan & Gerber, Hannes & Niekerk, Adriaan. (2022). Evaluating Several Vegetation Indices Derived from Sentinel-2 Imagery for Quantifying Localized Overgrazing in a Semi-Arid Region of South Africa. Remote Sensing. 14. 1720. 10.3390/rs14071720.)
6. <https://www.researchgate.net/publication/360569201_Using_Satellite_NDVI_Time-Series_to_Monitor_Grazing_Effects_on_Vegetation_Productivity_and_Phenology_in_Heterogeneous_Mediterranean_Forests/citation/download> (Balata, Duarte & Gama, Ivo & Domingos, Tiago & Proença, Vânia. (2022). Using Satellite NDVI Time-Series to Monitor Grazing Effects on Vegetation Productivity and Phenology in Heterogeneous Mediterranean Forests. Remote Sensing. 14. 2322. 10.3390/rs14102322.)