

# Образовательная игра с открытыми данными NASA для устойчивого сельского хозяйства

**Цель проекта:** Создать увлекательную **образовательную игру**, которая наглядно демонстрирует современные методы сельского хозяйства, используя открытые наборы данных NASA. Игра должна вовлекать игроков в принятие решений по управлению фермой – от удобрения почвы и орошения полей до ведения хозяйства с домашним скотом – основываясь на **реальных данных окружающей среды**. Такой подход призван показать важность устойчивых методов земледелия и научить игрока применять научные данные на практике для улучшения долгосрочной продуктивности хозяйства.

В разработке игры важно опереться на **спутниковые данные NASA** и климатические отчёты, делая их понятными и полезными для пользователей без научного бэкграунда. NASA уже десятилетиями применяет спутники и модели для поддержки сельского хозяйства – от мониторинга засух и наводнений до оценки здоровья растений и почв <sup>1</sup>. Совместно с другими организациями NASA помогает решать практические задачи: например, **управление орошением**, идентификация типов сельхозкультур по снимкам, контроль качества воды, подготовка к засухам и раннее предупреждение голода <sup>1</sup>. Эти богатые возможности открытых данных станут фундаментом геймплея, связывая космические технологии с повседневными решениями на земле.

*Спутниковый снимок сельскохозяйственного региона Палуз (штат Вашингтон, США), сделанный с помощью прибора ASTER на спутнике NASA Terra. Подобные изображения позволяют различать поля и оценивать состояние посевов по цвету и структуре местности. В игре такие реальные данные могут выступать в роли интерактивных карт, где игроки наблюдают за своими виртуальными полями через «глаза» спутника, принимая решения на основе визуализированных показателей состояния растений и почвы.*

## Пользовательский интерфейс и вовлечённость игрока

**Простота и ясность интерфейса:** Игра ориентирована на широкую аудиторию, включая детей и людей без научного образования, поэтому интерфейс должен быть **интуитивно понятным**. Элементы управления (например, выбор участка поля, применение удобрения или запуск орошения) должны быть легко доступны. Визуальная индикация данных (графики осадков, карты влажности почвы и т.д.) будет представлена в простых графиках и пиктограммах. Подсказки и пояснения встроены во все сложные элементы – например, при наведении на показатель влажности будет выводиться подсказка о том, что означает данный уровень и как он получен из спутниковых данных.

**Сюжет и мотивация:** Чтобы удерживать интерес, игра может включать **нарратив или цепочку миссий**. Например, игрок выступает в роли фермера, которому поручено восстановить заброшенную ферму, используя данные NASA для принятия лучших решений. По мере прохождения сценария открываются новые задачи: от предотвращения гибели урожая во время

засухи до увеличения урожайности с минимальным ущербом для экологии. Наличие **конкретных целей и вызовов** (например, вырастить определённый объём урожая, пережить экстремальные погодные условия, восстановить истощённую почву) придаёт игре смысл и увлекательность. Регулярные **обратные связи** — такие как отчёты о состоянии фермы в конце игрового сезона — помогут игроку видеть последствия своих решений.

**Вовлечение через игровые механики:** Помимо сюжета, интерес поддерживают состязательность и разнообразие действий. Можно ввести *элементы соревновательности* — например, рейтинг самых устойчивых ферм или возможность поделиться успехами в сообществах. Также игра может предусмотреть **режим песочницы**, где игрок свободно экспериментирует с различными стратегиями ведения хозяйства, либо **режим испытаний**, предлагающий решать реальные кейсы (позже можно добавить сценарии на основе исторических климатических событий, позволяя «переиграть» знаменитые засухи или наводнения, уже зная данные NASA по ним).

**Мультимедийные элементы:** Для повышения наглядности в игру могут быть интегрированы **интерактивные карты** и даже элементы дополненной реальности (AR). Например, интерактивная карта позволит рассматривать свою виртуальную ферму поверх слоя спутниковых данных – игрок, масштабируя карту, видит реальные данные осадков или температуры по регионам и сравнивает со своей фермой. **Дополненная реальность** может позволить проецировать 3D-модель своей фермы на стол через камеру смартфона: при наведении камеры можно увидеть, как меняется состояние полей в зависимости от данных (например, засуха «подсушивает» AR-модель поля). Такие технологичные фишки не только выделяют игру, но и сделают процесс обучения более захватывающим и запоминающимся.

## Симуляция фермерских решений на основе данных

**Удобрение почвы:** В реальном сельском хозяйстве анализ данных о состоянии растений помогает оптимизировать внесение удобрений. В игре это может быть реализовано через показатели **индексов растительности** (например, NDVI, получаемого со спутников Terra/Aqua MODIS или Landsat). Когда индекс показывает нехватку азота в каких-то зонах поля (это будет визуализировано, например, более светлым цветом растительного покрова), игрок получает сигнал внести удобрение именно туда. Такой подход отражает реальные технологии: NASA и партнеры используют спектральные признаки растений на спутниковых снимках, чтобы выявлять дефицит азота и своевременно корректировать подкормку <sup>2</sup>. В игре игрок увидит, как **точечное удобрение** проблемных участков (вместо сплошного удобрения всего поля) улучшает рост растений, экономит ресурсы и снижает загрязнение почвы и воды.

**Орошение полей:** Управление водой – ключевой аспект. Игра будет предоставлять данные **влажности почвы** и **количества осадков** с реальных спутников NASA. Например, данные со спутника *SMAP* о поверхностной влажности почвы (хотя он измеряет влажность лишь верхних нескольких сантиметров, об этом игроку тоже будет сказано) или карты осадков глобальной миссии *GPM* (Global Precipitation Measurement) для оценки недавних дождей. Когда показатели указывают на сушь (низкая влажность, отсутствие дождей), игроку предлагается решить – использовать ли запасы воды для полива. При этом игра будет **подсказывать о масштабах данных**: например, если используется спутник с разрешением 9 км на пиксель, появится подсказка вроде «Учтите, что эти данные дают усреднённую влажность на участке 9×9 км – мелкие особенности поля не видны». Это оградит от неверной интерпретации данных. Если игрок правильно использует данные (например, поливает только когда индексы действительно низкие, или заранее поливает в ожидании засухи, видя прогноз), урожай будет стабильным.

Нерациональное орошение (слишком раннее или избыточное) отразится на игре в виде потраченных ресурсов и, возможно, заболачивания или эрозии.

**Управление скотом:** Игра также коснётся ведения животноводства. Здесь данные NASA применяются опосредованно – в первую очередь через **состояние пастбищ и климат**. Например, спутниковые наблюдения (оптические снимки и радиолокационные данные) помогут оценить биомассу травы на пастбищах <sup>3</sup>. В игре это может выглядеть так: у игрока есть пастбищные угодья с индикатором доступного корма (кг травы на гектар), полученным на основе реальных данных. Если в каком-то участке травы мало, игра предупредит, что стоит **перевести стадо на другой участок или подсеять траву**, иначе возможен перерасход пастбища. Подобно реальным исследованиям, где комбинируют спутниковые данные с наземными измерениями для прогнозирования роста травы <sup>4</sup>, игра может моделировать **динамику выращивания травы в разных погодных условиях**. Например, при предстоящей засухе (о чём сигнализируют данные NASA) трава отрастать не будет – и игроку надо заблаговременно сократить поголовье или заготовить корма. Такие сценарии основаны на реальных подходах: уже сегодня фермеры используют спутники, чтобы заранее планировать выпас и подготовиться к экстремальной жаре или осадкам <sup>5</sup>. Реалистичная симуляция позволит игрокам понять, как климатические изменения влияют на скот и пастбища, и какие решения помогают хозяйству адаптироваться.

**Другие аспекты управления фермой:** Чтобы сделать симуляцию всесторонней, можно включить и **планирование посевов, борьбу с вредителями** и другие задачи. Данные NASA могут подсказать, когда сеять и собирать урожай (например, анализируя длительность сезона, прогноз температуры), а также помочь в раннем обнаружении рисков – скажем, по аномалиям влажности и температуры можно предположить вспышку вредителей или болезней растений. Игра может генерировать предупреждения: *«На основе спутниковых наблюдений, условия благоприятны для размножения саранчи»* – предлагая игроку превентивные меры. Хотя такие детали выходят за рамки базового набора (осадки, температура, влажность), они **расширяют кругозор игрока** и показывают, как данные дистанционного зондирования связаны с целой экосистемой фермы.

## Визуализация данных и точность симуляции

**Графическое представление данных:** Сложные научные данные будут переведены на язык понятной визуализации. Игра, например, покажет **тепловую карту** уровня влажности почвы по полю, график изменения осадков по сезонам, индексы здоровья растений в виде цветовой шкалы на карте. Важная часть дизайна – **интерактивность визуализаций**. Игрок сможет нажать на показатель (например, уровень грунтовых вод) и увидеть объяснение: откуда берутся данные (например, спутник GRACE, измеряющий изменения гравитации, связанные с водой), какой у них масштаб, и как их применять. Таким образом, карты и графики не перегружают информацией, а обучают: игрок учится читать реальные карты погоды и снимки, постепенно связывая их с действиями. Такая подача данных перекликается с практикой NASA делать данные доступными для конечных пользователей через понятные инструменты <sup>6</sup>. NASA открыто предоставляет огромный объем наблюдений Земли бесплатно <sup>6</sup>, а наша задача – **выбрать наиболее важные показатели** и преподнести их наглядно.

**Точность и соответствие реальности:** Чтобы образовательная ценность была высокой, симуляция должна отражать **реальные ограничения данных**. Мы специально заложим в механику понимание, что **данные не идеальны**. Например, температура, получаемая по спутнику, — это часто температура поверхности земли, которая может отличаться от температуры воздуха, более значимой для растений. Игра объяснит это разницей значений,

чтобы игрок не удивлялся, почему «спутниковая температура» и прогноз погоды могут немного расходиться. Аналогично, для влажности почвы: одни данные показывают лишь верхний слой, а глубокая почвенная влажность может быть иной. В обучающем разделе будет сказано: *«Спутник SMAP измеряет влажность верхних ~5 см почвы, что важно для всходов, но не отражает глубинную влагу – глубокий корневой слой может сохранять воду дольше»*. Таким образом, игрок поймёт, **какие выводы можно делать из конкретного набора данных**, а где нужны дополнительные сведения.

**Разрешение и масштаб:** Ещё один аспект – **пространственное разрешение данных**. Разные спутники дают разную детальность: от 30 метров на пиксель (Landsat) до сотен метров и километров (MODIS, SMAP и др.). В игре это обыграно через масштаб карты: при сильном приближении к полю может оказаться, что данные показаны усреднённо по крупным ячейкам. Если игрок управляет небольшой фермой, он заметит, что некоторые данные **слишком грубые** для тонких деталей – и игра может предложить улучшение: например, открыть данные более высокого разрешения или подключить локальный датчик. Эта механика покажет **важность выбора подходящего источника данных**. В реальности NASA предоставляет гид пользователям по выбору наборов данных для сельского хозяйства, включая информацию о разрешении и масштабе применимости <sup>7</sup>. Мы интегрируем этот принцип: игрок сначала работает с базовыми глобальными данными, а затем, сталкиваясь с их ограничениями, открывает более детальные источники (например, платформа NASA Earthdata предоставляет такие данные). Это не позволит застрять на поверхностном уровне (когда смотрят только на дождь и температуру) – игрок научится комбинировать данные разного типа и масштаба для полного понимания ситуации.

## Обучение через игру

**Встроенные пояснения и учебные модули:** Ключевая образовательная ценность игры будет достигнута за счёт *незаметного обучения* в процессе. При первом столкновении с новым параметром (будь то индекс NDVI или уровень запасов влаги) игра выдаст **краткое объяснение** этого термина, почему он важен для сельского хозяйства и как его получают из данных. Например, вводя понятие *«NDVI – нормализованный относительный индекс растительности»*, игра простыми словами расскажет, что он показывает густоту и здоровье зелёной массы, и что **значения NDVI связаны с урожайностью**. Подобные встроенные определения предотвратят ситуацию, когда игрок оперирует данными механически. Также могут быть **мини-игры или квиз-задания**: чтобы продвинуться дальше, игрок должен, скажем, сопоставить график осадков с фазами роста растения или угадать, какой из двух снимков представляет здоровое поле. Эти задания закрепят понимание.

**Связь с реальностью:** Каждая ситуация в игре будет сопровождаться **реальной справкой**. Если игра моделирует засуху, игроку можно показать справочную вкладку: *«Засуха 2010 года в России: по данным NASA, аномально высокая температура и низкая влажность почвы (на 20% ниже нормы) привели к гибели посевов на миллионах гектаров»* <sup>1</sup>. Именно такие данные вы сейчас видите на своей ферме.» Это превратит игровой опыт в **урок из истории**. Также, если игрок успешно справился с проблемой (например, сохранил урожай благодаря точному орошению), можно упомянуть: *«Похожий подход точечного орошения с опорой на спутниковые наблюдения применяется в реальных фермерских хозяйствах для экономии воды и повышения устойчивости к засухам.»* Таким образом, знания напрямую транслируются на реальные примеры.

**Фокус на устойчивых практиках:** Игра будет поощрять **консервационные методы**. Например, при чрезмерной вспашке или использовании удобрений игра может предупредить об эрозии и снизить показатели здоровья почвы, демонстрируя **негативные эффекты неправильных**

**решений.** Напротив, использование покрывных культур, севооборота, органических удобрений даст бонусы к плодородию почвы в долгосрочной перспективе. В сочетании с данными (например, спутниковые данные о содержании влаги и органики в почве) это покажет, **почему устойчивые методы работают лучше.** Можно внедрить *систему достижений*: награды за снижение углеродного следа фермы, за восстановление плодородия истощённого участка, за поддержку биоразнообразия. Каждое такое достижение сопровождается справкой о том, как это связано с реальным миром (например, сокращение вспашки = сохранение почвенного углерода, что видно даже из космоса по спектральным характеристикам почвы).

## Сценарии и адаптация к разным условиям

**Разнообразие игровых сценариев:** Чтобы охватить **разные контексты сельского хозяйства**, игра предложит несколько локаций или режимов. Например: - *Мелкое фермерство в тропиках*: небольшой участок в тропической Африке, акцент на эффективном использовании ограниченной воды, на агролесоводстве. Данные NASA помогут отслеживать сезонные дожди и содержание влаги в почве, чтобы выжать максимум из короткого сезона дождей. - *Крупное хозяйство в умеренной зоне*: ферма в прериях США или степях России, где поля большие. Здесь игрок столкнётся с вызовом масштабов – данные могут быть грубыми (спутники с 250–500 м разрешения), придётся работать с усреднёнными показателями по большому полю. Будет важно планирование техники, логистика (например, успеть обработать всё поле между дождями – для этого данные осадков и прогноза будут ключевыми). - *Рисовое поле в азиатском муссонном климате*: управление ирригацией в условиях избытка воды. Игрок будет учиться предотвращать потопления или, наоборот, сохранять воду в засуху, ориентируясь на спутниковые данные о влажности почвы и уровне воды (возможно, с использованием данных высотомеров NASA для контроля уровня воды в каналах). - *Животноводческая ранчо*: большой пастбищный регион, где нужно сбалансировать поголовье скота и регенерацию пастбищ. Здесь на первый план выйдут данные о продуктивности растительного покрова (индексы растительности) и климатических циклах (например, индекс засушливости). Игрок поймёт, как климатические колебания (Эль-Ниньо/Ла-Нинья, например) влияют на годовой цикл кормовой базы.

Каждый сценарий адаптирован под **разные масштабы и данные.** Это учит, что нет универсального решения: методы, подходящие для большого комбайнового хозяйства, могут не работать для мелкого фермера, и наоборот. Также через это показываем, что **разрешение данных должно соответствовать масштабу фермы**: для мелкого поля будут задействованы доступные высокочастотные данные (например, с Landsat, 30 м, или даже данные дронов, если предположить их наличие), а для крупного пастбища – данные с широким покрытием (MODIS, 250–500 м, или глобальные модели). Игроки смогут попробовать и сравнить, приобретая более глубокое понимание того, **как подбирать данные под задачу.**

**Актуальность и обновления:** Игра может получать **обновляемые данные.** При подключении к интернету она способна подгружать свежие спутниковые снимки или климатические сводки (например, данные последних недель по осадкам). Это позволит устраивать *ивенты* в игре, привязанные к реальным событиям: например, в мире начался феномен Эль-Ниньо – в игре стартует специальное событие, где на ферму игрока влияют аномальные погодные условия, аналогичные реальным. Так игроки почувствуют связь игры с реальным миром. Кроме того, обновления могут добавлять новые NASA данные по мере их появления – скажем, вышел новый спутник с более точными измерениями, и в игре появляется новый инструмент (это побудит интересоваться научными новостями). **Модульность дизайна** позволит расширять контент: сегодня это базовые культуры и показатели, завтра можно добавить сценарии про садоводство, теплицы, новые культуры, интегрировать новые открытые данные.

## Креативные особенности и инновации

**Дополненная и виртуальная реальность:** Мы уже упомянули AR для визуализации фермы на столе. Также возможно использовать **виртуальную реальность (VR)** для обучения: в отдельном режиме игрок может встать в виртуальном формате на своё поле, осмотреться вокруг. VR-режим мог бы демонстрировать, как выглядят последствия решений: например, включив VR, пользователь видит своё поле спустя месяц после неправильного решения – завявшие растения или эродированная борозда. Это эмоционально подкрепит **важность правильных действий**. Технологически VR/AR элементы не обязательны для всех, но как опция делают проект инновационным.

**Интеграция реальных карт и данных пользователя:** Интересной идеей является позволить игроку указать **свой регион** или даже загрузить небольшой реальный участок (координаты поля). Игра подтянет реальные данные NASA для этой области – климатические нормы, текущие аномалии, типичные культуры. Тогда пользователь фактически будет **играть со своими родными условиями**, что повышает вовлечённость. Например, игрок из Казахстана увидит в игре свои степные условия и научится применять данные для борьбы с характерными для его местности засухами. Конечно, это зависит от доступности данных по всему миру, но раз данные NASA глобальны и открыты, мы можем дать хотя бы приближённый сценарий по введённой локации.

**Искусственный интеллект и модели:** Ещё одно новшество – применение **AI-моделей** для более реалистичной симуляции. Например, использовать упрощённую модель роста растений, обученную на наборах данных наблюдений (NASA и наземных). Такая модель прогнозирует рост урожая в зависимости от действий игрока и данных (похожим образом, как это делают некоторые исследовательские работы по интеграции спутниковых данных и агромоделей). Также AI можно применить для **персонального помощника** внутри игры: виртуальный агроном, с которым можно консультироваться. Игрок задаёт ему вопрос голосом: *«Почему мои растения желтеют?»* – а ИИ анализирует игровые (и реальные) данные и отвечает: *«Возможно, дефицит азота. Спутниковый индекс листового азота указывает на недостаток питательных веществ на 30% ниже нормы <sup>2</sup>. Рекомендую подкормить удобрением вот в этих зонах»*. Такой интерактивный советчик ссылается на данные, поясняя их значение, что снова же обучает игрока, как если бы реальный эксперт комментировал данные NASA.

**Социальный и соревновательный элементы:** Игра может поощрять **коллаборацию**. Например, еженедельно устраивать **челленджи**: всем игрокам даётся один и тот же сценарийный вызов (например, аномальная засуха), и потом сравниваются результаты – чья ферма выжила лучше, чьи решения оказались наиболее эффективными. Это стимулирует игроков искать *лучшие практики*, а в процессе обсуждения (если есть игровой форум или чат) они делятся знаниями о данных и методах. Сообщество вокруг игры будет обмениваться и реальными идеями устойчивого земледелия, фактически превращаясь в **платформу распространения знаний**.

## Потенциальные сложности и их избегание

При проектировании столь насыщенной данными игры важно не перегрузить пользователя и сохранить баланс между **обучением** и **игровым весельем**. Ниже перечислены возможные ошибки и меры против них:

- **Избыточная сложность:** Мы избегаем превращения игры в сухой учебник. Механики вводятся постепенно, малыми порциями. Первые уровни – самые простые (например,

управляем только поливом на основании явных подсказок). Постепенно добавляются новые данные и задачи. Таким образом, игрок не столкнётся сразу с десятками графиков. Кроме того, необязательные подробности (например, углублённые объяснения уравнений) убраны в дополнительные материалы, а основной геймплей фокусируется на *действиях*, а не на цифрах.

- **Избыток данных (информационный шум):** Хотя NASA имеет сотни параметров, мы выберем **наиболее релевантные** для каждого аспекта. Если задача – растить пшеницу, ключевые данные: осадки, температура, почвенная влага, индекс здоровья. Показатели вроде озонового слоя или геомагнитной активности, хоть и доступны, здесь не нужны. Фокусируясь на главном, игра не утонет в данных. Также интерфейс будет показывать данные **по запросу**: базово – только самые важные индикаторы, а подробные графики – если игрок сам откроет вкладку «Подробнее».
- **Поверхностная симуляция:** Мы стараемся связать каждое игровое решение с широкими последствиями. Например, решение об орошении влияет не только на текущий урожай, но и на **запасы воды** в регионе (может быть показано, что резервуар истощается, и тогда в следующем сезоне проблемы). Удобрение влияет на **экологию** – чрезмерное ведёт к **эвтрофикации** водоёмов (можно визуально показать цветение водорослей на ближайшем озере, если игрок переборщил с удобрениями). Такое связывание предотвращает ситуацию, когда игра сведётся к манипуляциям только одной переменной. Вместо этого игрок видит **систему в целом**: почва-вода-растения-атмосфера связаны. Это поднимает симуляцию над примитивным уровнем и учит системному мышлению.
- **Универсальный подход для всех случаев:** В игре явно показано, что **контекст важен**. Разные сценарии дадут разный опыт, чтобы игрок не решил, что раз и навсегда нашёл идеальную стратегию. Например, в маленьком хозяйстве оправдан органический навоз и ручное рыхление, а в большом – нужны тракторы и промышленные удобрения, но с точным дозированием. Также, как упоминалось, разрешение данных: игра намеренно покажет, что для разных размеров поля нужны разные источники. Если игрок пытается применить метод «сору-paste» из одного сценария в другой, он скорее всего столкнётся с проблемой, которую придётся решать иначе. Это воспитывает **гибкость мышления** и понимание, что устойчивое сельское хозяйство – это всегда адаптация к местным условиям, при опоре на общие научные принципы.

## Выводы

Предложенная игра объединяет в себе **развлечение и образование**, превращая данные NASA из сухих чисел и карт в живой игровой мир. Она демонстрирует, как **открытые данные наблюдения Земли** можно применить на практике для повышения эффективности и устойчивости фермерских хозяйств. В процессе игры пользователи незаметно для себя осваивают навыки анализа данных: учатся читать спутниковые снимки, понимать климатические тренды, соотносить показатели с реальными действиями. Причём всё это – в формате решения увлекательных задач на благо виртуальной фермы.

Важно, что игра не просто учит «что делать», но и объясняет **почему**. С опорой на актуальную информацию (подтверждённую источниками NASA и партнёров) игроки узнают о современных проблемах и решениях в агросекторе – от изменений климата и необходимости экономии воды до новейших технологий точного земледелия. Они увидят, что *«космические»* данные на самом деле очень приземлённые и полезные: с их помощью можно прогнозировать неурожай, эффективнее вести хозяйство и беречь природные ресурсы.

В итоге, выигрыш двойной: **игрок получает знания и вдохновение**, а в реальном мире потенциально появляется больше людей, понимающих ценность научных данных и готовых

применять устойчивые практики. Такая игра может стать мостом между учёными и аграриями, между космосом и сельским полем – и, возможно, поспособствует появлению нового поколения фермеров, принимающих решения **на основе данных** и заботящихся о благополучии земли для будущих поколений <sup>8</sup> <sup>9</sup>. Ведь, как показывает опыт NASA, объединение высоких технологий и сельскохозяйственных знаний ведёт к более надёжной, продуктивной и экологичной продовольственной системе <sup>8</sup>.

#### Источники:

1. NASA Scientific Visualization Studio – *NASA and Agriculture: From Seeds to Satellites* (2022) <sup>1</sup> – (Применение данных NASA для продовольственной безопасности, управления орошением, мониторинга урожая и др.)
2. NASA Applied Sciences – *Food Security & Agriculture Program* <sup>6</sup> <sup>7</sup> – (Открытые данные NASA для усиления продовольственной безопасности; путь выбора наборов данных для сельского хозяйства с учётом разрешения)
3. NASA Acres Consortium – *Описание миссии* <sup>8</sup> – (Инициатива NASA по соединению спутниковых технологий с фермерской практикой, преодоление разрыва между «космосом и фермой»)
4. NASA Harvest Consortium – *Our Impact Areas* <sup>9</sup> <sup>2</sup> – (Использование данных наблюдения Земли для повышения устойчивости сельского хоз-ва; мониторинг азотного питания растений по спутниковым изображениям)
5. Innovative Farmers (UK) – *Satellite tech to boost climate resilience* (2023) <sup>3</sup> <sup>5</sup> – (Пример использования оптических и радиолокационных снимков для оценки пастбищной травы и планирования выпаса скота под погодные экстремумы)

---

<sup>1</sup> NASA SVS | NASA and Agriculture: From Seeds to Satellites

<https://svs.gsfc.nasa.gov/31180>

<sup>2</sup> <sup>9</sup> Home

<https://www.nasaharvest.org/>

<sup>3</sup> <sup>4</sup> <sup>5</sup> Livestock farmers trial satellite tech to boost climate resilience

<https://innovativefarmers.org/news/livestock-farmers-trial-satellite-technology-to-save-costs-and-boost-climate-resilience/>

<sup>6</sup> <sup>7</sup> Agriculture Practitioner Resources | NASA Applied Sciences

<https://appliedsciences.nasa.gov/what-we-do/food-security-agriculture/practitioner-resources>

<sup>8</sup> NASA Acres

<https://www.nasaacres.org/>