



# АгроГИС и веб-сервисы. Введение

Ермолаева Ольга Сергеевна,  
старший преподаватель кафедры  
прикладной информатики РГАУ-  
МСХА имени К.А. Тимирязева



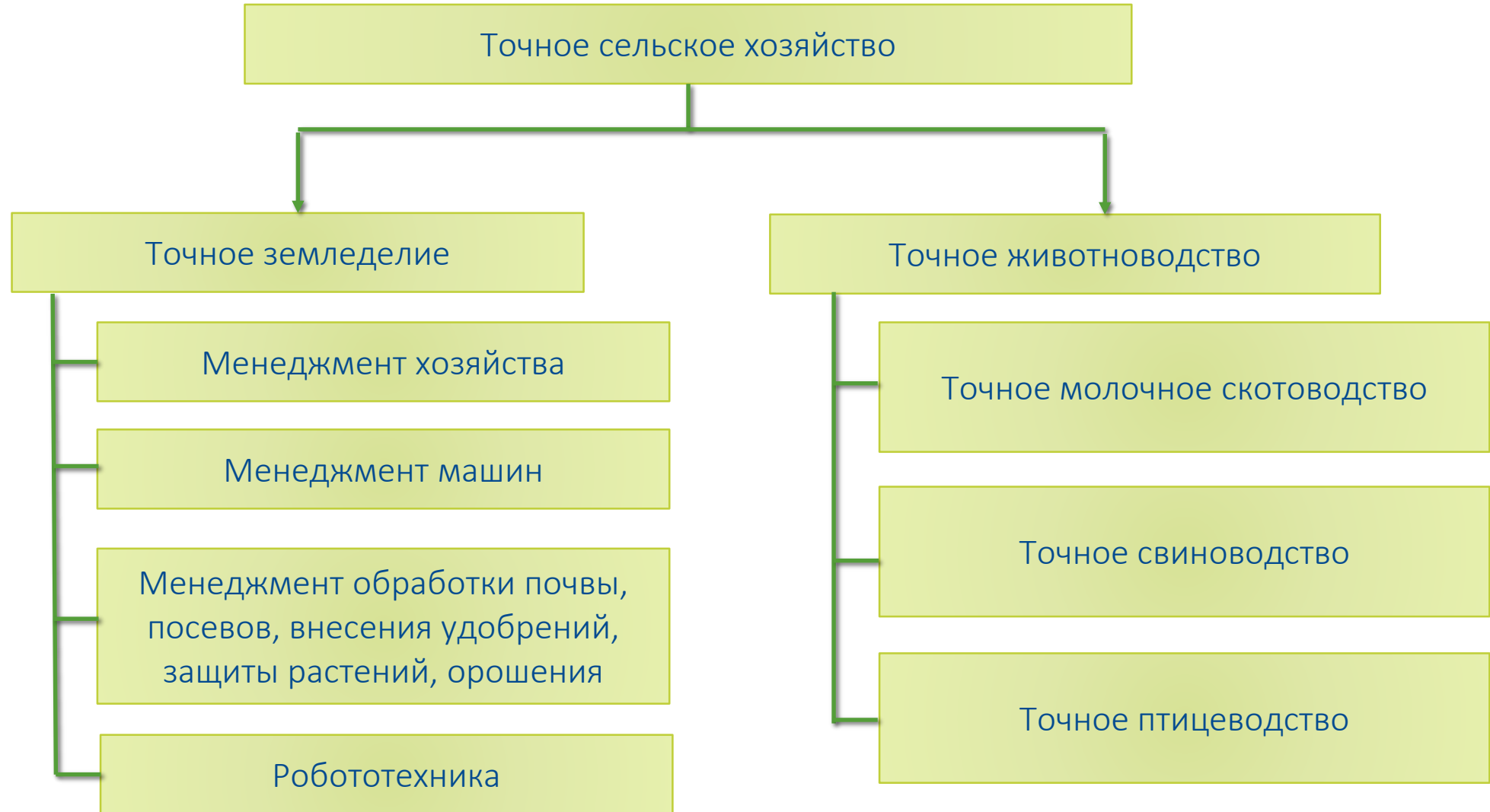


## Интеллектуальное сельское хозяйство

---

«Интеллектуальное» сельское хозяйство основано на применении автоматизированных систем принятия решений, комплексной автоматизации и роботизации производства, а также технологиях проектирования и моделирования экосистем **минимизация** использования внешних ресурсов при **максимальном** задействовании локальных факторов производства.

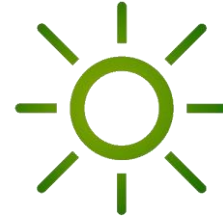
Перспективные технологии «интеллектуального» сельского хозяйства обеспечивают эффективную, экологически безопасную борьбу с вредителями, восстановление и сохранение полезных свойств почв и грунтовых вод, а также дистанционный интегрированный контроль соблюдения сертификационных требований органического сельского хозяйства.





## Точное земледелие

- Определение границ поля с использованием ГСП
- Дистанционное зондирование (аэро- или спутниковая фотосъемка)
- Системы параллельного вождения машин
- Локальный отбор проб почвы в системе координат
- Составление карт электропроводности почв
- Мониторинг урожайности с использованием ГСП
- Мониторинг качества урожая
- Составление карт и планирование урожайности
- Мониторинг фитосанитарного состояния посевов (сорняки, болезни, вредители)
- Дифференцированные технологии: внесение удобрений, извести, СЗР, регуляторов роста; обработка почвы; посев





## Точное животноводство

Идентификация и мониторинг отдельных особей с использованием современных технологий (рацион кормления, удой, привес, температура тела, активность), удовлетворение их индивидуальных потребностей в кормах в зависимости от продуктивности



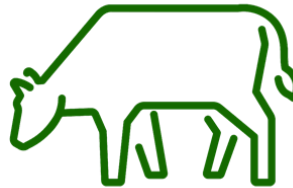
Автоматическое регулирование микроклимата и контроль за вредными газами



Мониторинг состояния здоровья стада

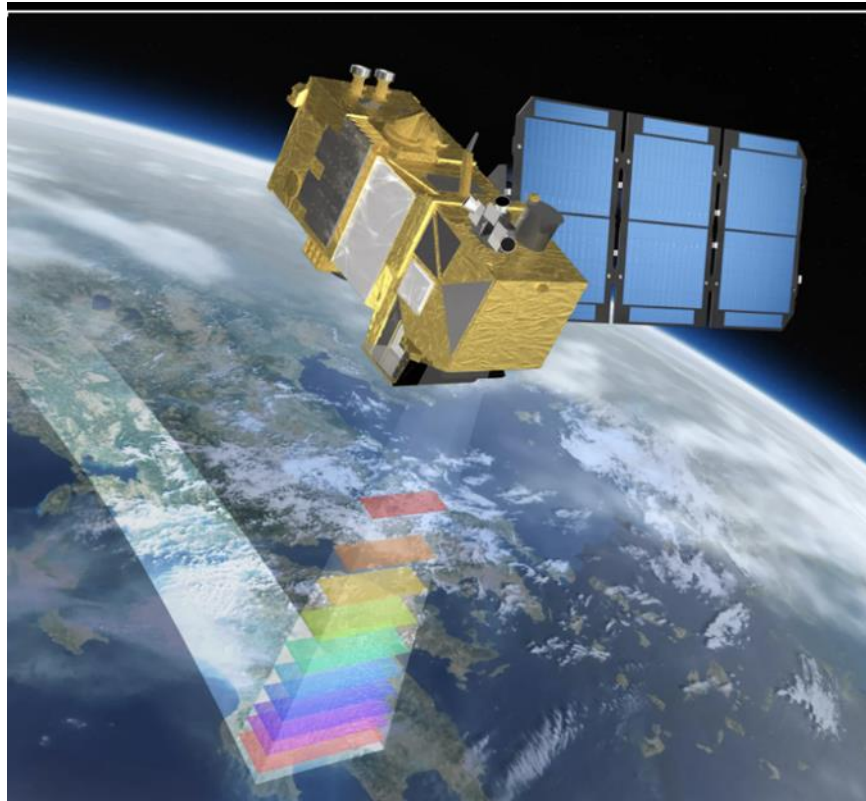
Мониторинг качества продукции животноводства

Электронная база данных производственного процесса



Роботизация процесса доения

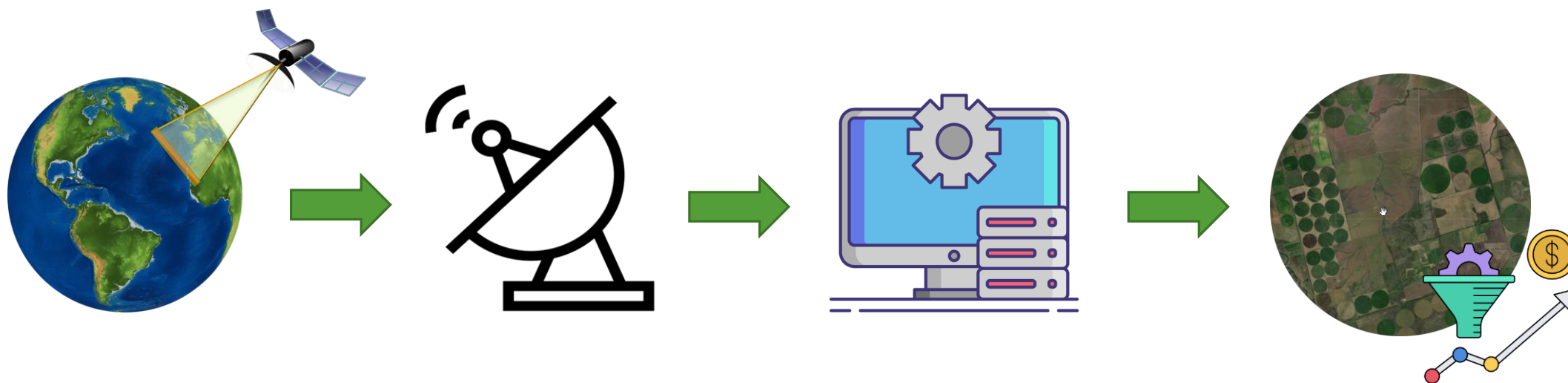
# Дистанционное зондирование земли (ДЗЗ)



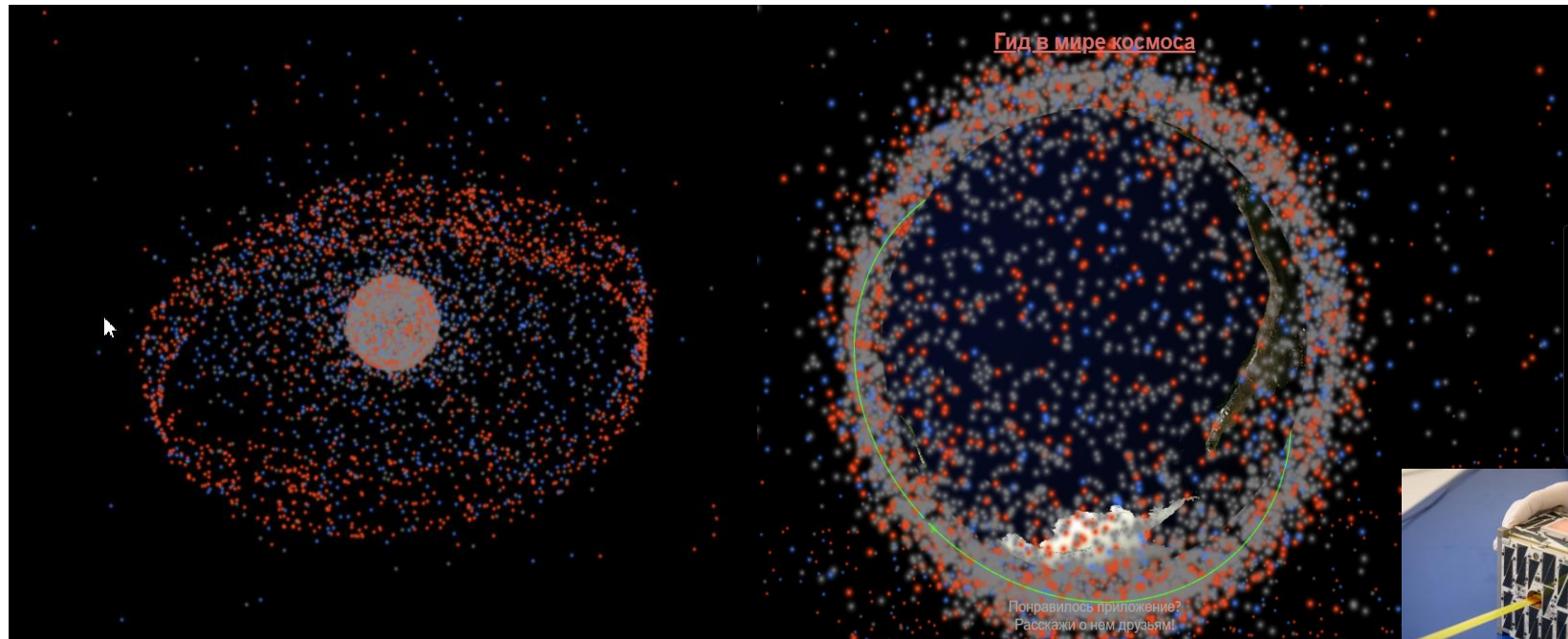
Дистанционное зондирование земли (ДЗЗ) – наблюдение поверхности Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры.




# Получение данных из космоса







# Космические платформы

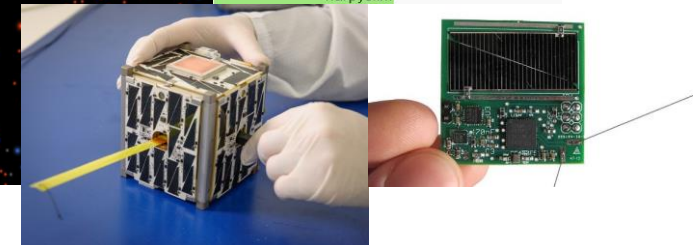


**КА «Метеор-М» № 2**



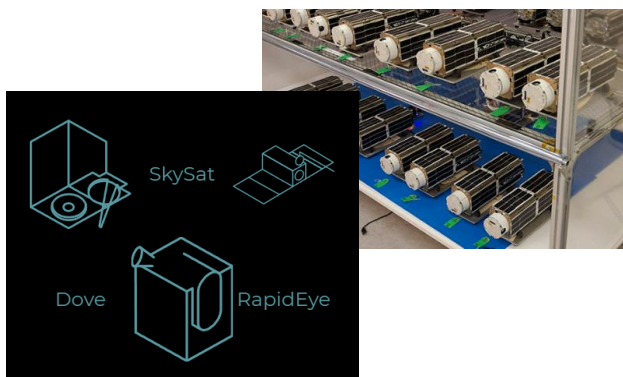
**Основные сведения:**

Дата и время запуска:	8 июля 2014 19:58 МСК
Ракета-носитель:	Союз-2.1б/Фрегат
Платформа:	«Ресурс-УКП»
Заказчики:	 Роскосмос  Минобороны  Росгидромет
Головной разработчик:	 ОАО «НПП ВНИИЭМ»
Тип спутника:	Метеорологический
<b>Технические характеристики:</b>	
Масса КА:	2778 кг
Масса полезной нагрузки:	~1200 кг



*StuffInSpace - трёхмерная карта всех космических объектов на орбите (spacegid.com)*

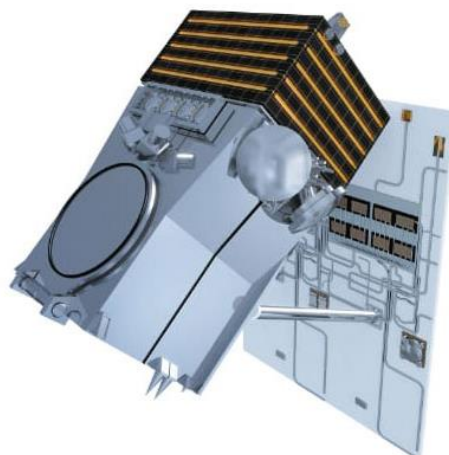
# Космические программы



Planet



Copernicus ESA



Maxar Technologies



Airbus Defence and Space



Space X



USGS (Landsat)



NASA



# Российские спутники



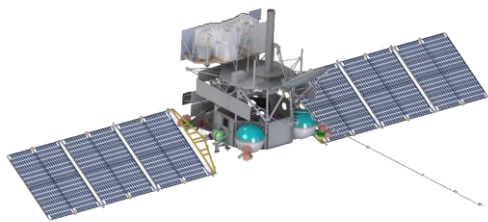
Ресурс - П



Электро - Л



Канопус - В



Арктика - М



Метеор - М



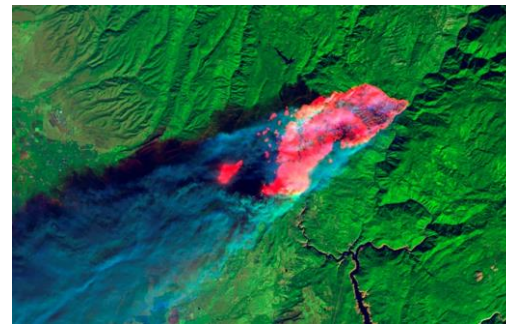
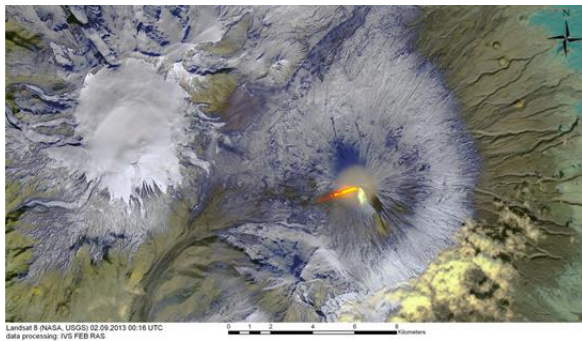
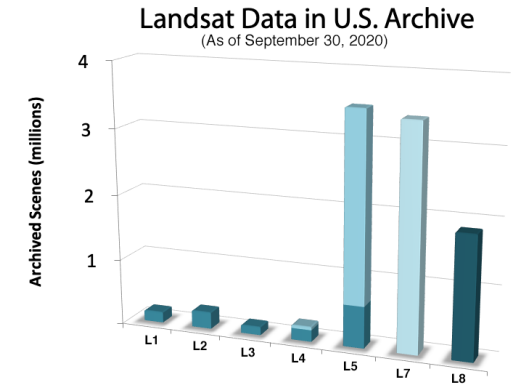
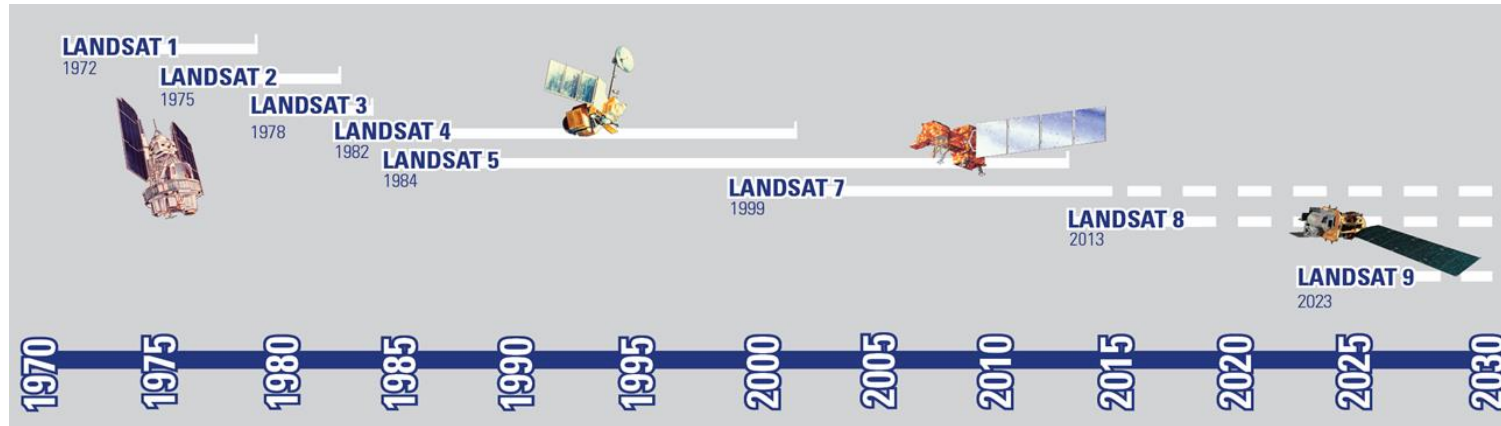
# Основные характеристики снимков

---

- Высота съемки
- Полоса обзора
- Форма орбиты
- Пространственное разрешение
- Временное разрешение
- Спектральные характеристики
- Динамический диапазон



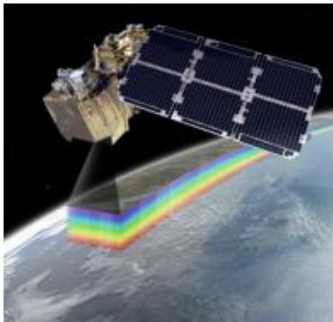

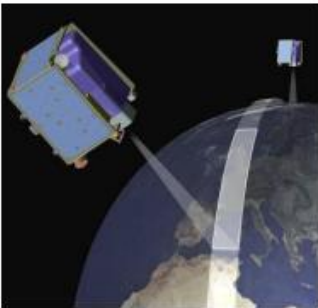

# Landsat - история наблюдения за планетой



*Landsat Image Gallery (nasa.gov)*

# Бесплатно распространяемые данные



Спутник	 Sentinel-2	 Landsat-8	 RapidEye	 Терра (зонд Modis)
Пиксельное разрешение (м/пикс.)	10-20	20-30	6,5	250-1000
Периодичность съёмки (дней)	5 дней	8 дней	1 день	1 день
Ретроспективность	с августа 2015 года	с мая 2013 года	с 2008 года	с 2001 года
Количество фото за сезон	54	36	365	365

*Архив бесплатно распространяемых данных геологической службы США - EarthExplorer (usgs.gov)*

# Беспилотные авиационные системы (БАС)





# Рынок беспилотных технологий

---

Беспилотные технологии (unmanned technologies). Беспилотные машины управляемые системой камер, умной электроникой, датчиками и сенсорами.

Где потенциально возможно применение беспилотных технологий:

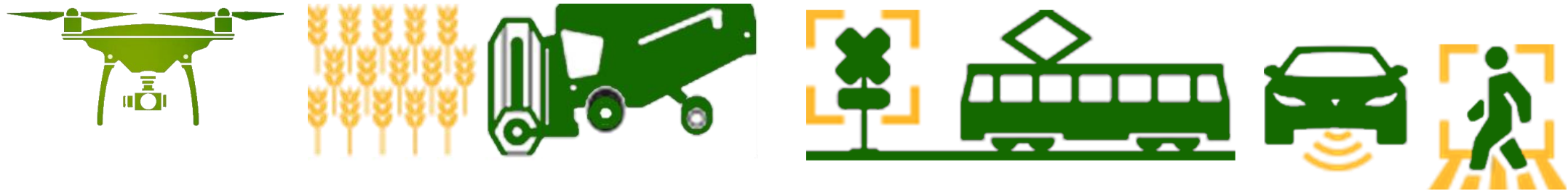
- воздушное пространство;
- автомобили;
- железнодорожный транспорт;
- сельскохозяйственная техника;
- мониторинг процессов, явлений;
- складская техника.





## Что смогут дать человеку беспилотные системы?

---

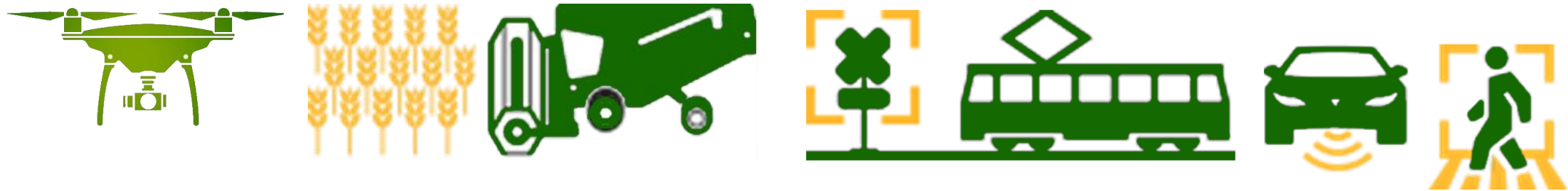


- Исключение влияния человеческого фактора (сокращение аварийных ситуаций благодаря тому, что беспилотный автомобиль сознательно не нарушает правила дорожного движения, не может устать, не выходит за рамки установленной перед ним задачи....);
- Возможность экономии топлива, посевных материалов;
- Потенциальное уменьшение пробок;
- Повышение эффективности грузоперевозок и других работ.



## Задачи, которые должна решать беспилотная система

---



- Самостоятельно анализировать ситуацию в пространстве;
- Замечать препятствия и избегать аварийных ситуаций;
- Просчитывать и перестраивать маршрут без вмешательства человека;
- Оценивать уровень расходных материалов (ГСМ) и планировать их пополнение в зависимости от инфраструктуры.



# Какие проблемы предстоит решить беспилотным системам?

- Несовершенные сенсоры
- Искусственный интеллект
- Навигация
- Взаимодействие с людьми
- Энергоэффективность





# Минусы беспилотных систем

- Цена
- Человеческий фактор
- Лишение работы
- Отсутствие законодательной базы
- Нулевая приватность



"panda"  
57.7% confidence

+ .007 ×

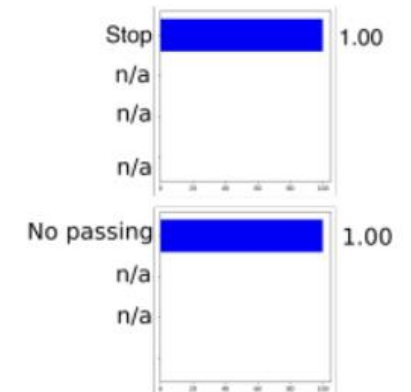
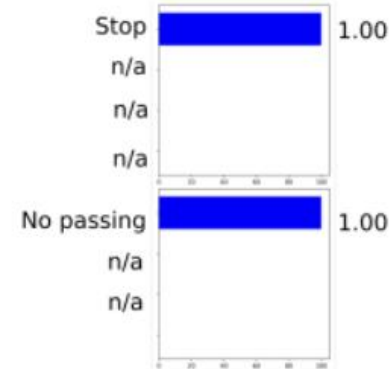


"nematode"  
8.2% confidence

=



"gibbon"  
99.3 % confidence



Безопасность алгоритмов машинного обучения. Атаки с использованием Python / Хабр (habr.com)



## Вернемся к рынку БПЛА

---

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) изначально разрабатываемые для выполнения военных миссий, стали доступны рядовым пользователям и началась их эксплуатация в мирных целях. Сейчас вряд ли можно кого-либо удивить этим устройством.

Дроны активно тестируются различными предприятиями. Сдерживающим фактором для применения БПЛА в коммерческих целях в течении нескольких лет останется отсутствие четкого правового регулирования.



## К рынку беспилотных технологий можно отнести следующее:

---



- Разработка БПЛА как программно-аппаратных комплексов
- Разработка компонентов БПЛА
- Разработка полезной нагрузки для БПЛА
- Разработка ПО визуализации и анализа данных
- Разработка отраслевых сервисов
- Предоставление услуг в сфере БПЛА



# БПЛА в сельском хозяйстве

---

**Применение:** распыление удобрений и ядов для насекомых, мониторинг состояния сельскохозяйственных угодий и растений, мониторинг инфраструктуры и сбор данных для ГИС

**Компании-производители:** DJI, Sentera, Lockheed Martin, Insitu, senseFly, Aerialtronics

**Компании, внедряющие дроны в сельском хозяйстве:** Sentera, MicaSense, Tetracam, Agribotix

**Российские компании, внедряющие дроны в сельском хозяйстве :** «АгроДронГрупп», Optiplane, GeoScan, ARDN Technology, senseFly, «Геомир», Agrofly, «Агрогеокад», «Беспилотные технологии», AeroTechAgro, Fly & See.

## Особенности:

Дроны для мониторинга посевных полей, оборудуются мультиспектральными камерами.

Эта технология позволяет быстро собирать большой объем информации о свете, поглощенном растениями и отраженном от них. На основании полученных данных затем делается вывод о состоянии посевов.

Своевременный анализ посевов позволяет выявить заболевания или нехватку удобрений.



# Государственное регулирование

В России

Порядок использования беспилотных воздушных судов (БВС, БПЛА, беспилотники, дроны) ([favt.gov.ru](http://favt.gov.ru))



В России все беспилотные воздушные суда весом более 250 граммов подлежат постановке на учет.

Для регистрации беспилотника собственник дрона должен зарегистрироваться на специальном портале и указать свои персональные данные. Затем по указанному адресу он получит учетный опознавательный знак, который должен быть закреплен на корпусе дрона.

Владельцам дронов тяжелее 30 кг необходимо проходить регистрацию в Росавиации. При этом судимость или употребление наркотиков может послужить основанием для отказа в регистрации.

Регистрацией дело не ограничивается – дронов можно запускать не везде. В частности, желающим совершать полеты на Москвой требуется получить специальное разрешение. Подробнее с правилами городских полетов можно ознакомиться [на сайте города Москвы](#).

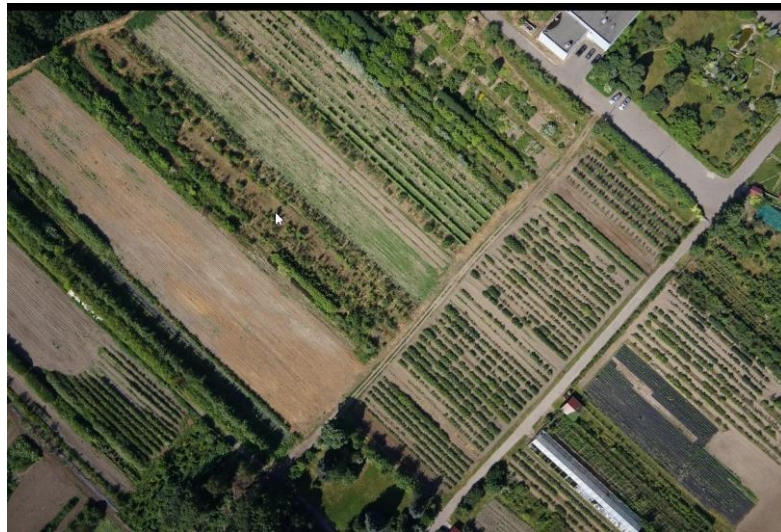
*Карта зон для полетов для дронов и квадрокоптеров.  
Узнай, где можно летать на дроне без штрафов ([avtm.center](http://avtm.center))*



# Значение БЛА в сельском хозяйстве

Беспилотные летательные аппараты в сельском хозяйстве (СХБЛА) —

- высокоточный способ получения с воздуха визуальных данных в различных спектрах в привязке к координатам местности;
- способ выполнения важных с/х работ (обработка посевов, высадка деревьев, отпугивание вредителей).





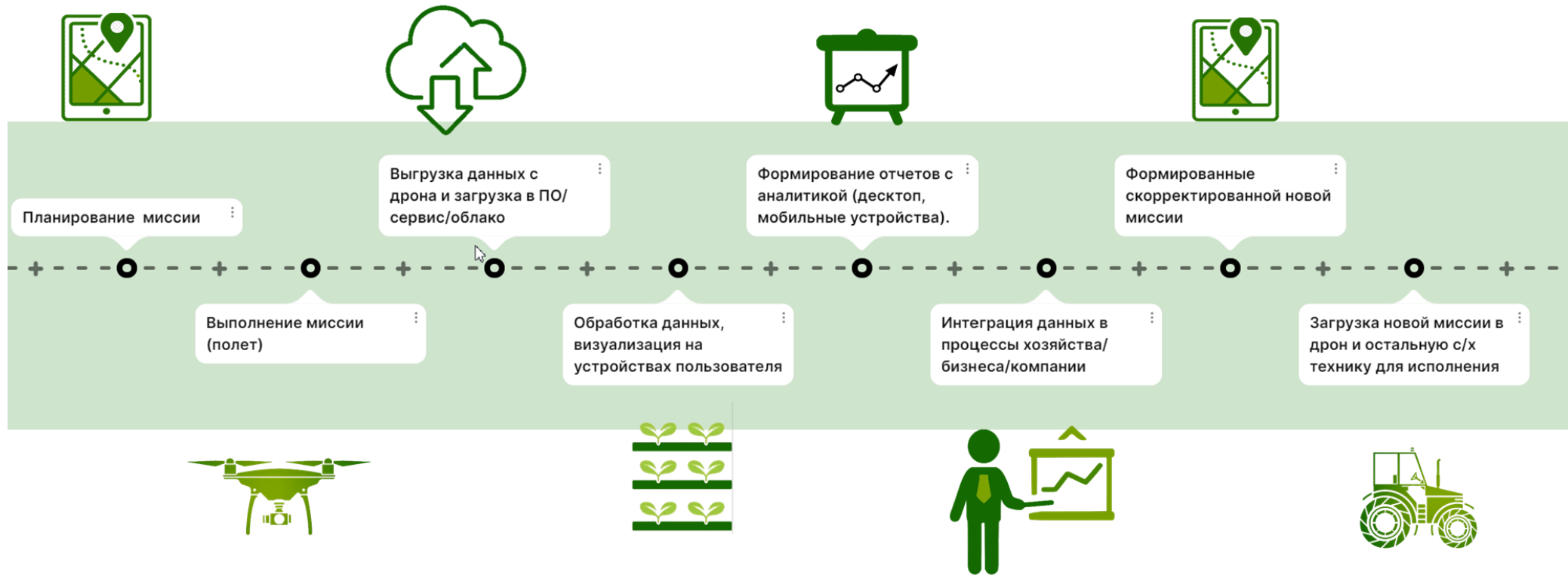
## Модели использования БПЛА в точном земледелии

Модель использования	СХБЛА	ПО
«Свой дрон, внешнее ПО»	Дрон покупается в собственность фермера	Внешнее ПО/ПО как услуга Или интегрированное ПО на базе самого дрона
«Дрон как услуга»	Дрон как услуга + ПО как услуга. Услуги оказывает оператор флота дронов	
«Экономика всего хозяйства как услуга»	Все данные необходимые для принятия решений, как наземные, так и надземные, из разных источников; аналитика по всей экономике хозяйства предоставляются как услуга по подписке.	

*Источник: J'son & Partners Consulting*



# Работа сельскохозяйственной бас включает последовательные этапы:





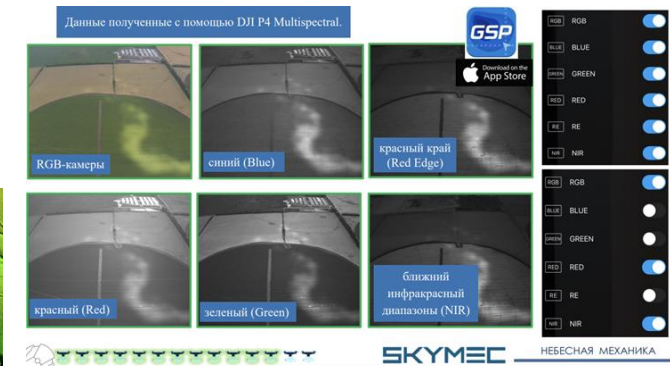
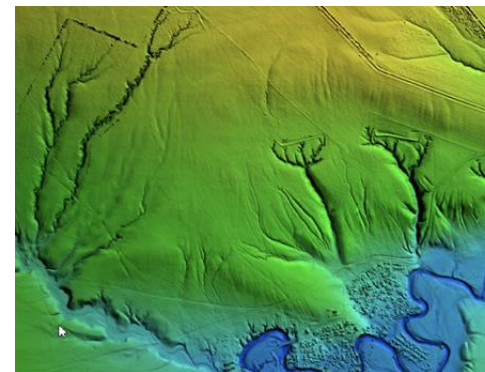
# Информация, получаемая с БПЛА

Видеоконтроль над территорией полета в реальном режиме времени и одновременно фиксация на видео и фото.

Ортофотоплан - разновидность плана местности, формируется из отснятых фото с учетом геодезической основы.

Мультиспектральные изображения – используется съемка в разных диапазонах, затем данные используются для поиска корреляций с различными явлениями.

Цифровые модели рельефа и местности.



<http://youtube.com/watch?v=tv6xKYpB0kk>

# Наземные датчики





Трактор с сенсором GreenSeeker



Углерод-N-сенсор





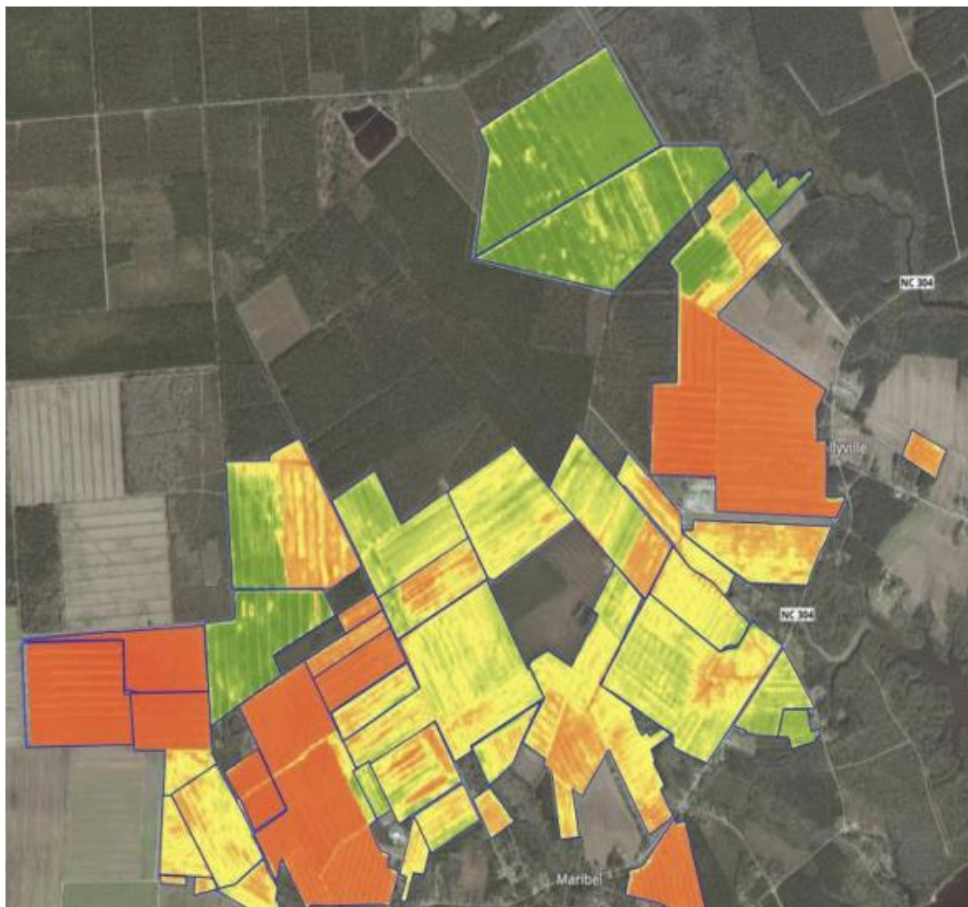
	
Возможно провести более детальный анализ культуры	Происходит выборочно, не даёт полного понимания ситуации
Оценить ситуацию на месте	Затрачивается огромное количество сил и времени
	Расходы на ГСМ, амортизация транспортного средства
	Зависимость от рельефа
	Большая погрешность полученных данных (нет привязки)
	Невозможность учесть потери (заболоченность, заросли, деревья)
	Сильная зависимость от климатических условий

## Традиционная технология



**SKYMEC**

НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА



### Спутниковый мониторинг



Большая площадь  
покрытия

Ретроспективность  
(история)

Бесплатные данные  
(требуют время на  
дополнительную  
обработку данных)



Зависимость от  
облачности

Низкое пиксельное  
разрешение (снимки  
высокого разрешения стоят  
дорого)

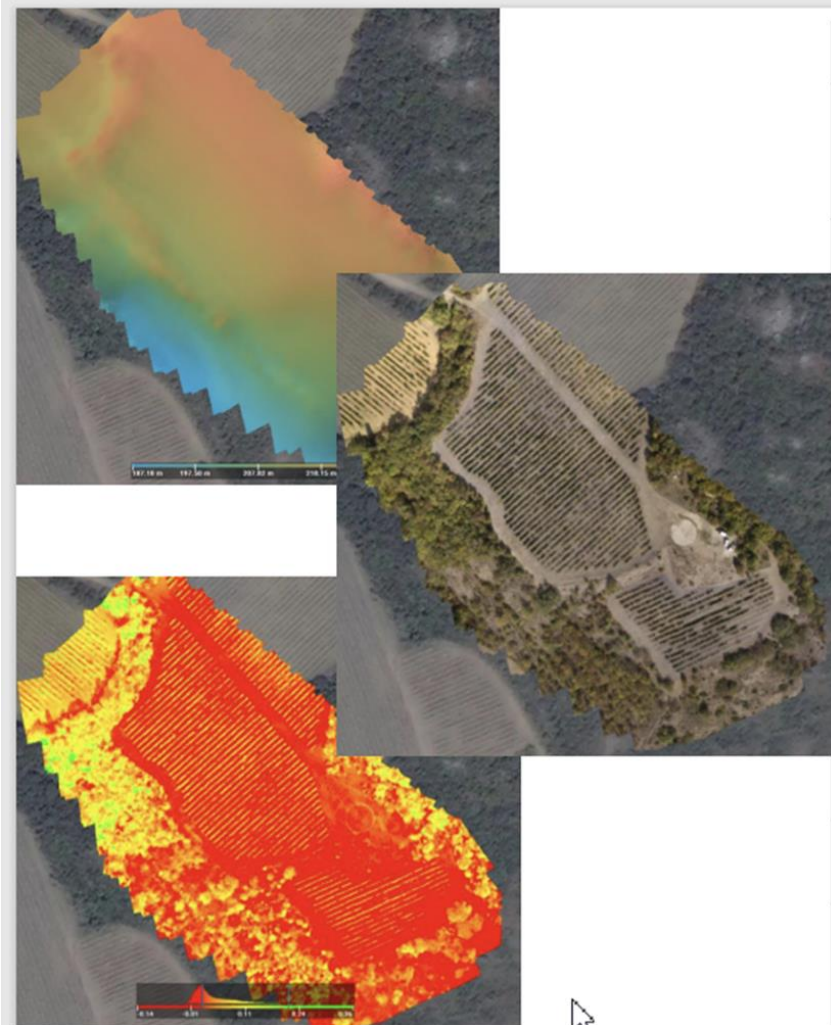
Конкретная периодичность  
съёмки (временные рамки)

Прямая зависимость от  
интернета (не  
возможности оперативного  
мониторинга на месте)



**SKYMEC**

НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА



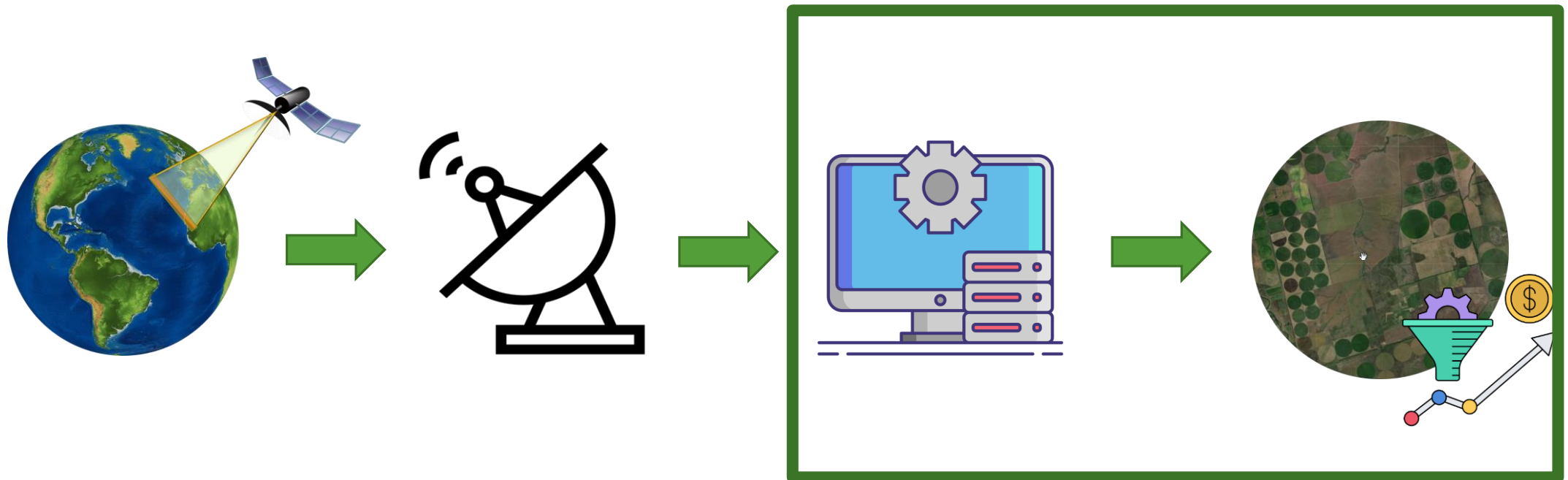
Мониторинг с помощью квадрокоптера DJI P4 Multispectral	
Высокая мобильность устройства	Наличие «no fly zone» (аэропорта, режимные объекты)
Оперативность проведения съёмки	Меньшая площадь покрытия по сравнению со спутниковыми снимками
Возможность съёмки в условиях облачности	Нет истории полей по сравнению со спутниковыми снимками
Отличная разрешающая способность (от 4 мм.)	
Точное позиционирование на местности	
Фото и видео фиксация	
Онлайн трансляция индексов вегетации	
Определение реальной площади поля, его рельеф	
Онлайн наблюдение за выполнением технологических операций	
Использования аэрофотосъёмки как залог конструктивного диалога со страховыми компаниями	



**SKYMEC**

НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА

# Обработка данных



# Дешифрирование снимков





# Процесс дешифрирования

**1 вариант** - объекты дешифрирования явно различаются на снимке.

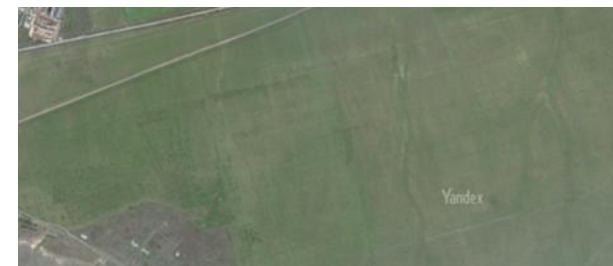
Часть объектов используется в качестве эталонов (обучающих образцов) для классификации всего изображения, т.е. автоматического выделения аналогичных объектов.

Роль эксперта - анализ результатов автоматической классификации и последующее улучшение путем корректировки эталонов, методов классификации и т.п.

**2 вариант** – нет явного визуального различия объектов на снимке.

Проводится автоматическая классификация без обучения, т.е. кластеризации изображения – выделении фрагментов, существенно отличающихся по своим статистическим спектральным характеристикам.

Роль эксперта - интерпретация результатов путем соотнесения получившихся кластеров с реальными объектами, внесение корректировки в параметры кластеризации для следующей итерации.



# Дешифрирование границ с/х угодий



# Примеры задач мониторинга и оценки состояния сельхозугодий

---



- Определение границ и типов сельскохозяйственных угодий (инвентаризация);
- Определение текущего состояния, типа использования сельскохозяйственных земель, выявление неиспользуемых и зарастающих участков, а также случаев нецелевого использования;
- Выявление и оценка степени деградации сельскохозяйственных угодий вследствие воздействия природных или антропогенных факторов;
- Мониторинг состояния и развития посевов сельскохозяйственных культур;
- Прогнозирование урожайности;
- Составления карт потребности почв во внесении удобрений.

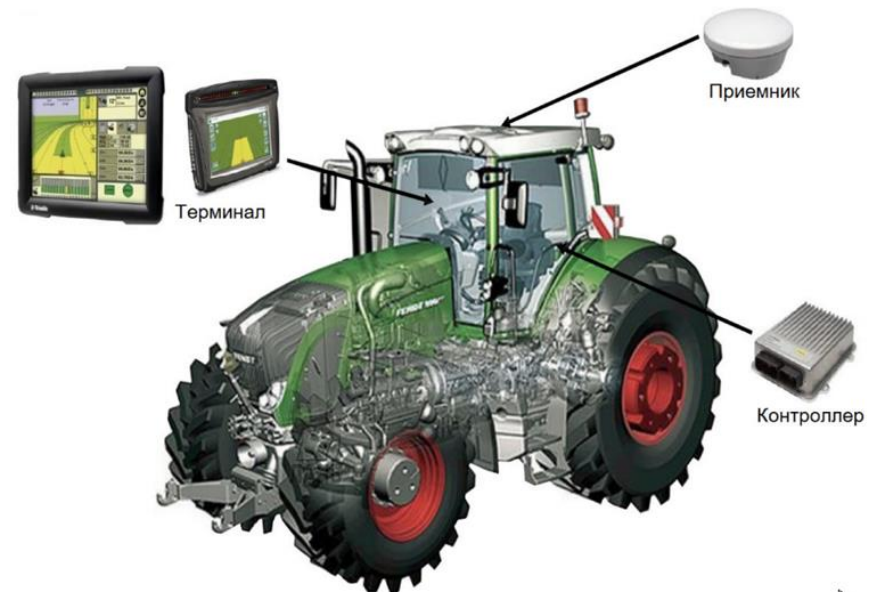


# Системы параллельного вождения

Система параллельного вождения сельскохозяйственных машин – процесс управления направлением движения сельскохозяйственных машин по заданной траектории, в том числе с курсоуказателем.

Различают три варианта реализации системы параллельного вождения:

- Движение трактора корректируется водителем с помощью рулевого колеса, ориентирующегося на показания светодиодного или графического следоуказателя, расположенного в кабине;
- Направление движения трактора поддерживается подруливающим устройством с приводом от электродвигателя, который монтируется на рулевой колонке;
- Корректировку движения трактора осуществляет исполнительный механизм, подключенный к гидросистеме рулевого управления.



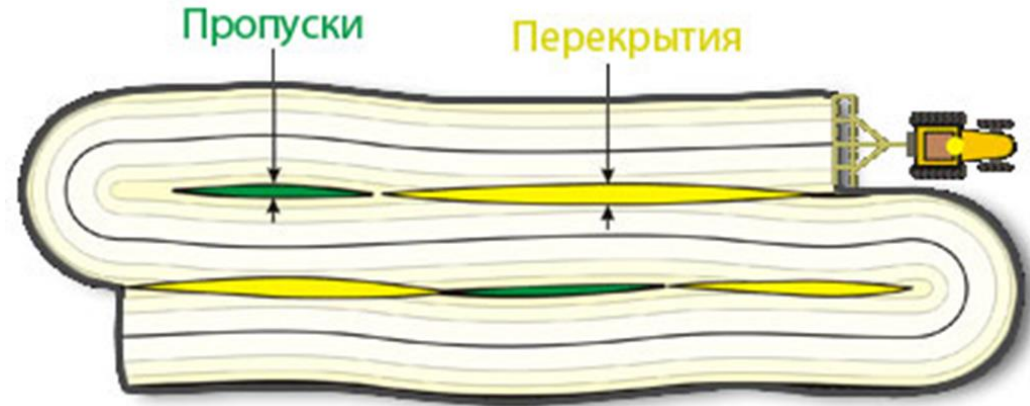
[Параллельное вождение AGROLINE - YouTube](#)



# О преимуществах параллельного вождения

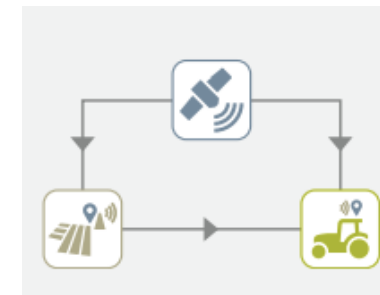
Как же обеспечить ровную траекторию движения по полю трактора?

- Довериться механизатору и его зоркому глазу;
- Нанимать сигнальщика и отправлять его бегать по полю и ставить вешки, для ориентирования механизатора;
- Использовать пенные маркера;
- Использовать системы параллельного вождения на основе приема координат спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS.

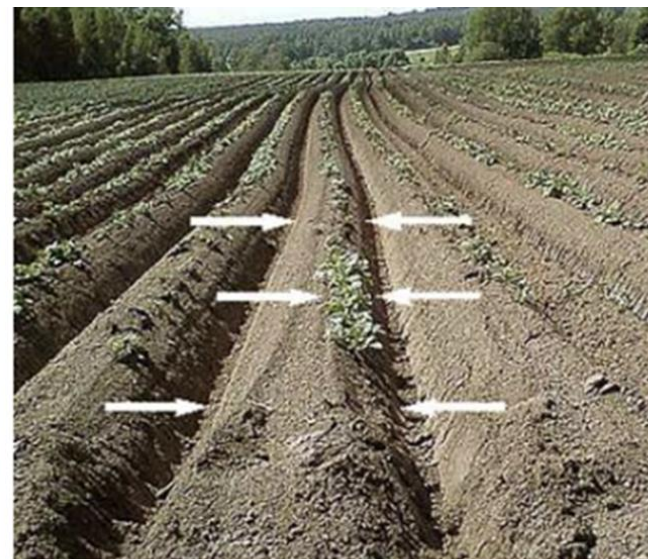


- Сократить перекрытия до 10%, следовательно избежать перерасхода семенного материала, ГСМ и минеральных удобрений;
- Увеличить сменную производительности на 20%;
- Увеличить рабочие время на 100% за счет работы ночью.

# Точность



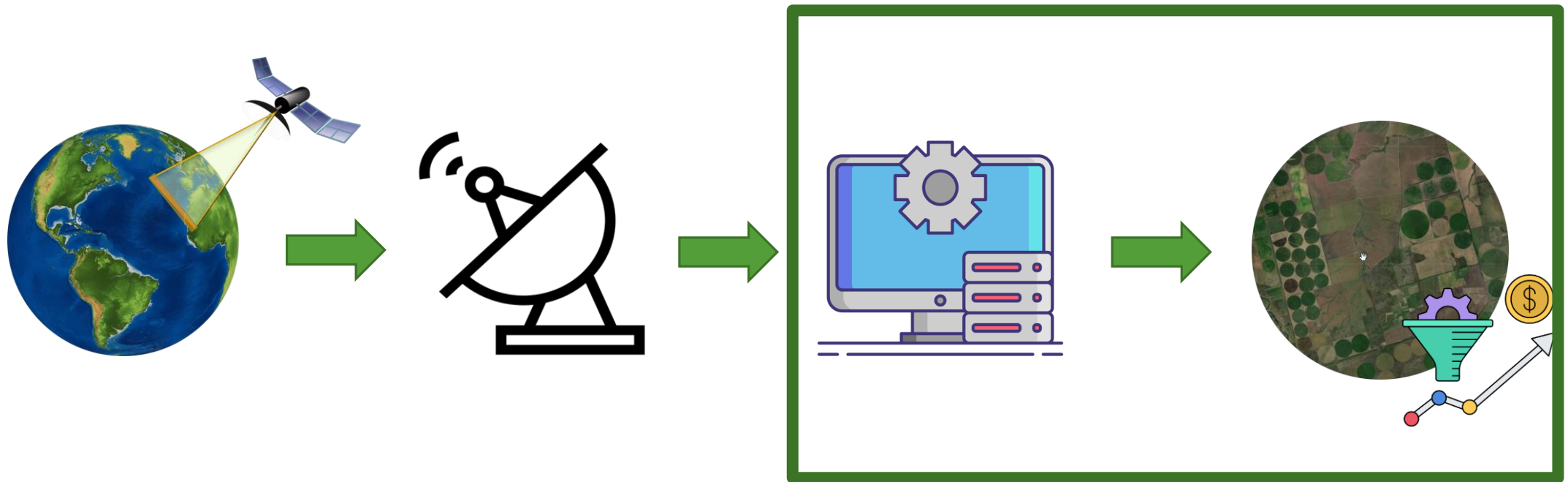
а



б

Возможные проблемы при гребнеобразовании картофеля (работа без автопилота): а) сужение гребня; б) отклонение от центра

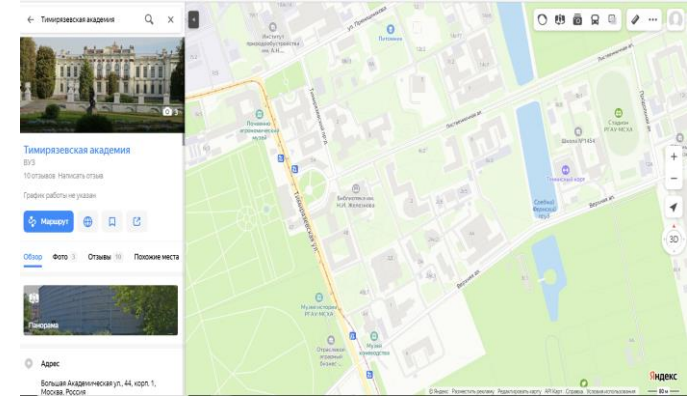
# Обработка данных



# Понятие ГИС



ГИС - информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение **пространственно-координированных данных** (пространственных данных).



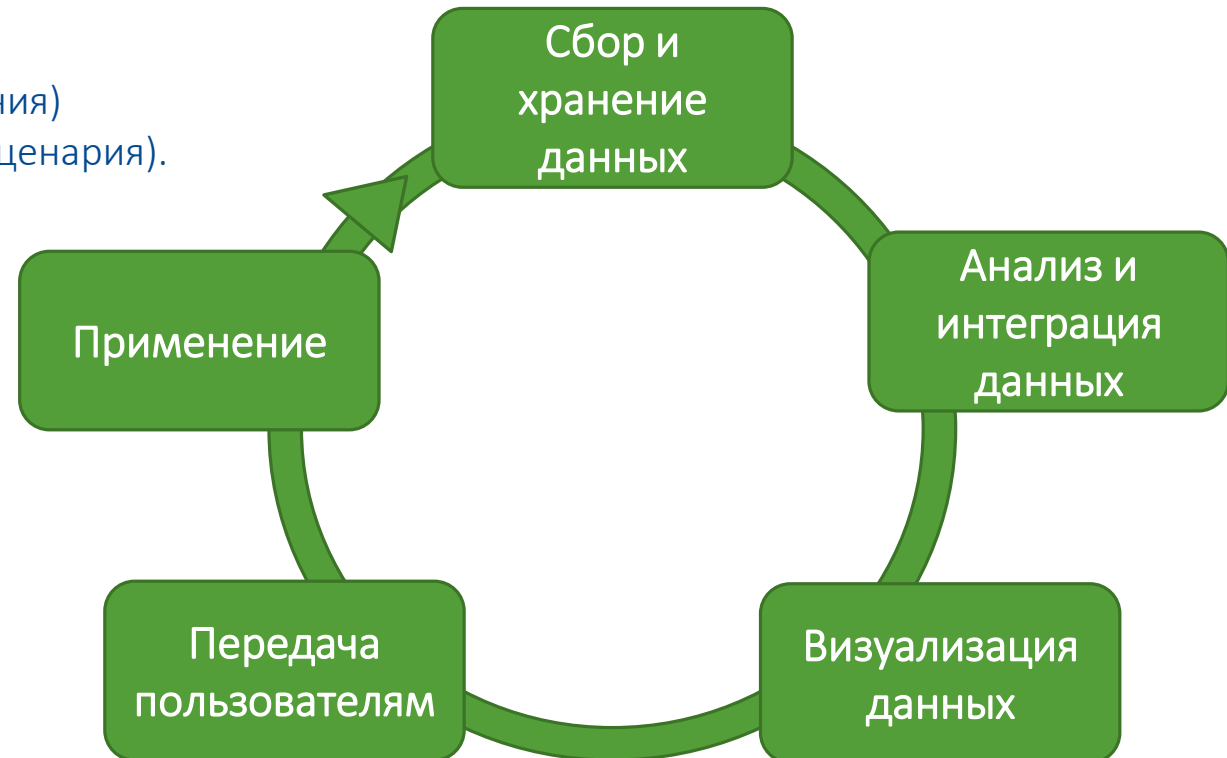


## Типичные вопросы, связанные с пространственными изменениями:

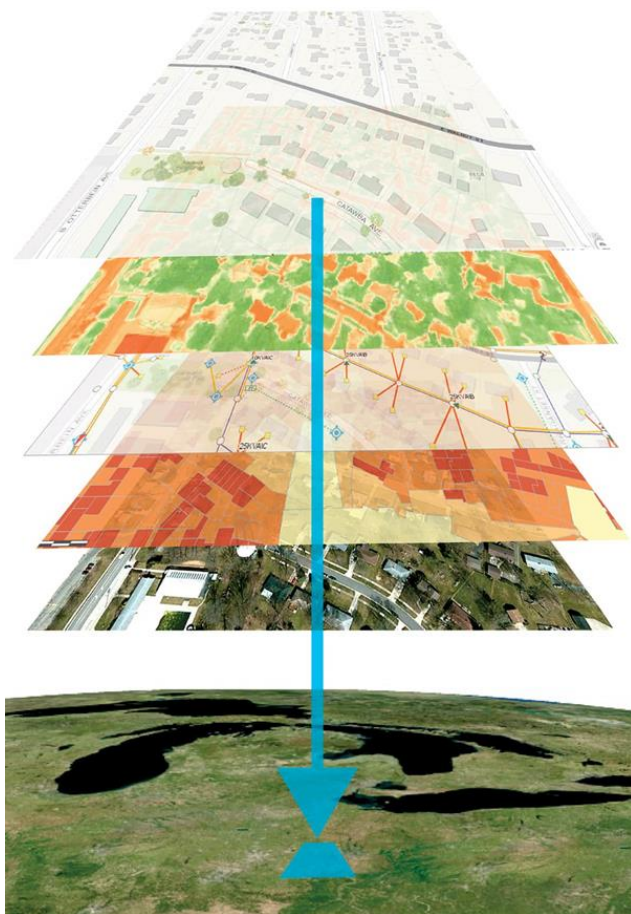
- Что где находится? (инвентаризация)
- Что изменилось? (мониторинг и изменения)
- Что где будет? (прогноз и составление сценария).

В ГИС применяют:

- тематический (отвечает на вопрос «что»),
- пространственный («где») и
- временной (когда) методы исследования.

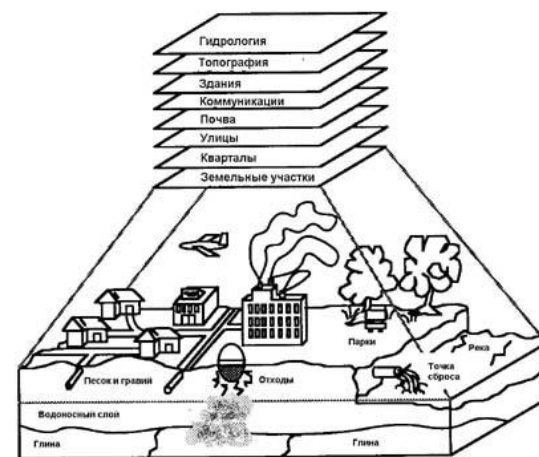


# Организация данных в ГИС



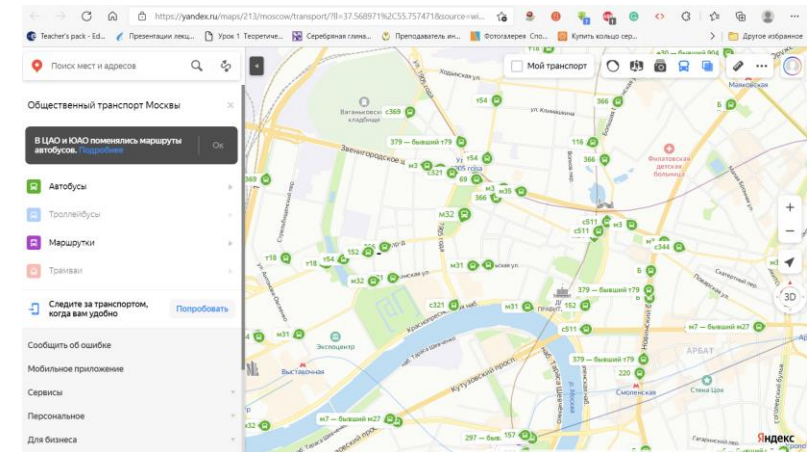
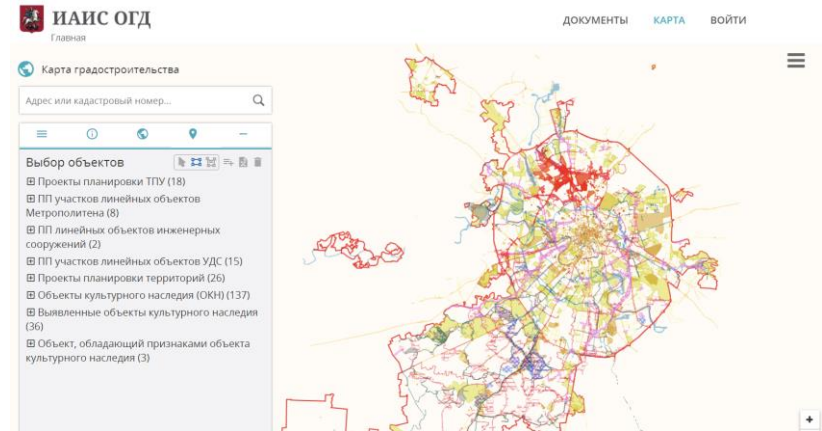
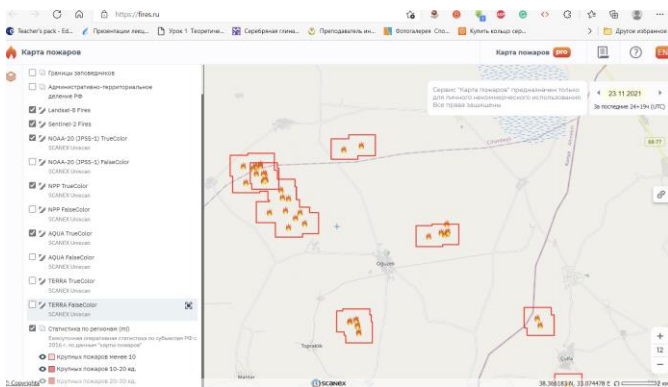
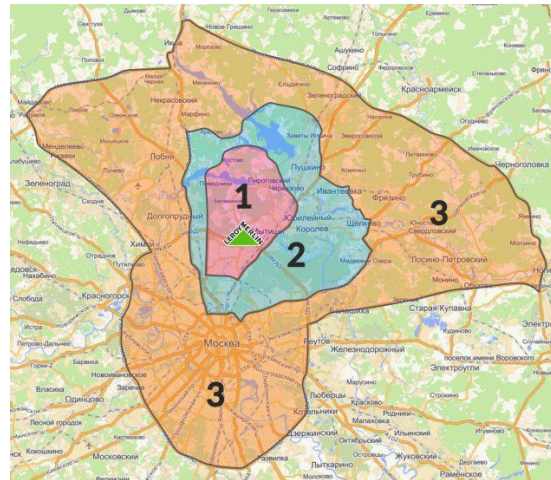
Географические информационные системы (ГИС) – это информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, анализ и отображение пространственно-координированных данных, а также получение на их основе новой информации и знаний.

Информационную основу ГИС образуют цифровые представления (модели) реальности

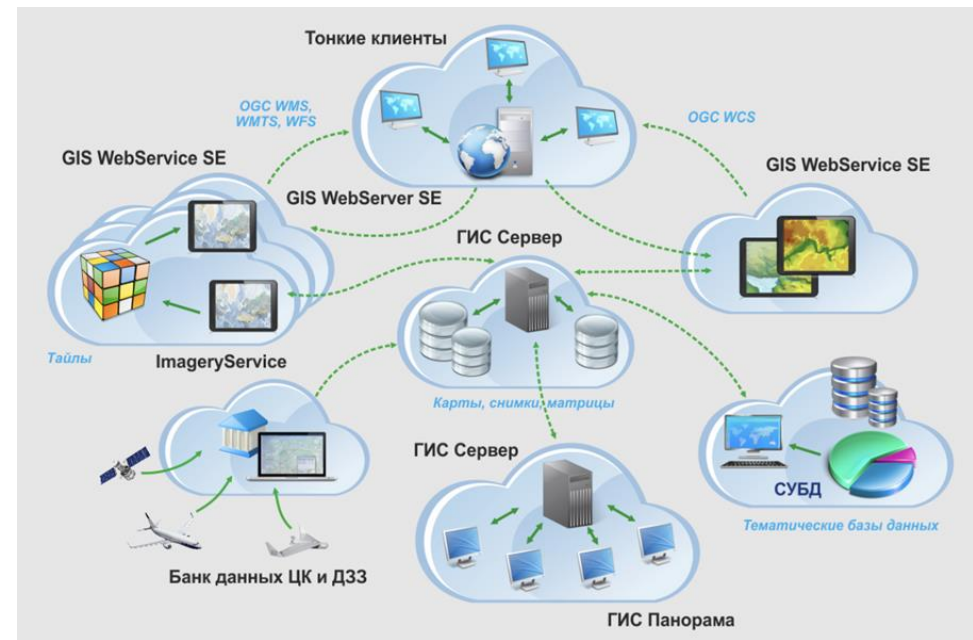
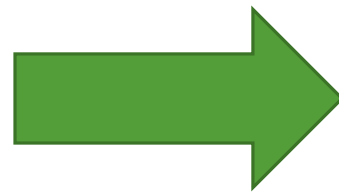




# ГИС предоставляет универсальный язык визуализации



# ГИС эволюционирует





# По для обеспечения контроля и управления производством

---

Основные задачи:

- Планирование и контроль выполнения технологических операций в растениеводстве;
- Планирование и учет материально-технических, кадровых ресурсов предприятия;
- Автоматизированная подготовка технологических карт и производственных заданий;
- Привязка фотоснимков космических изображений, данных аэрофотосъемки и снимков полей к карте местности;
- Мониторинг сельхозтехники, сельскохозяйственных угодий, технологических операций;
- Сбор, обработка и анализ информации о производственных процессах и задействованных в них объектах;
- Ведение полевых журналов и расчеты потребности в семенах, СЗР, удобрениях;
- Ведение данных по организационно-штатной структуре организации, а также технике и оборудованию;
- Дистанционный сбор данных с полей посредством мобильных устройств.



## По срокам использования поддерживаемых процессов:

---

- Стратегические – планирование севооборотов, размеров посевных площадей, планов приобретения техники и т. п.;
- Тактические – планирование технологического цикла работ конкретного сезона;
- Оперативные – корректировка сроков и содержания работ конкретного сезона.



# Программное обеспечение как услуга

---



SaaS (англ. *software as a service* — программное обеспечение как услуга; также англ. *software on demand* — программное обеспечение по требованию) — одна из форм облачных вычислений, модель обслуживания, при которой подписчикам предоставляется готовое прикладное программное обеспечение, полностью обслуживаемое провайдером.

Поставщик в этой модели самостоятельно управляет приложением, предоставляя заказчикам доступ к функциям с клиентских устройств, как правило через мобильное приложение или веб-браузер.

# Интеграция функционала

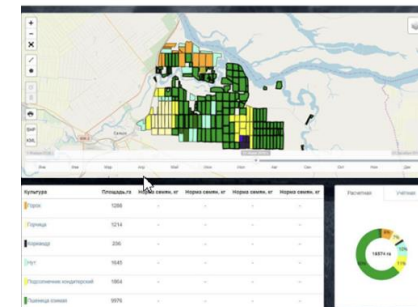




# Сервис «история поля» от Геомир

Основные возможности сервиса	
Планирование и контроль выполнения технологических операций на полях	Спутниковые снимки
Мониторинг сельхозтехники	Контроль топлива и урожая
Получение метеоданных по полям	План-факт анализ выполненных операций
Электронный журнал агронома	Модуль кадастрового учета
Электронные учетные листы	Модуль точного земледелия
Справочники сорняков, болезней и вредителей	Осмотры полей

Стоимость облачного сервиса «История поля» составляет от 20 руб. до 80 руб. за 1 гектар сельскохозяйственных полей в год.



<https://www.geomir.ru/catalog/programmy-dlya-selskogo-khozyaystva/istoriya-polya/>

# Цифровая платформа для управления агробизнесом Агросигнал.

## Управление



### Учет транспортных работ

Ведение оперативных планов и графиков смен, создание индивидуальных и групповых отчетов, привязка информации о перевозимом грузе



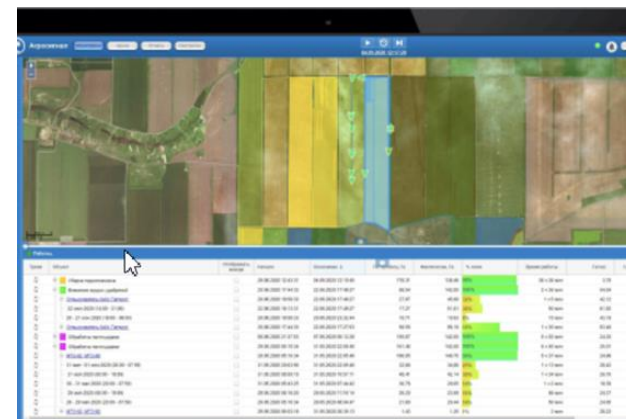
### Мониторинг техники

Контроль перемещений и результативности работ онлайн, статистика простоев, выявление несанкционированных выгрузок и сливов топлива



### Помощник агронома

Контроль здоровья полей и растений: индекс вегетативности на основе снимков ndvi, дифференцированное внесение, мониторинг погоды, оцифровка обследований почвы



### Кадастровый учет

Повышение эффективности земельного банка, контроль сроков договоров аренды, автоматическое определение пересекающихся участков



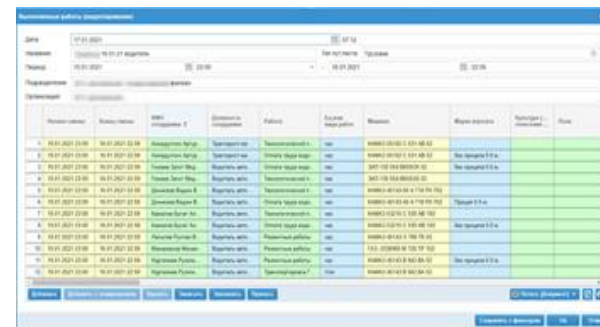
### Отчетность и аналитика

Получение и отслеживание ключевых показателей по агрооперациям в режиме реального времени, понятный вид отображения данных, разнообразие отчетных форм



### Скаутинг

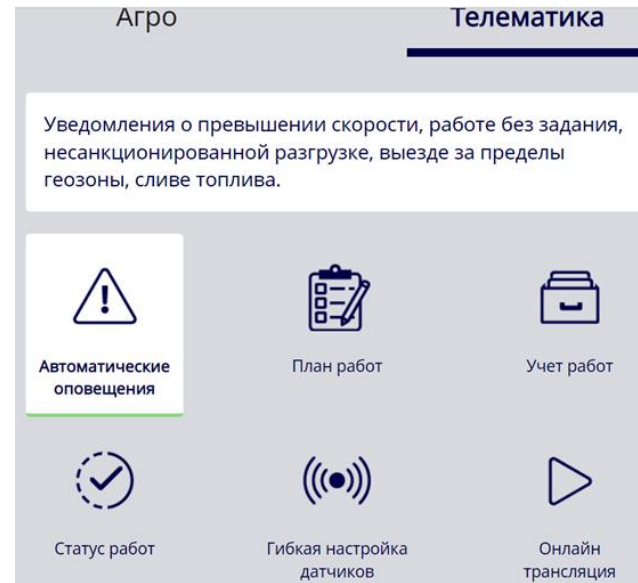
Мобильное приложение и инструментарий для проведения полевых обследований и контроля состояния полей и растений





# Cropwise Operations в составе Syngenta

- Мониторинг всех полей в одной системе
- Изменения состояния посевов в режиме реального времени
- Мгновенные уведомления о проблемах на полях
- Контроль за ситуацией на полях даже офлайн
- Прогноз урожая





# Агроаналитика от SmartAGRO

Агроскаутинг



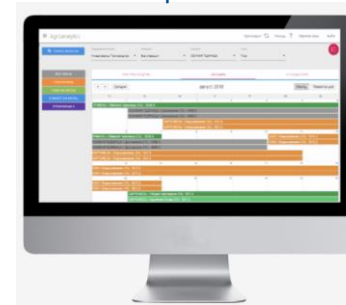
Инженерный блок



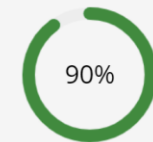
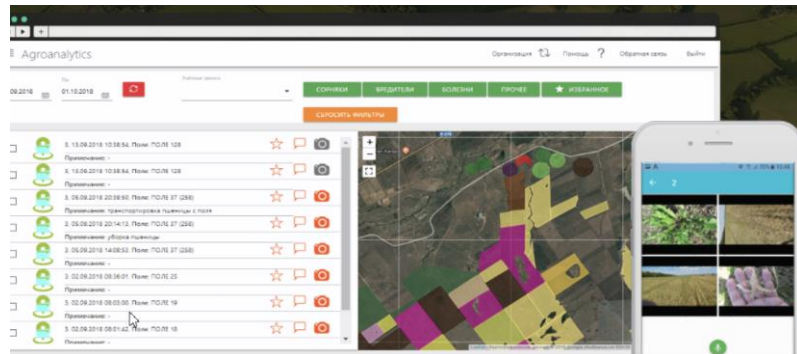
Финансовый блок



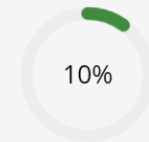
Оперативное и годовое планирование



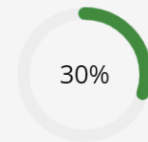
Контроль готовой продукции



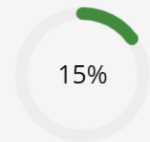
СОКРАЩАЕТ ВРЕМЯ  
ОБРАБОТКИ ПУТЕВЫХ  
ЛИСТОВ



ПОВЫШАЕТ  
УРОЖАЙНОСТЬ



УМЕНЬШАЕТ  
РАСХОДЫ НА ГСМ



СНИЖАЕТ  
СЕБЕСТОИМОСТЬ  
ПРОДУКЦИИ

# FARMERSEGE



# EXACT FARMING



The screenshot displays the Exact Farming web application interface. The browser address bar shows the URL: <https://app.exactfarming.com/map/data/productivity/61b3426bac8be84bb080ea37?bounds=%5B%5B55.8349330...>

The interface includes a top navigation bar with the following elements:

- Buttons: "Добавить", "Осмотры полей", "Сезон 2022", "Хозяйство Хозяйство", "Импорт", "Профиль", "События", "Справка".

The left sidebar contains navigation options:

- Старт
- Мониторинг
- Карта
- Заметки
- Работы
- Техкарты
- Склад
- Справочник

The main content area is titled "Продуктивность поля" (Field Productivity) and displays the following information:

- Field Name: Тимирязевская 0.9 га
- PERIOD ANALYSIS: Янв 2012 → Янв 2022
- Field Productivity Index: Нет данных о продуктивности поля
- Productivity Zones Table:

Зоны продуктивности		
Высокая	NaN га	%
Нормальная	NaN га	%
Низкая	NaN га	%

The map shows an aerial view of agricultural fields with various productivity zones highlighted in green, yellow, and red. A specific field is labeled "опытные поля МСХА им. К.А. Тимирязева".



The screenshot displays the OneSoil web application interface. The browser address bar shows the URL `app.onesoil.ai/@51.1648,46.1877,13z/fields`. The interface includes a sidebar on the left with navigation options: Season 2021, Fields, Crop rotation, Notes, Sowing Rate, Fertilizers, Weather, Field Data, Sensors, File converter, User Guide, Download, and user profile `o_ermolaeva@ya...`. The main content area shows a satellite map of agricultural fields with NDVI values overlaid. The map is titled "Fields" and displays a "Planted" status of 423.1 ha out of 1104 ha. The map shows four distinct fields with the following NDVI values: 0.16 (yellow), 0.02 (brown), 0.09 (green), and 0.05 (light green). The sidebar lists the following fields:

Field ID	Area (ha)	Crop	NDVI Value
Field 1431572	423.1	Fescue, red	0.70 ↓
Field 1431573	131.9	No crop	0.68 ↓
Field 1431574	405.6	No crop	0.04 ↓
Field 1431575	143.4	No crop	0.27 ↓

The map also features a "Filling: Average NDVI" dropdown and a "Value: NDVI heterogeneity" dropdown. A scale bar at the bottom indicates values from 0 to 1. The interface is in Russian, with a notification at the top stating "Google Chrome не является браузером по умолчанию" (Google Chrome is not the default browser).



	История поля	Аргосигнал. Управление	CropWise	Агроаналитика	FarmersEDGE	ExactFarming	OneSoil
Охват всего производственного цикла	Yellow	Light Green	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow
Гибкость. Возможность адаптации под клиента	Light Orange	Light Green	Light Orange	Yellow	Light Orange	Light Orange	Light Orange
Опыт и экспертиза	Yellow	Light Green	Yellow	Light Orange	Light Orange	Light Orange	Light Orange
Возможность работать с агрохолдингами	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Orange	Light Orange	Light Orange
Интеграционные возможности	Yellow	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Наличие бесплатной версии	Light Orange	Light Orange	Light Orange	Light Green	Light Orange	Light Green	Light Green



# Использованные источники

---

1. Сайт компании Scanex <https://www.scanex.ru/>.
2. Материалы ГК Сканекс.
3. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2020. – 49,6 Мб ; 191 с. : ил. – Режим доступа : <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchukperminova-tematicheskoe-deshifrovanie-i-interpretaciyakosmicheskikh-snimkov.pdf>. – заглавие с экрана.
4. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р. А. Шовенгердт ; пер. с англ. А. В. Кирюшина, А. И. Демьяникова. - Москва : Техносфера, 2010. - 556 с., [16] л. цв. ил. : ил., цв. ил., карты, табл.; 25 см.
5. Википедия Дистанционное зондирование Земли — Википедия ([wikipedia.org](https://ru.wikipedia.org)).
6. Сайт GIS-Lab — неформального сообщества специалистов в области ГИС и ДЗЗ <https://gis-lab.info/>.
7. Веб-ресурс <http://www.stuffin.space/>.
8. Сайт NASA Landsat Science - ([nasa.gov](https://landsat.gsfc.nasa.gov)).
9. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие. Учебное пособие / В.И. Балабанов, А.И. Беленков, Е.В. Березовский. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. – 117 с.: ил. Точное сельское хозяйство : учебник для вузов / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. А. Тенеков, В. В. Якушев [и др.] ; под редакцией Е. В. Труфляка. — 2е изд., стер. — СанктПетербург : Лань, 2021. — 512 с. : ил.



## Использованные источники

---

1. Картография: учебное пособие / сост. Н. В. Бажукова; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь, 2020.– 310 с.: ил.
2. Шихов А.Н., Черепанова Е.С., Пьянков С.В. Геоинформационные системы: методы пространственного анализа: учеб. пособие / А.Н. Шихов, Е.С. Черепанова, С.В. Пьянков. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2017. – 88 с.: ил.
3. Основы пространственного анализа в растровых ГИС: учебнометодическое пособие / сост.: А.А. Савельев, С.С. Мухарамова, Н.А. Чижикова, А.Г. Пилюгин. – Казань: Казанский университет, 2015. – 59 с.
4. Краткое введение в ГИС. Часть 6: Топология — GIS-Lab.
5. AgroTech — карта российского рынка | Rusbase (rb.ru).
6. Аналитики: Российский рынок дронов в 2021 году составляет 10 млрд рублей — Российская газета (rg.ru).
7. Закон о беспилотниках: всё, что нужно знать пользователю БПЛА с взлётной массой выше 250 грамм (dronomania.ru).
8. Geonics EM38-MK2 Ground Conductivity Meter.
9. Атлас дронов для сельского хозяйства (СХБЛА) и рынок, 2018-2025 гг. - Дроны, грузовые дроны, с-х дроны, БЛА | ИКТ Аналитика на json.tv.
10. Системы параллельного вождения | АльфаВладТелематика (avladtel.ru).
11. Программное обеспечение как услуга — Википедия (wikipedia.org).



## Использованные источники

---

1. Геоинформационные технологии — Википедия (wikipedia.org).
2. Стоковый сервис Clipart-DB Автор: Stefan Kühn - собственная работа, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24620>
3. Веб-ресурс <https://thetruesize.com/>
4. Сайт компании [orsyst.ru](http://orsyst.ru)
5. <https://infourok.ru/prezentaciya-po-geografii-geograficheskie-karti-2457715.html>  
<https://infourok.ru/prezentaciya-po-geografii-geograficheskie-karti-2457715.html>
6. Почему состязательные атаки на системы распознавания образов — это серьезно / Хабр (habr.com).
7. <https://www.unite.ai/optical-adversarial-attack-can-change-the-meaning-of-road-signs/>
8. [www.iotas.ru](http://www.iotas.ru) – сайт ассоциации интернета вещей.



**Спасибо за внимание!**