* Есть несколько подходов к оценке растительных остатков и мы их рассмотрим

1. 1)Определение растительных остатков методом «палки и веревки» - тут нам нужно полностью описать методику которая есть в двух источниках. Нужно просто перевести эту методику на русский язык и сказать как это делали мы (при помощи рулетки)
2. 2) Определение веса растительных остатков – тут можно много на что сослаться но суть метода в том что мы просто с определнной площади собираем растительные остатки и взвешиваем потом пересчитываем в удовобаримые единицы
3. 3)Камеральный подход на основании фотографий – суть вся в том что мы делаем фотографию поверхности и потом уже дома налкдаываем сетку(какую? Какую хотим) и по ней считаем чегоу у нас выходит
4. 4)В западной литературе так же есть подход когда мы расчитываем площадь покрытия только на основании данных дистанционного зондирования – тут мы подставляем наши данные в формулу и считаем на выходе получаем профит. Важно еще отметить что нам надо как то получить данные дзз и дальше уже что то строить , необходимо привести и алгоритм подготовки данных

(в конце каждого блока нужны колличественные показатели измерения (можно просто табличку)

* Просто посчитать данные на какой то площади можно но не очень интересно, одной из особенностей ноутила является то, что на поверхности должны всегда лежать растительные остатки, иначе ад смерть пизда. Я думаю что можно описать наш предыдущий опыт по работе с данными дистанционного зондирования земли на основании данных minNDTI, но он здесь не подходит мини ндтиай не позволяет отслеживать динамику, а это самое интересное (а почему?) а потому что нужно понимать есть ли наручение целостности покрова раситителньыми остатками, нормальное ли их колличесттво на поле (а фао тем временем говорит что прямой посев это только когда больше 70 процентов покрыия) + на основании этих данных уже можно планировать следующий год то есть – аргументировать использование почвопокровыных культур (да или просто культур с большой растительной массой которая потом даст много растительных остатков) а иначе начнется эрозия, и прочая хуйня, тут нам на помощь придет NDTI в «моменте» из 4го метода
* Мы построили линейные (потому что самые простые и легко интерпретируемые модели это линейные (нет конечно можно навертеть и сложные закономерности логорифмические полиноминальные , прикрутитьь ко всей хуйня еще сложные линейные модели методами рендом фореста или нейронных сетей, но нам важна еще физическая интерпретируемость модели а не черный ящик)

Что показали наши модели и как их оценить – тут вначале надо дать метрики качества оценки моделей и объяснить что они показывают

Далее показать эти модели, и самое главное сказать про нашу империческую модель только на дистанционных данных и подчеркнуть что только на дистанционных данных получается не удовоборимая хуита

Прям дать графички линейной зависимости которые есть в юпитер блокнотах

* Как итог – мы выбрали самую хорошую и классную модель – это у нас камеральные исследования против ндитиай в моменте

Теперь мы применили нашу модельку на всех изображениях коллекции и получили динамику (тут или ранее надо сказать что нужно такие штуки рассматривать только в связке с вегетационным индексом потому что NDTI начинает безбожно пиздеть когда живая растительность попадает в датасет

Отмоделировали мы на двух масштабах – на масштабе двух различных технологиях подготовки и на точках

Нужно описать что у нас получилось сначала по полям че да как.

У меня есть идея что граффик по культурам можно вообще разобрать по производственным этапам что и как происходит.

Тут же нужно и охарактеризовать точки по данным нашим

Интенсификация сельскохозяйственного производства приводит к увеличению негативного антропогенного влияния на природные компоненты. В связи с этим актуально введение в производство интенсивных но ресурсосберегающих технологий земледелия. В регионах традиционного земледелия России с каждым годом все больше хозяйств переходит на технологию прямого посева. Ни одну из современных отраслей производства не возможно представить без информационно-технического сопровождения. Исключением не является и сельское хозяйство. Для традиционных технологий земледелия на данный момент разработано большое количество цифровых решений для оптимизации производственных процессов, мониторинга и прогноза продуктивности производства. Так как прямой посев является относительно новой технологией для нашей страны, для нее пока не разработано каких либо решений которые могли бы помочь производителю. Ключевой особенностью прямого посева, как одной из ресурсосберегающих технологий, является сохранение растительных остатков. С агрономической точки зрения растительные остатки несут следующие функции:

-защита

-буфер

-поддержание баланса

Согласно позиции FAO к прямому посеву можно отнести объекты на которых соблюдаются правила прямого посева – отсуствтие воздействия, севообороты и растительные остатки. Вопрос сколько растительных остатков?\_это нужно очень четко сказать что 30% или больше. Из этого можно сделать вывод, что почва при применении технологии прямого посева всегда укрыта ковром растительных остатков. С одной стороны этот факт ограничивает возможности использования данных дистанционного зондирования земли основанных на оптических свойствах почвы. С другой стороны появляется возможность количественно учитывать растительные остатки на основании данных ДЗЗ что является необходимой частью производства при технологии прямого посева. Целью данного исследования является разработка подхода к оценке растительных остатков на основании данных ДЗЗ.

Объекты и методы исследования.

Полевые данные

Объекты исследования расположены на территории Буденовского района Ставропольского края. При рекогносцировке подобраны поля на которых применялась технология прямого посева и традиционной для региона технологии (РИС) (вспашка с оборотом пласта, с включением черных паров в севооборот) . Преобладающим типом почв являются тёмно-каштановые (Halpic Kastanozems Chromic WRB 2006). Климат региона исследования – континентальный с максимумом температур в \_\_\_\_\_\_\_\_ и осадками в \_\_\_\_\_\_. Подобное сочетание почвенно-климатических ресурсов способствует активному развитию земледелия в регионе. Наиболее распространёнными культурами являются \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Прямой посев применяется на полях около 10 лет. Размеры полей составляют ………… что позволяет использовать данные дистанционного зондирования высокого разрешения, имеющиеся в открытом доступе. В рамках полевых работ на исследуемых полях были заложены точки для отбора данных о состоянии растительных остатков (рис) . Точки …………… Заложены на поле….. и характеризуют наиболее выраженные формы рельефа характерные для объектов Таб – описание точек – какие формы рельефа . По точкам отбирались следующие данные –

-площадь покрытия при помощи рулетки

-вес растительных остатков на единицу площади

-фотографии поверхности с высоты 1м

Все данные отбирались в 5 кратной повторности.

Данные дистанционного зондирования земли

Получение и подготовка данных.

В рамках данного исследования использовались мультиспектральные изображения высокого разрешения Sentinel-2. Подбор, коррекция и обработка осуществлялась при помощи облачного сервиса для работы с данными дистанционного зондирования земли Google Earth Engine. Преимуществами работы с данным сервисом является возможность использовать уже откорректированные при помощи программы sen2cor изображения уровня 2А (Surface Reflectance) , кроме этого последовательные процессы составления мозаик космических снимков, создание масок облаков, теней и снега, расчет спектральных индексов и последующая обрезка изображений по интересуемой области производится в облаке, что позволяет получать для анализа уже готовые к анализу и моделированию данные. Последующая обработка данных осуществлялась при помощи модулей Gdal, Geopandas, Rasterio, Sci-py языка програмирования python. Так как GEE также имеет программный интерфейс на языке Python, возможно создание одного скрипта в котором происходит предобработка, получение, и дальнейший анализ данных, таким образом не задействуя сторонние приложения.

Спектральные индексы используемые в рамках исследования

В ходе исследования подбирались изображения Sentinel 2 за период с 15 ноября 2020 по 15 ноября 2021 года. (это если мы говорим про один год, но у нас есть данные за три года). Для каждого изображения рассчитывались спектральные индексы NDVI и NDTI(формулы). Индекс NDVI является наиболее распространённым индексом, на основании которого определяется состояние растительности. Наши предыдущие иследования и большое колличество публикаций свидетельствуют что использование NDTI является оптимальным для решения задачи колличественного определения растительных остатков. Однако следует учитывать некоторые ограничения при использовании данного индекса

1. Данный индекс очень чувствителен к живой растительности – то есть при попадании живой растительности в данные NDTI показывает аномально высокие значения.
2. Индекс чувствителен к влажности и так же может давать не корректные значения при повышенной влажности (ссылка на америкосов)

Для исключения пикселей соответствующих живой растительности используется вегетационный индекс NDVI. На основании данных NDVI для изображений строится маска по которой из данных исключаются данные с живой растительностью. Важным в создании масок таким образом является интепретационный смысл спектральных индексов. Не смотря на удобство использования подобных решений, индексы не имеют какой физической единицы измерения кроме значения в промежутке от -1 до 1. В следвии этого возникает вопрос, какое значение необходимо считать пороговым для отличения вегетирующей растительности от иных объектах. В раммках исследования ………(ССЫЛКА) данный порог принят за 0.3 единиц NDVI. Пример отфильтрованного по данным NDVI изображения NDTI представленно на РИС.

Метеорологические данные получались с ресурса rp5.ru. Ближайшая метеостанция расположенная в 20 км от объектов находится в городе Буденовск. Орографические и геоморфологические особенности местности (объект расположен на водраздельной поверхности между долинами рек Горькая балка и Кума) создают особые условия формирования микро и мезо климата, однако полученные климатические данные позволяют формировать общие представления о климатических трендах характерных для района изучения.

Моделирование на основании полученных данных

Поскольку количественное определение растительных остатков является частью производственного цикла при технологии прямого посева, на разработку подходов накладывается ряд ограничений:

1)простота отбора и минимизация эконмических трат на полевой учет растительных остатков

2) интерпретируемость модели

Руководствуясь данными ограничениями, были подобраны 4 подхода к учету растительных остатков

1)Полевой подсчет покрытия растительными остатками и моделирование на основании данных ДЗЗ

2)Полевой подсчет массы растительных остатков на единицу площади и моделирование на основании данных ДЗЗ

3)Камеральная обработка фотографий поверхности методом фасеток и дальнейшее моделирование на основании данных ДЗЗ

4)Получение данных о количестве растительных остатков только на основании данных дзз.

Моделирование осуществлялось при помощи метода линейной регрессии. Не смотря на существование большого количества методов моделирования, на наш взгляд простая линейная регрессия наиболее оптимальна в ключе решения данной практической задачи. Метриками оценивания качества модели служили R2 – коэффициент детерминации и MSE – среднеквадратическая ошибка (формулы). Для достижения наибольшей точности при моделировании данных была подобран космический снимок наиболее близкий по времени к проведению полевых работ – 2021-09-21. Всего коллекция уже подготовленных для работы космических снимков составила – 14 сцен.

Метод полевого определения площади покрытия.

Отбор данных осуществлялся по методике описанной в …….. Суть метода определения заключается в том , что необходимо считать колличество пересечений растительных остатков и рисок на палке или веревке , размеченной на равные интервалы. Далее колличество пересечений пересчитывается в площадь покрытия. В нашем случае мы использовали рулетку и расстояние между отметками, в которых необходимо было отмечать наличие растительных остатков составляло 10 см.

Метод весового анализа.

Метод заключался в сборе и дальнейшем взвешивании растительных остатков с единицы поверхности. Для ограничения поверхности использовался квадрат со стороной в 50 см. Образцы взвешивались непосредственно в поле. Далее, для удобства значения пересчитывались из г/0.25м2  в ц/га.

Обработка фотографий.

В каждой точке исследований производилось фотографирование поверхности в надир (перпендикулярно поверхности) с высоты около метра. Далее в камеральных условиях, используя графический редактор на каждую фотографию накладывалась сетка с шагом \_\_\_\_\_. И считалось количество пересечений растительных остатков и узлов сетки.

Определение покрытия без полевых данных

Данных подход описан в …………. По мнению авторов, так как наблюдается линейная зависимости значений NDTI от покрытия растительных остатков можно не использовать полевые данные а просто использовать формулу линейной трансформации вида

ФОРМУЛА

ГДЕ

ФОРМУЛА

ФОРМУЛА

Результаты и обсуждение

Значения, полученные в результате обработки полевых и дистанционных данных приведены в таб.