

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Пустомержская средняя общеобразовательная школа»  
Ленинградская область, Кингисеппский район,  
деревня Большая Пустомержа  
Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды  
«ОТКРЫТИЯ 2030»

Номинация «Геоинформатика»

«Многолетние травы одного поля, история  
произрастания и перспективы возделывания»

Работу выполнил  
учащийся 11 класса МБОУ  
«Пустомержской СОШ»  
Акимов Глеб Константинович

Руководитель – учитель биологии  
МБОУ «Пустомержской СОШ»  
Иванова Елена Юрьевна

2022 год

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 3  |
| МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ, ВРЕМЯ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ .....  | 4  |
| 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....   | 5  |
| 1.1. Основы выращивания и использования многолетних трав на корм .....                                      | 5  |
| 1.2. Подсев трав на сенокосах и пастбищах .....   | 6  |
| 1.3. Сроки и частота укосов .....   | 7  |
| 1.4. Как свет показывает здоровье растений .....  | 7  |
| 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ .....  | 9  |
| 2.1. Изменения продуктивности поля связи с историей природопользования .....                                | 9  |
| 2.2. Анализ изменений, происходящих с растениями на поле, полученные с помощью веб-приложения OneSoil ..... | 9  |
| 2.2.1. NDVI — числовой показатель качества и количества растительности .....                                | 9  |
| 2.2.2. Сумма эффективных температур .....   | 11 |
| 2.2.3. Зоны вегетации .....   | 13 |
| 3. ПЛАН ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОЛЯ .....   | 14 |
| 3.1. Внесение удобрений .....   | 14 |
| 3.2. Подсев многолетних трав .....  | 14 |
| 3.3. Выбор наиболее оптимального срока скашивания .....   | 15 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....  | 16 |

## ВВЕДЕНИЕ

Моя семья занимается сельским хозяйством. Мы фермеры. Каждое хозяйство в течение круглого года должно иметь стабильную кормовую базу. Особое место принадлежит кормам, получаемых за счет многолетних трав (рисунок 1). На одном из наших полей уже 5 лет растут многолетние травы. Урожайность падает. Встал вопрос, что делать с этим полем? Перепахать, посеять травы заново, подсеять новые растения, внести удобрения? Ответ на этот вопрос станет целью нашего исследования. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Ознакомиться с литературой о выращивании многолетних трав в Северо-Западном регионе.
2. Проанализировать изменения, происходящие с растениями на поле, в том числе с использованием возможностей веб-приложения OneSoil.
3. Составить план по дальнейшему использованию поля.



Рисунок 1. Заготовка корма из многолетних трав

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ, ВРЕМЯ И МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

Работа проводилась осенью 2021 года в деревне Ястребино Волосовского района Ленинградской области.

В качестве опытного участка выступает поле площадью 6,4 гектара, засеянное многолетними травами. Рельеф участка представляет собой пологий склон на высоте от 99 до 95 метров над уровнем моря, вытянутый с севера-востока на юго-запад (рисунок 2).



Рисунок 2. Рельеф участка представляет собой пологий склон [7].

С северной стороны вдоль всего поля располагаются огромные валуны, часть участка занимает возвышенность, которая не косится. Почва – дерново-карбонатная суглинистая.

Во время вспашки плуг поднимает известковые плиты.

Видовой состав несеянных трав и их процентное соотношение определяли визуально.

Для определения:

- индекса вегетации NDVI,
  - зоны продуктивности по содержанию азота,
  - суммы эффективных температур и накопленных осадков
- использовалось веб-приложения OneSoil [5].

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Основы выращивания и использования многолетних трав на корм

Важнейшими травами на пашне пока является клевер красный, позднеспелый и раннеспелый, в смесях с тимофеевкой луговой. Наиболее перспективными из бобовых следует признать раннеспелый клевер и люцерну пеструю, из злаковых — тимофеевку луговую, ежу сборную, райграс многолетний и овсяницу луговую.

Многолетние травы при хорошей агротехнике обеспечивают следующий средний урожай сена: раннеспелый клевер первого года пользования — 90,9, люцерна пестрая — 97,1, тимофеевка луговая (при удобрении азотом по 60 — 90 кг/га) — 81,1 ц/га.

Бобовые травы до первых цветков, злаковые — до колошения по общей питательности сухого вещества близки к зерну овса, а по перевариваемому протеину и многим минеральным веществам — превосходят его.

Сумма положительных температур от обновления вегетации до начала цветения раннеспелого клевера — 850°С. Для тимофеевки до начала цветения необходимо 930° положительных температур.

Бобово-злаковые смеси имеют абсолютное преимущество перед злаками без удобрения азотом, а при пользовании дольше года — травосмеси лучше и по сравнению с посевами бобовых. При высоких нормах азотного удобрения злаки могут опередить бобовые. Тимофеевка луговая при годовой норме азота в 300 кг/га по урожаю сырого протеина равна раннеспелому клеверу 1 года пользования, ежа сборная при норме в 360 кг/га азота дает на 14—15% больше сухого вещества и сырого протеина, чем высокоурожайная смесь из люцерны пестрой, раннеспелого клевера и тимофеевки года пользования без азота.

Азот рентабельно повышает урожай не только злаковых, но и бобово-злаковых травостоев. Травосмесь раннеспелого клевера и тимофеевки в первом году пользования выгодно удобрять нормами до 120, второго года — до 240 кг/га азота. При таких нормах 1 кг азота дает в среднем 9,5 кг сухого вещества и 0,7—1,7 кг сырого протеина [2].

Лучшие сроки внесения азотных удобрений — весной с началом активного отрастания трав. В первую очередь следует подкормить луговые угодья с хорошими травостоями и те загоны пастбищ, которые будут использоваться весной первыми.

При дефиците минеральных удобрений, особенно азотных и фосфорных, необходимо максимально использовать жидкий навоз и животноводческие стоки для подкормки многолетних злаковых и злаково-бобовых трав с удельным весом клевера до 20—30%. Под первый укос за счет таких удобрений нужно вносить до 80—100 кг/га азота, или 50—70 т/га [6].

Обильное удобрение азотом ослабляет способность луга к зимовке, так как уменьшает корневую систему трав, задерживает закалку растений и переход к фазе зимнего отдыха. Если благодаря содержащемуся в удобрениях азоту рост растения продолжается долго, растение не

накапливает запаса сахаров. Поэтому следует избегать обильного удобрения в конце лета и это особенно важно в северных районах. Достаточное удобрение калием во второй половине лета повышает способность растений к зимовке. После последнего кошения должен остаться, по крайней мере, месяц до конца вегетационного периода для достаточного роста и накопления питательных веществ[4].

## **1.2. Подсев трав на сенокосах и пастбищах**

Подсев трав рекомендуется широко использовать в системе поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ. При его проведении семена трав высевают в дернину существующего травостоя.

Цель подсева — обогатить травостой ценными кормовыми травами и увеличить его густоту, что будет способствовать повышению продуктивности кормового угодья. Подсев трав требует меньших затрат, чем залужение, так как обработка почвы не проводится совсем или выполняется при минимальном количестве проходов почвообрабатывающих машин.

При улучшении сильно изреженных лугов могут подсеиваться злаковые травы: тимофеевка луговая, ежа сборная, овсяница луговая, кострец безостый. При укоренении более конкурентоспособных видов растений решается задача по вытеснению из состава улучшаемого травостоя сорняков и малопродуктивных дикорастущих трав.

Эффективность подсева трав в дернину лугов зависит от густоты и ботанического состава травостоя улучшаемого луга, мощности дернины, влажности почвы, глубины заделки семян. Успешному укоренению подсеянных многолетних трав препятствует конкуренция со стороны взрослых растений, которые подавляют всходы подсеянных трав.

Оптимальным сроком проведения подсева является ранневесенний. При достаточной влажности почвы и при выпадении обильных осадков успешным бывает летний подсев после первого укоса.

В системе пастбище- или сенокосооборота применяют и самообсеменение травостоя. При проведении этого мероприятия решаются те же задачи, что и при подсеве трав. Самообсеменение целесообразно на лугах с доминированием ценных злаковых и бобовых трав. На сенокосах и пастбищах с преобладанием разнотравья, а также злаковых трав, образующих плотную дернину (мятлик луговой, овсяница красная, овсяница овечья), эффект от обсеменения незначительный. После обсеменения и уборки трав проводят боронование и прикатывание почвы, что обеспечивает заделку осыпавшихся семян трав в почву. Обычно свыше 90 % появившихся из семян всходов погибает, но учитывая, что количество осыпавшихся семян в несколько раз превышает рекомендуемые при подсеве нормы высева, существенная часть всходов приживается. Семенное размножение благоприятно сказывается на урожайности улучшаемого травостоя и его продуктивном долголетии. Позднее скашивание трав после обсеменения

способствует пополнению запасных пластических веществ в корнях растений[7].

### **1.3. Сроки и частота укосов**

Сроки скашивания многолетних трав определяются многими факторами: видом и сортом, величиной и питательной ценностью каждого укоса, отрастанием после скашивания, уровнем продуктивности животных, которым заготавливается корм.

Сборы сухого вещества основных многолетних трав возрастают до полного (массового) их цветения. Однако в эту фазу содержание сырого протеина, минеральных веществ, витаминов в сухом веществе трав значительно уменьшается, а сырой клетчатки повышается по сравнению с содержанием этих веществ в фазе бутонизации бобовых, колошения злаковых.

Самая высокая продуктивность многолетних бобовых трав достигается в фазу конца бутонизации – начала цветения, злаковых – в фазу колошения. Для получения высокобелкового корма и высокого сбора сырого протеина скашивание трав следует проводить в более ранние сроки: бобовых – вначале бутонизации, злаковых – в фазу выхода в трубку при высоте растений 40-50 см. Однако при раннем скашивании, особенно бобовых трав, снижается значительно их продуктивность.

Сроки укосов бобово-злаковых травосмесей определяются по основному (бобовому) компоненту. Если в травосмеси преобладают злаковые травы, то необходимо ориентироваться по фазам вегетации злаковых трав.

Решающее значение для урожая следующего года клевера лугового и особенно люцерны гибридной имеет время проведения последнего укоса.

Неприемлемым временем для раннеспелых сортов клевера лугового является вторая половина сентября, для люцерны – весь сентябрь. Последний укос травостоев люцерны и клевера лучше проводить перед прекращением вегетации, т.е. в центральной агроклиматической зоне области в начале октября [3].

### **1.4. Как свет показывает здоровье растений**

NDVI (Normalized difference vegetation index), Нормализованный вегетационный индекс) — это числовой показатель качества и количества растительности на участке поля. Он рассчитывается по спутниковым снимкам и зависит от того, как растения отражают и поглощают световые волны разной длины. Например, растения для нашего глаза зелёные потому, что пигмент хлорофилл хорошо отражает зелёные волны. Также хлорофилл поглощает красные волны: за счёт этого происходит фотосинтез, то есть культура растёт и развивается. А клеточная структура растения отражает ближние инфракрасные волны. Получается, что здоровое растение, в котором много хлорофилла и хорошая клеточная структура, активно поглощает красный свет и отражает ближний инфракрасный. Больное растение — с точностью до

наоборот. Здоровое растение, в котором много хлорофилла и хорошая клеточная структура, активно поглощает красный свет и отражает ближний инфракрасный.

Чтобы понять состояние здоровья растения, надо вычислить отношение между разностью интенсивностей отраженного света в красном (Red) и инфракрасном диапазоне (Nir) и их суммой. Это и есть NDVI.

Что NDVI может рассказать на разных этапах сезона

Надо понимать, NDVI — это индикатор состояния растения, который ничего не говорит о причинах той или иной ситуации. Это скорее подсказка о том, что происходит на поле.

В середине сезона по индексу NDVI можно понять, как развиваются растения на поле. Если значения индекса средние и высокие (0,5–0,85), то, вероятнее всего, на участке всё хорошо. Если индекс низкий — похоже, на участке растениям чего-то не хватает, например, влаги или питательных элементов. Такую зону лучше проверить самостоятельно [5].

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### 2.1. Изменения продуктивности поля связи с историей природопользования

Изучаемое нами поле находится в деревне Ястребино, занимает площадь 6,4 гектара. В 2013 году на этом поле рос картофель, в 2014 году произрастал ячмень, в 2015 году ячмень был посеян как покровная культура с многолетними травами. Травосмесь состояла из клевера лугового, люцерны и тимофеевки. И уже в 2016 году был первый урожай, первый урожай трав обычно мал, а вот на второй третий года травы стали радовать еще больше. В настоящий момент урожайность снизилась.

За последние года у нас получается с этого поля 4 прицепа сена по 70 кип весом 20-25 кг, итого мы получаем с этого поля около 6440 кг сена. Раньше, когда клевер был в расцвете сил, прицепов получалось около 6 и уже 9660 кг сена.

Изменился видовой состав растений поля. Выпал клевер луговой. Появились несеянные дикорастущие травы: клевер гибридный, клевер ползучий, горошки мышиный и заборный, чина луговая, сныть обыкновенная, тысячелистник, одуванчик и травы с соседнего поля: вика посевная, ежа сборная.

### 2.2. Анализ изменений, происходящих с растениями на поле, полученные с помощью веб-приложения OneSoil

2.2.1. NDVI — числовой показатель качества и количества растительности

NDVI (Нормализованный вегетационный индекс) — это числовой показатель качества и количества растительности на участке поля. Он рассчитывается по спутниковым снимкам и зависит от того, как растения отражают и поглощают световые волны разной длины.

В середине сезона по индексу NDVI можно понять, как развиваются растения на поле. Если значения индекса средние и высокие (0,5–0,85), то, вероятнее всего, на участке всё хорошо. Если индекс низкий — похоже, на участке растениям чего-то не хватает, например, влаги или питательных элементов [5]. Мы имеем возможность сравнить индекс NDVI нашего поля за последние 6 лет (Рисунок 3). Сравним индекс NDVI в середине сезона, в конце июня, перед скашиванием травы.

Визуально можно наблюдать (по интенсивности зелёного цвета), что индекс вегетации снижается, особенно с южной стороны поля. Из общей закономерности выбиваются данные 2019 года, возможно, сказались погодные условия.

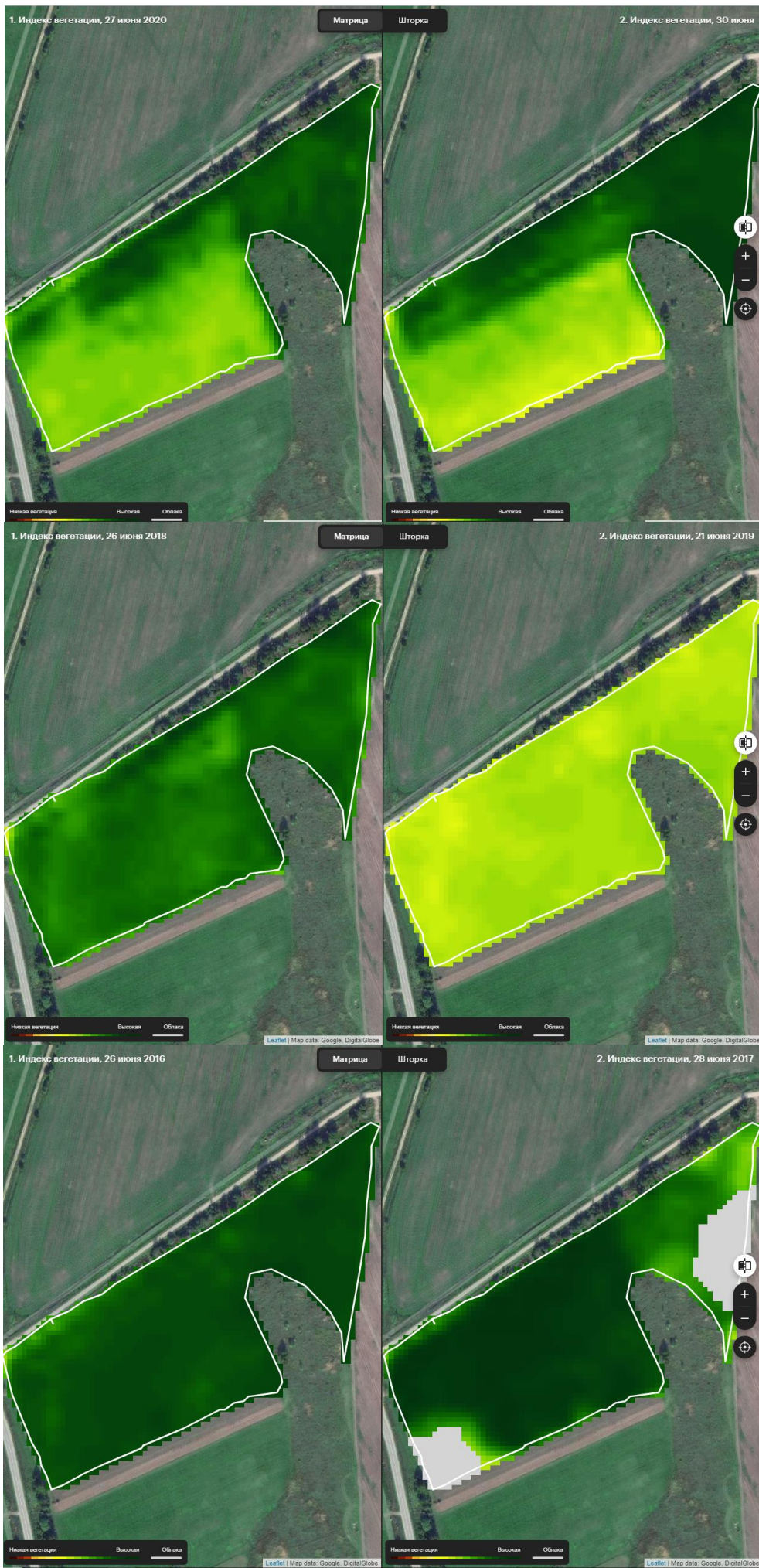


Рисунок 3. индекс NDVI поля за последние 6 лет

## 2.2.2. Сумма эффективных температур

Веб-приложение OneSoil позволяет выявлять зависимость индекса вегетации, от погодных условий. А именно с учётом суммы эффективных температур и количеством накопленных осадков, которое позволяет оценить запас влаги в почве (Рисунок 4,5).

Сумма эффективных температур — это количество тепла, которое накопило растение за определённый период. Этот показатель нужно знать для того, чтобы понимать, когда растение войдёт в следующую стадию своего развития (фенофазу). Суммы эффективных температур позволяют предсказывать феностадии. Эта информация важна для планирования полевых работ: внесения удобрений и обработки поля пестицидами, а также сбор урожая [5].

График накопленных осадков позволяет оценить запас влаги в почве. Использовать эту информацию можно для прогнозирования урожайности и более точного расчёта норм удобрений. Самая высокая продуктивность многолетних бобовых трав достигается в фазу конца бутонизации – начала цветения, злаковых – в фазу колошения. Для получения высокобелкового корма и высокого сбора сырого протеина скашивание трав следует проводить в более ранние сроки: бобовых – в начале бутонизации, злаковых – в фазу выхода в трубку при высоте растений 40-50 см. Суммы эффективных температур тимофеевки до уборки на сено 750-850° С [1].

Наблюдая за графиком суммы эффективных температур, можно выявить наиболее подходящие для получения высокобелкового корма сроки скашивания травы.

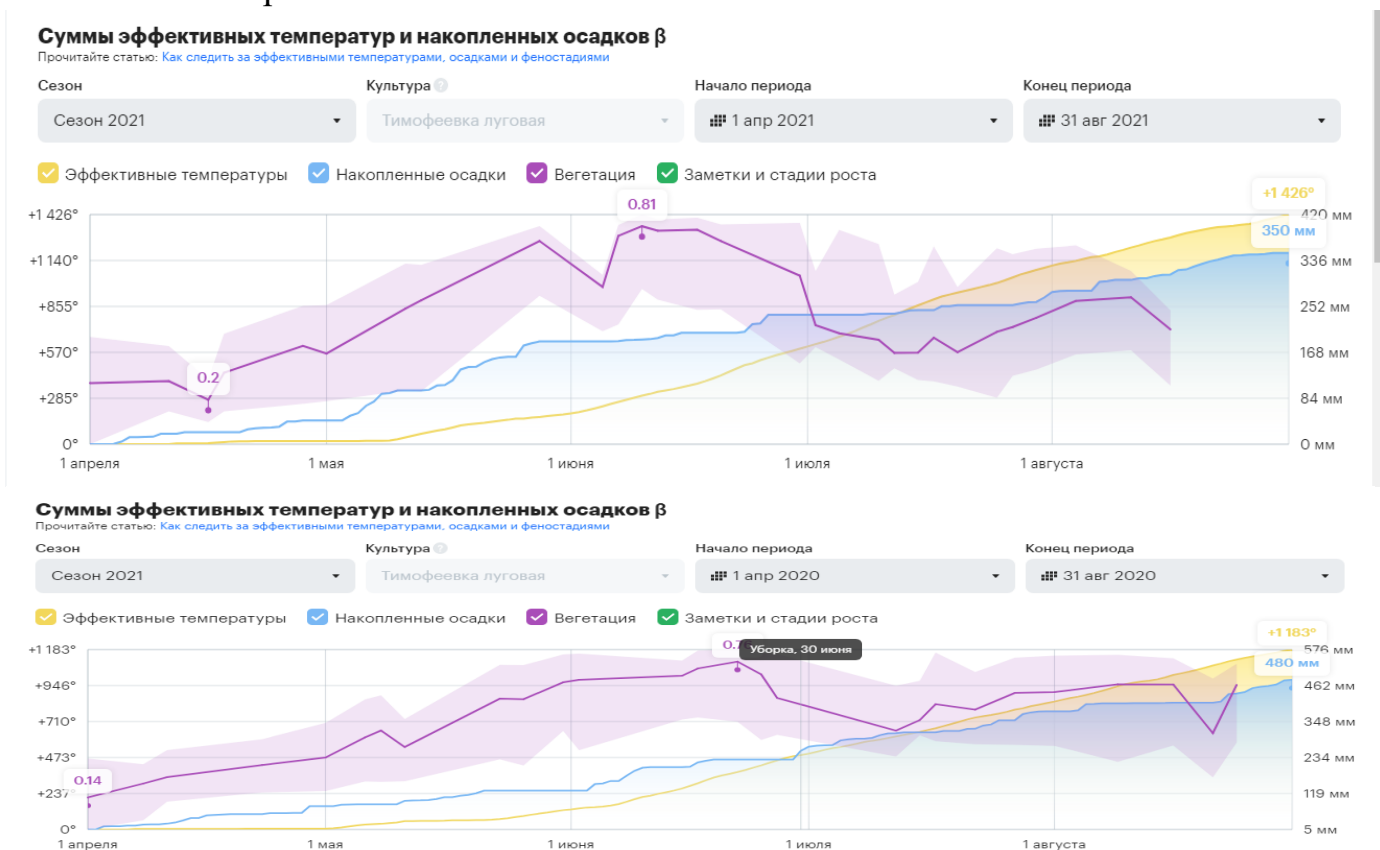
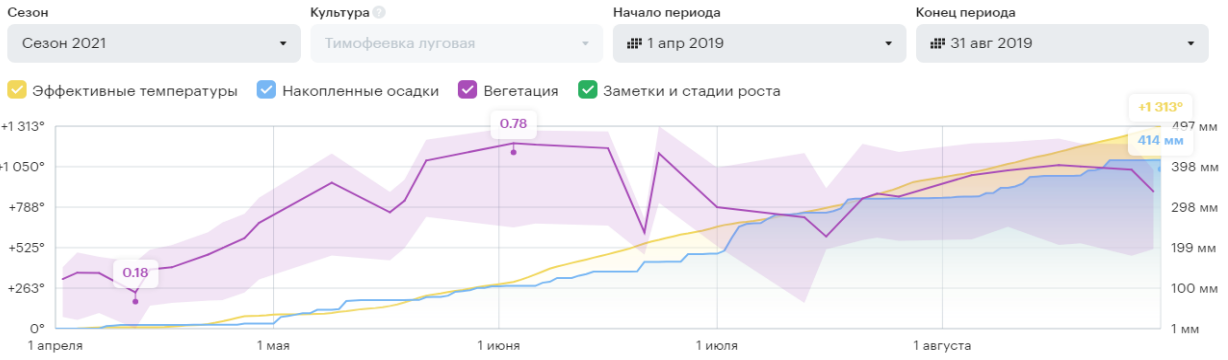


Рисунок 4 Суммы эффективных температур и накопленных осадков 2021 и 2020 годы

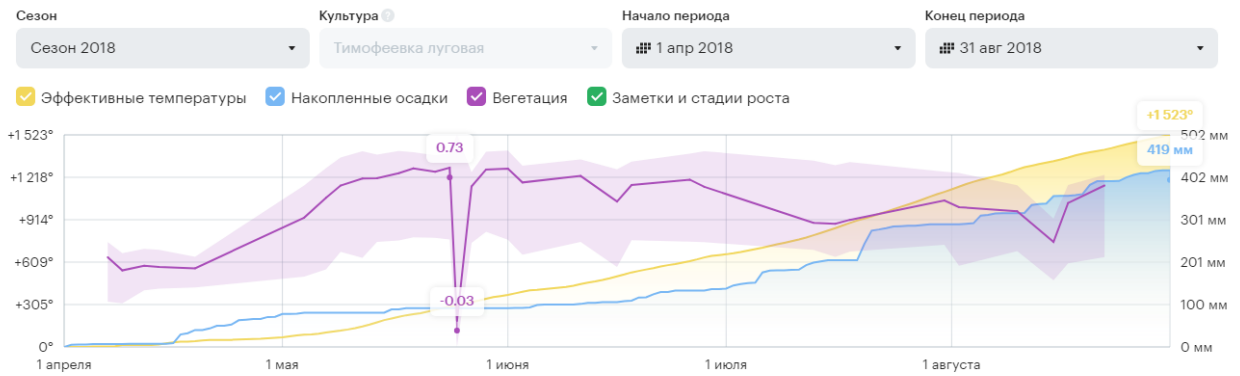
### Суммы эффективных температур и накопленных осадков β

Прочитайте статью: [Как следить за эффективными температурами, осадками и феностадиями](#)



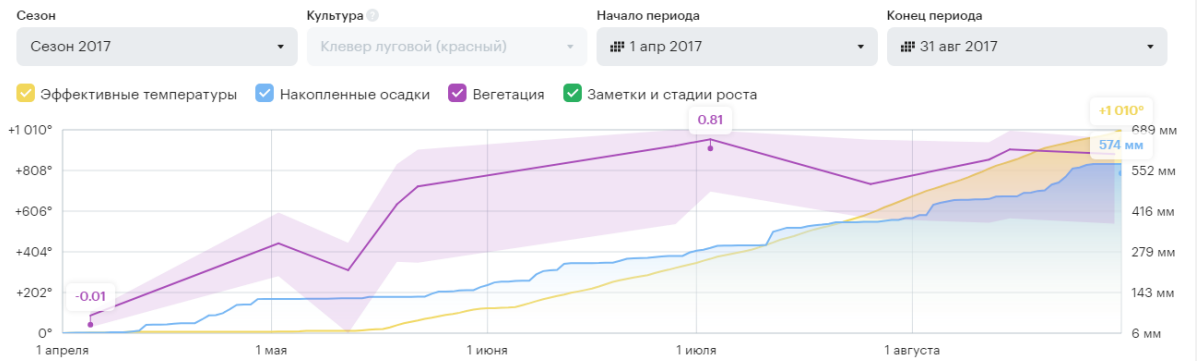
### Суммы эффективных температур и накопленных осадков β

Прочитайте статью: [Как следить за эффективными температурами, осадками и феностадиями](#)



### Суммы эффективных температур и накопленных осадков β

Прочитайте статью: [Как следить за эффективными температурами, осадками и феностадиями](#)



### Суммы эффективных температур и накопленных осадков β

Прочитайте статью: [Как следить за эффективными температурами, осадками и феностадиями](#)

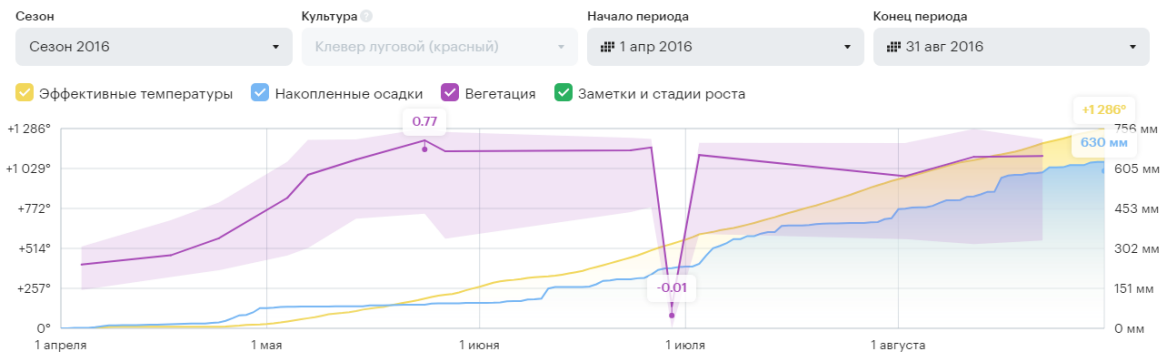


Рисунок 5 Суммы эффективных температур и накопленных осадков за 2019-2016 года

### 2.2.3. Зоны вегетации

OneSoil предлагает вносить азот по зонам вегетации. Они строятся по свежим спутниковым снимкам и лучше всего отражают текущее состояние растений на поле. По спутниковому снимку приложение построило для нашего поля три зоны: с высоким, средним и низким вегетационными индексами (Рисунок 6).

Затем для каждой зоны задаём норму азота, указываем процент действующего вещества. Через несколько секунд веб-приложение автоматически рассчитывает массу необходимого удобрения.

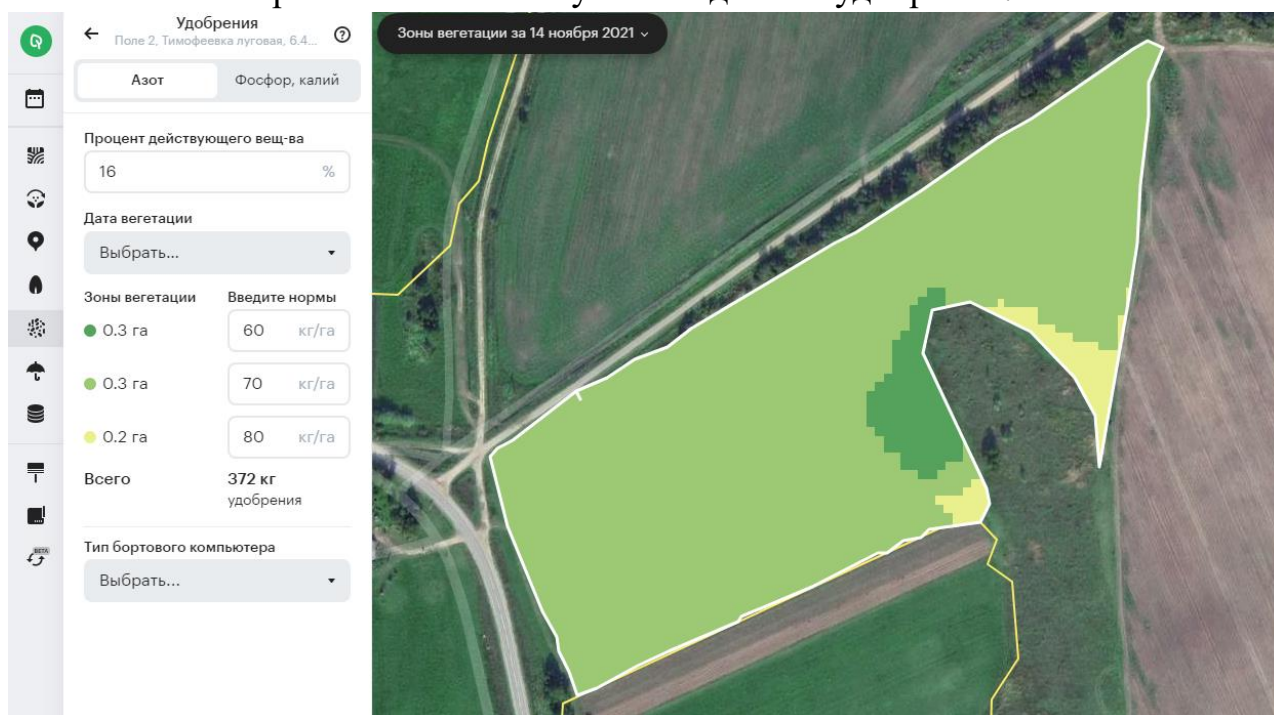


Рисунок 6. спутниковый снимок поля с тремя зонами: с высоким, средним и низким вегетационными индексами

Таким образом, программа рассчитывает необходимое количество азота с учётом его запасов в почве.

Оптимальную норму внесения удобрений (действующего вещества) для многолетних трав и сам вид удобрений – азофоску (16:16:16) взяли из Методических рекомендаций по возделыванию многолетних трав на корм [3]. В повышенной зоне вегетации норму удобрений понизили, в пониженной повысили. В итоге получилось, что требуется 372 кг азофоски.

### 3. ПЛАН ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОЛЯ

Существуют следующие меры повышения продуктивности поля многолетних трав:

- Внесение удобрений
- Подсев многолетних трав
- Выбор наиболее оптимального срока скашивания.

При осуществлении этих мероприятий важно учитывать экономическую составляющую, рентабельность.

#### 3.1. Внесение удобрений

Произведём некоторые расчеты:

Требуется 372 кг удобрений, согласно данным веб-приложения OneSoil.

Оптовая цена 30 азофоски рублей за кг. Итого стоимость удобрений – 11 160 рублей.

Планируем восстановить прошлую урожайность 9660 кг сена против 6440 кг этого года.

Прибавка 3220 кг сена. Если это количество сена продать по 200 рублей за кипу, получится 28 000 рублей.

По грубым подсчётам, без учёта стоимости топлива и амортизации техники, внесение удобрения окупается.

#### 3.2. Подсев многолетних трав

Цель подсева — обогатить травостой ценными кормовыми травами и увеличить его густоту, что будет способствовать повышению продуктивности кормового угодья. Этот метод достаточно затратен.

В системе сенокосооборота применяют и самообсеменение травостоя. При проведении этого мероприятия решаются те же задачи, что и при подсеве трав.

Мы делаем это так:

Во время сенокоса, нужно дожидаться того времени, когда зацветают травы, тогда можно начинать косить. При хорошо высушенном сене, не пересушенном, а именно высушенном идут ворошилки и отрывают сено от земли



Рисунок 7. Работает ворошилка

и собирают в валки, тем самым травы осыпаются и дают семена земле (Рисунок 7). После ворошилки идет пресс, который еще больше выжимает из сена семян, тем самым поля получают столько семян, сколько им требуется. Еще один немаловажный момент это при покосе: не следует косить начисто, стоит оставить полоски нескошенной травы, кусочки около камней, на разворотах и т. д. Тем самым, даём травам дозреть, а ветру разнести семена по полю. Этим способом мы пользуемся, и по сей день, что позволяет получать урожай сена и не перепахивать поле достаточно длительное время.

### **3.3. Выбор наиболее оптимального срока скашивания**

Самая высокая продуктивность многолетних бобовых трав достигается в фазу конца бутонизации – начала цветения, злаковых – в фазу колошения. Для получения высокобелкового корма и высокого сбора сырого протеина скашивание трав следует проводить в более ранние сроки: бобовых – вначале бутонизации, злаковых – в фазу выхода в трубку при высоте растений 40-50 см. Более точное определение фенофазы растений можно определять не только визуально, но и использовать веб-приложения OneSoil.

Наблюдая за графиком суммы эффективных температур, можно выявить наиболее подходящие для получения высокобелкового корма сроки скашивания травы.

## **ВЫВОД**

1. Для повышения продуктивности поля следует соблюдать методические рекомендации по возделыванию многолетних трав
2. Продуктивность поля многолетних трав снижается
3. Осуществить следующие меры по повышению продуктивности поля многолетних трав:
  - Внесение удобрений
  - Подсев многолетних трав
  - Выбор наиболее оптимального срока скашивания.
4. Для осмотра поля, внесения удобрений и уборки урожая использовать веб-приложения OneSoil.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.Использование пласта многолетних трав как дополнительного элемента повышения плодородия почвы: Методические рекомендации для сельскохозяйственных товаропроизводителей

2.Каджюлис Л. Ю. Основы выращивания и использования многолетних трав на корм диссертация на литовском языке 06.538 Растениеводство Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук

3.Методические рекомендации по возделыванию многолетних трав на корм в полевых и кормовых севооборотах краткосрочного использования: ЗНИИСХ Северо-Востока им. Н.В.Рудницкого: доктор с.-х. Наук В.А. Фигурин, кандидат с.-х. Наук М.И. Тумасова, кандидат с.-х. Наук А.П. Кислицына, кандидат с.-х. Наук М.Н. Грипась, доктор с.-х. Наук Т.К. Шешегова, научный сотрудник Н.П. Сунцова;- ФГУ государственный центр агрохимической службы «Кировский»: В.Н. Молодкин, Т.А. Охотникова. Киров - 2009

4.Свод правил по созданию травостоя члены редакционной коллегии: Представители Финляндии: Харри Хухта, Исследовательский центр сельского хозяйства и продовольствия МТТ, Отдел исследований в растениеводстве, Миккели Представители России: Козлов В.И, ГНУ Карельская государственная сельскохозяйственная опытная станция РАСХН Члены авторского коллектива

5.Веб-приложение onesoil [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://app.onesoil.ai/@>

6.Многолетние травы — гарант производства высококачественных кормов [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/mnogoletnie-travy-garant-proizvodstva-vysokokachestvennykh-kormov.html>

7.Подсев трав на сенокосах и пастбищах [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://www.activestudy.info/podsev-trav-na-senokosax-i-pastbishhax/>

8.Программа Google Планета Земля [Электронный ресурс] // Режим доступа <https://earth-google.ru/planeta-zemlya-so-sputnika.php>

Спасибо за внимание!

