

**Автономная некоммерческая организация «Аналитический центр  
«АЭРОНЕТ» (АНО «ЦЕНТР «АЭРОНЕТ»)**

**Выявление возможностей коммерциализации технологий  
ситуационных центров оперативного мониторинга и реагирования на  
базе беспилотных авиационных и космических систем в единой  
информационной коммуникационной среде**

Москва 2020

## Список исполнителей

В.Е. Гершензон, к. ф.-м. н

В.Е. Штейнгардт

А.А. Кучейко

Г.В. Потапов

М.Ю. Потанин

В.Б. Зеликов

А.А. Балагуров

Н.Н. Казанцев, к.г.н

А.В. Потапов

## Реферат

Отчет состоит из 5 глав. Общий объем отчета – 138 страниц.

Иллюстраций – 33, таблиц – 25, количество использованных источников – 110.

Ключевые слова: ситуационные центры, беспилотные летательные аппараты, дистанционное зондирование Земли, интеграция, оперативные данные, решения на основе данных, оперативный мониторинг, организация оперативного мониторинга.

Объектами исследований являются потребность и целесообразность создания «Ситуационного центра» для организации системы мониторинга с использованием ДДЗ за объектами и явлениями природопользования при ведении деятельности в сельскохозяйственной, лесной, ресурсодобывающей и транспортных отраслях.

Работа относится к поисковым исследованиям. Целью данного исследования является выявление перспективных и эффективных ниш применения ситуационных центров в различных отраслях промышленности в ближайшем будущем. Подразумевается наличие в «ситуационных центрах» модулей пространственной осведомленности о состоянии земных покровов или антропогенной инфраструктуры, получающих данные от беспилотной авиа- и космической техники дистанционного зондирования.

Фокус-группа исследования включает, прежде всего, участников опасных производств, а также бизнесы, эффективность которых существенным образом зависит от постоянно меняющейся обстановки и оперативности принятия решений.

Под понятием технологии ситуационного центра в исследовании обсуждается спектр технологий, приводящих к созданию новых услуг: от удаленного сервиса или услуги до полноценного аппаратно-программного комплекса, методики подготовки и обучения операторов и разработки соответствующих регламентов в зависимости от специфики решаемой задачи. Дается итоговое определение «ситуационного центра» в рамках работы.

Задачами исследования являются:

Выявление основных требований к оперативности и качеству показателей, получаемых с использованием данных ДДЗ, выявление основных задач для типовых субъектов хозяйственной деятельности, которые могут быть решены с помощью оперативных пространственных данных ДДЗ на базе «ситуационного центра».

Разработка перечня перспективных продуктов и услуг и разработка организационно-технологической схемы типового ситуационного центра.

Оценка рыночного потенциала ситуационного центра и оценка экономической эффективности предоставления продуктов и услуг для установления возможности их коммерциализации.

Рекомендации по формированию комплекта рекомендательных документов, направленных на создание ситуационного центра.

## Содержание

Реферат .....	3
Обозначения и сокращения .....	7
Введение .....	10
1 Анализ и обоснование потребности в создании «Ситуационного центра» как средства организации оперативного мониторинга за показателями объектов или явлений природопользования при хозяйственной деятельности. Оценка требований по точности, периодичности и оперативности предоставления сервисных услуг на основе БАС и ДЗЗ для различных отраслей.....	13
1.1 Обоснование потребности в создании ситуационного центра как средства организации оперативного мониторинга .....	13
1.2 Оперативность и модели принятия решений .....	14
1.3 Оперативность, периодичность и точность съемки спутниковых данных ДЗЗ.....	16
1.4 Требования отраслей для разработки решения в области ситуационного центра	19
1.4.1 Государственные организации.....	21
1.4.2 Сельское хозяйство .....	24
1.4.3 Лесное хозяйство .....	31
1.4.4 Ресурсодобывающая отрасль .....	37
1.4.5 Транспортная отрасль .....	49
1.5 Выводы.....	54
2 Разработка предложений по функциям, продуктам и услугам на основе БАС и ДЗЗ в «Ситуационном центре». Определение «ситуационных центров» в сельскохозяйственной, лесной, ресурсодобывающей и транспортных отраслях хозяйства с учетом потребностей предприятий этих отраслей .....	55
2.1 Типы ситуационных центров .....	55
2.2 Модели организации ситуационных центров .....	60
2.3 Привлечение к использованию в ситуационных центрах гибридных систем КА, примеры-кейсы аналогов ситуационных центров с гибридными источниками .....	63
2.3.1 Сравнение источников пространственных данных .....	63
2.3.2 Гибридные системы аэрокосмического мониторинга.....	68
2.4 Международные организации, предоставляющие экспертизу и решения в области ситуационной осведомленности.....	71

2.5	Разработка предложений по продуктам и услугам ситуационных центров .....	77
2.6	Выводы.....	82
3	Оценка рыночного потенциала ситуационных центров и оценка экономической эффективности предоставления продуктов и услуг.....	83
3.1	Оценка рыночного потенциала ситуационных центров.....	83
3.2	Индекс пространственной осведомленности .....	89
3.3	Рынок БАС и ДЗЗ.....	92
3.3.1	Обзор рынка БАС .....	92
3.3.2	Обзор рынка ДЗЗ .....	95
3.3.3	Доля продуктов NRT в общем объёме продаж .....	98
3.4	Выводы.....	105
4	Разработка минимальных технических требований на создание «Ситуационного центра» и его комплектующих. Демонстрация примеров возможной организации «ситуационного центра» для предприятий сельскохозяйственной, лесной, ресурсодобывающей и транспортных отраслей хозяйства .....	106
4.1	Технологическая база .....	106
4.2	Проект технических требований для разработки прототипа решения «Ситуационный центр».....	111
4.3	Требования к системам визуализации ситуационных центров.....	115
4.4	Выводы.....	117
5	Анализ существующих нормативных барьеров, препятствующих созданию и функционированию ситуационных центров оперативного мониторинга и реагирования на базе беспилотных авиационных и космических систем.....	118
5.1	Анализ нормативно-правовых актов, регулирующих работу систем по оперативному реагированию .....	118
5.2	Проблемы нормативно-правового регулирования в сфере использования БАС.....	119
6	Разработка комплекта рекомендательных документов, направленных на создание «Ситуационного центра» .....	124
	Заключение.....	134
	Список использованных источников.....	136

## Обозначения и сокращения

<b>API</b>	Интерфейс прикладного программирования
<b>CPO</b>	Общая операционная картина (Common Operation Picture)
<b>HOT</b>	Humanitarian Openstreetmap Team – Гуманитарная команда Openstreetmap
<b>NRT</b>	Near Real-Time – режим около реального времени
<b>RGB</b>	Цветное изображение в видимом спектре (красный, зеленый, синий каналы)
<b>RGB</b>	Цветное изображение в видимом спектре (красный, зеленый, синий каналы)
<b>RT</b>	Режим реального времени (Real Time)
<b>АПК</b>	Аппаратно-программный комплекс
<b>АФАР</b>	Активная фазированная антенная решетка
<b>АФС</b>	Аэрофотосъемка
<b>АХОВ</b>	Аварийно-химически опасные вещества
<b>БАС</b>	Беспилотные авиационные системы
<b>БД</b>	База данных
<b>ВЛ</b>	Высоковольтная линия
<b>ВР</b>	Высокое разрешение
<b>ВС</b>	Воздушное судно
<b>ВСМ</b>	Высокоскоростная железнодорожная магистраль
<b>ГИС</b>	Геоинформационные системы
<b>ГМО</b>	Гидрометеорологическое обеспечение
<b>ГО</b>	Гражданская оборона
<b>ГТО</b>	Газотранспортные общества
<b>ДДЗЗ</b>	Данные дистанционного зондирования Земли
<b>ДЗЗ</b>	Дистанционное зондирование Земли
<b>ЕКА</b>	Европейское космическое агентство

<b>ДКР</b>	Древесно-кустарниковая растительность
<b>ЗМР</b>	Зона минимальных расстояний
<b>ЗО</b>	Зона отчуждения
<b>ИИ</b>	Искусственный интеллект
<b>ИК</b>	Инфракрасный диапазон
<b>ИС</b>	Информационная система
<b>ИТ</b>	Информационные технологии
<b>КА</b>	Космический аппарат
<b>КАПИТАН</b>	Комплекс автоматического планирования интерактивной транспортировки арктической нефти — интеллектуальная цифровая система управления арктической логистикой
<b>КСЯ</b>	Коэффициент спектральной яркости
<b>ЛА</b>	Летательный аппарат
<b>ЛЭП</b>	Линия электропередачи
<b>ЛПР</b>	Лицо, принимающее решение
<b>МГ</b>	Магистральный газопровод
<b>МЧС</b>	Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
<b>НК</b>	Нефтяные компании
<b>НОРД</b>	Наблюдение - Ориентация - Решение - Действие
<b>НПА</b>	Нормативный правовой акт
<b>НР</b>	Низкое разрешение
<b>ОГАС</b>	Общегосударственная автоматизированная система учета и обработки информации
<b>ОД</b>	Открытые данные
<b>ОЗ</b>	Охранная зона
<b>ОКР</b>	Опытно-конструкторские работы
<b>ОЭС</b>	Оптико-электронная система

<b>ПД</b>	Пространственные данные
<b>ПК</b>	Персональный компьютер
<b>ПО</b>	Программное обеспечение
<b>ППОЭ</b>	Программа проведения опытной эксплуатации
<b>РЛИ</b>	Радиолокационные изображения
<b>РМВ</b>	Реальный масштаб времени
<b>РСА</b>	Радиолокатор синтезированной апертуры
<b>РСЧС</b>	Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций
<b>СВР</b>	Сверхвысокое разрешение
<b>СКМ</b>	Система космического мониторинга
<b>СО</b>	Ситуационная осведомленность, здесь и далее - на основе пространственной информации
<b>СР</b>	Среднее разрешение
<b>СЦ</b>	Ситуационный центр
<b>СЦУ</b>	Стандартный цикл управления
<b>ТС</b>	Транспортное средство
<b>УО</b>	уголковые отражатели
<b>ФАР</b>	Фазированная антенная решетка
<b>ЧАЭС</b>	Чернобыльская атомная электростанция
<b>ЭК</b>	Электронные оперативные карты

## Введение

Цель создания ситуационного центра (СЦ) - получение ситуационной картины постоянно меняющейся обстановки. Своё происхождение СЦ берут из военной отрасли, далее концепция была перенесена на решение задач чрезвычайных ситуаций (ЧС). Эффективное реагирование на чрезвычайные ситуации предполагает высокий уровень координации между силами, задействованными в задачах по ликвидации последствий ЧС. Но современный мир требует понимания картины происходящего и принятия оперативных решений и при работе предприятий, и принятии срочных бизнес-решений. Концепция СЦ стала заимствоваться и адаптироваться под задачи других отраслей, а с наступлением эры интернета – размываться от концепции контрольного пункта с рабочими местами до концепции онлайн-сервисов с режимом общего доступа сотрудников и коробочных решений, предназначенных для решения рутинных задач.

Западный термин Common Operating Picture (COP) - Общая операционная картина - означает инструмент управления, который обеспечивает ситуационную осведомленность, позволяя пользователям принимать точные решения, основанные на текущих или планируемых действиях. Данные и источники в реальном времени используются для поддержки всех функций реагирования с использованием единой платформы пространственных данных (ПД). COP предоставляет операторам СЦ и группам управления инцидентами всеобъемлющую картину для внесения корректировок в оперативную и плановую деятельность [23].

В СССР идея создания прообразов современных ситуационных центров - Единой государственной сети вычислительных центров - возникла в 1960-х годах, однако она не была реализована. Первым опытом создания СЦ стала система «Контур» - первая отечественная информсистема для управления экономикой и для информационной поддержки принятия решений высшими органами власти страны, введенная в 1984 году.

Разработка и эксплуатация отдельных СЦ, формирование типовых элементов продолжались в 1997-2007 годах, за этим последовали массовое внедрение СЦ в практику работы органов государственной власти в 2008-2012 гг. и создание системы распределенных СЦ, работающих по единому регламенту в 2013 г. К настоящему времени в России созданы и функционируют ситуационные центры в 17 министерствах и ведомствах. Запланировано создание СЦ еще в 17 органах власти [19, 20].

С 2000-х годов СЦ активно внедряются не только в стратегических звеньях управления государственной власти, но и в различных сферах управления

промышленностью и общественной жизнью. Функционируют СЦ корпораций и крупных промышленных предприятий в энергетической, нефтегазовой, транспортной и других отраслях (ситуационные центры «Газпром», ОАО «Федеральная пассажирская компания», ПАО «Аэрофлот» и др.). Ряд образовательных учреждений запустили свои ситуационные центры - РАНХиГС при Президенте РФ, СПбУ МВД России, РГГУ, МГИМО) [21, 22].

Также в настоящее время идет разработка инфраструктуры глобального цифрового пространства страны на основе системы распределенных ситуационных центров (СРСЦ), которая обеспечит трансформацию процессов стратегического, оперативного и проектного управления в цифровую среду, обеспечив информационное взаимодействие федеральных, региональных и корпоративных ситуационных центров в мощную распределенную вычислительную систему.

В каждом конкретном случае СЦ создается под конкретные задачи. СЦ в России ассоциируется с «комнатой принятия решений», неким конференц-залом с монитором, при этом отсутствует акцент на качестве поставляемых данных, их визуализации и самом процессе принятия решения. Основные проблемы создания СЦ связаны с разработкой систем поддержки принятия решений первым лицом, анализа данных, системного проектирования всей цепочки работы с данными от систем сбора до качественной визуализации и проектирования пользовательских интерфейсов.

Можно предположить, что в ближайшее время будут усиливаться требования к функциональным возможностям СЦ. Будет требоваться большее количество собираемых данных, обработка большего количества метрик. Но рост объема отображаемой информации не может быть бесконечным, поэтому следующим этапом развития ситуационных центров становится автоматизированная обработка принимаемых данных (например, анализ тенденций и поиск отклонений) и отображение лишь той информации, что будет представлять интерес для оператора. Также, по мере развития технологий искусственного интеллекта (ИИ), в ситуационные центры начинают интегрироваться системы предиктивной аналитики и поддержки принятия решений.

Для создания СЦ нужны участники с различными компетенциями, которые могут быть как подразделениями одного предприятия, так и быть представлены различными компаниями, реализующими различные бизнес-модели. При этом компании, которые собирают СЦ под требования и нужды заказчика, взаимодействуют с бизнесами – поставщиками продуктов и услуг для СЦ, называются системными интеграторами.

Возникает ситуация, в которой зачастую решение создаётся исходя из того, что компании – поставщики могут предложить, а не реальных нужд потребителя, поскольку цепочка взаимодействия между участниками процесса растягивается. Актуальным становится вопрос о том, что необходимо конечному пользователю от модулей пространственных данных (ПД), которые должны встраиваться в общую систему СЦ как основополагающие элементы для задач, требующих пространственной осведомленности.

Для ответа на этот вопрос были выбраны четыре отрасли, эффективность которых существенным образом зависит от меняющихся погодных условий, оперативно складывающейся обстановки, или имеющих опасные производства: сельское хозяйство, лесное хозяйство, ресурсодобывающая промышленность, транспортная отрасль. В каждой из этих отраслей существуют системы получения пространственных данных, анализа меняющейся ситуации, а также диспетчерские, пункты управления, программное обеспечение (ПО) для управления рядом технических средств и другие аналоги СЦ или сами СЦ.

В данной работе рассматриваются требования отраслей к оперативным данным, что позволяет предложить СЦ оперативного мониторинга и реагирования на базе беспилотных авиационных и космических систем, которые будут выполнять конкретные задачи по сбору, хранению, обработке, визуализации оперативных данных с учетом выявленных требований, а также рассмотреть возможности коммерциализации технологий указанных СЦ.

1 Анализ и обоснование потребности в создании «Ситуационного центра» как средства организации оперативного мониторинга за показателями объектов или явлений природопользования при хозяйственной деятельности. Оценка требований по точности, периодичности и оперативности предоставления сервисных услуг на основе БАС и ДЗЗ для различных отраслей

### 1.1 Обоснование потребности в создании ситуационного центра как средства организации оперативного мониторинга

В области функционирования ситуационных центров как объектов государственного управления отсутствует правовая регламентация ряда ключевых элементов. Так, в российском законодательстве отсутствует единое определение, раскрывающее понятие «ситуационный центр», но существует ряд разрозненных определений по ГОСТ [1], в учебниках по специальностям информационных технологий, определений, которые дают компании, занимающиеся непосредственно системной интеграцией СЦ [2 - 5], и определение для СЦ электронного правительства [6].

После анализа указанных определений и проведения дискуссии в фокус-группе было принято следующее определение СЦ в рамках данной работы:

**Ситуационный центр** – комплекс программно-технических средств для сбора данных дистанционными средствами, их анализа и отображения в удобном виде для принятия оперативных решений в условиях меняющейся ситуационной обстановки.

Необходимым условием работы ситуационных центров является наличие технологий и методов ситуационной осведомленности. Ситуационная осведомленность (СО) означает способность моделировать последствия того, что происходит (или не происходит) и прогнозировать текущие события для установления того, что может произойти [8].

Необходимость в СО может возникать как при возникновении чрезвычайных ситуаций, так и для решения текущих задач. Задачи можно разделить на требующие периодического запланированного обновления данных и требующие оперативного получения данных для решения кризисной ситуации. Второй тип задач возникает редко и трудно предсказуем, однако несет большие риски. Поэтому требования к созданию ситуационных центров и получению картины ситуационной осведомленности будут отличаться в зависимости от задач отрасли и стоимости последствий возможных рисков.

Рассмотрим основные проблемы СО. Известно, что большинство техногенных аварий и катастроф происходит по причине человеческого фактора:

- 75% аварий и катастроф на море [10],
- Около 80% аварий и катастроф в авиации [11],
- Более 90% аварий и катастроф на дорогах [12].

Как правило, причиной возникновения ошибок, являются когнитивные искажения оператора той или иной системы, вызванные низкой слабой ситуационной осведомлённостью. История цивилизации знает множество общеизвестных примеров аварий и катастроф, вызванных недостатком СО, таких как катастрофа на ЧАЭС, когда вследствие недостаточной информированности операторы утратили контроль над реактором [13], авария самолёта SSJ-100 в Индонезии, крупнейшая железнодорожная катастрофа в истории СССР, крушение «Титаника» и «Коста Конкордии» и др. [14 - 16].

## 1.2 Оперативность и модели принятия решений

Современные модели принятия решений с использованием информации о состоянии окружающей среды основаны на цикличности этапов планирования определенной последовательности мероприятий в автоматизированном режиме (получение соответствующих напоминаний, уведомлений, справок, отчетов о ходе исполнения). С помощью полученных данных лицо, принимающее решение (ЛПР), оценивает сложившуюся ситуацию, вырабатывает и принимает решения и при необходимости вносит коррективы в планы работ и свою текущую деятельность. Цикл принятия решений связан с понятием оперативности, более того, скорость выполнения цикла становится одним из существенных параметров системы.

Работу современных ситуационных центров можно описать с помощью кибернетического саморегулирующегося и самовоспроизводящегося цикла управления Дж. Бойда (John Boyd). Так называемая петля Бойда или стандартный цикл управления (СЦУ) – основной элемент теории Бойда, который обозначается как НОРД: Наблюдение - Ориентация - Решение - Действие (англ. OODA: Observe - Orient - Decide - Act). Цикл основан на последовательности выполнения действий НОРД на этапах подготовки, принятия, исполнения и контроля решений. Его оптимизация заключается в уменьшении срока выполнения отдельных этапов цикла (Рисунок 1.1).

В системе военного планирования США петля НОРД рассматривается в качестве единой типовой модели цикла принятия решений для систем управления и контроля (C2 systems). Сформулированный первоначально для моделирования военной деятельности, цикл Бойда в дальнейшем был расширен и обобщен и для моделирования деятельности и принятия решений в бизнесе, политике и социологии (управление промышленностью, качеством продукции, проектами, научной деятельностью и менеджмент). В ряде случаев, когда противостоящей стороны нет, её роль может выполнять динамически изменяющаяся внешняя среда. Примерами таких ситуаций являются действия и принятие решений в условиях катастроф, стихийных бедствий и быстро меняющейся обстановки.

Содержание основных элементов цикла НОРД следующее:

- наблюдение – сбор информации от внутренних и внешних источников;
- ориентация – формирование множества возможных планов (вариантов) и оценка каждого их них по совокупности критериев;
- решение – выбор наилучшего плана действий для практической реализации;
- действие – практическая реализация избранного плана действий.

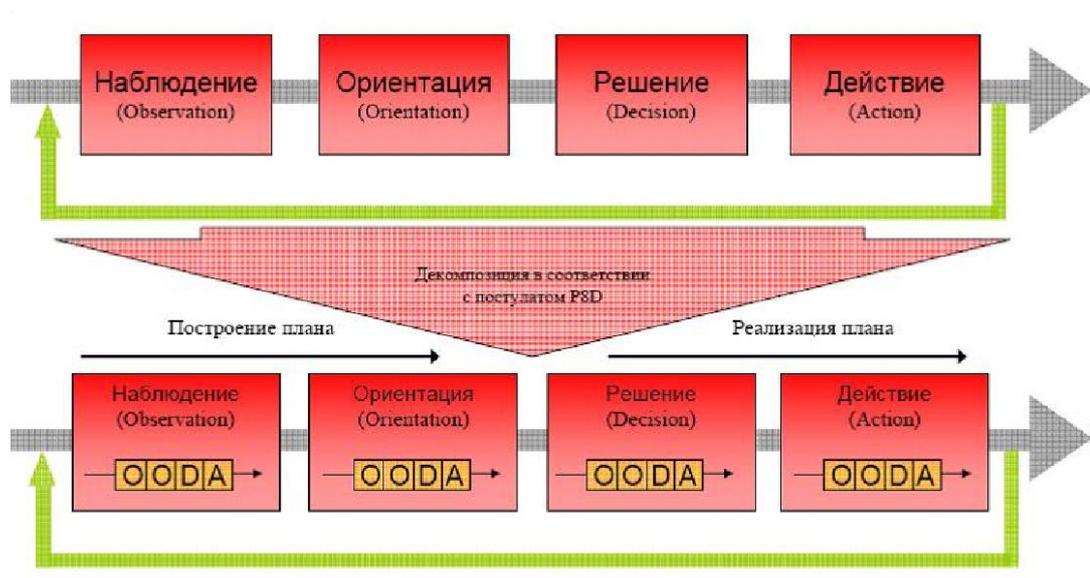


Рисунок 1.1 Структурная схема СЦУ НОРД Дж. Бойда и его декомпозиция на подготовку и реализацию плана.

На этапе Наблюдение осуществляется сбор информации, мониторинг состояния объектов природной среды и самого объекта управления. Совершенствование технологий наблюдения в настоящее время происходит двумя путями: - путем качественного улучшения технических характеристик датчиков измерения; - путем качественного расширения возможности получения общей операционной картины.

Реализация цикла НОРД в рамках СЦ дает возможность освещения больших территорий практически в режиме реального времени и обеспечивает поддержку режима СО глобального по размаху и детального по точности. Внедрение СЦ позволяет объединить в единую сеть все системы наблюдения (как наземные, так и аэрокосмические) и системы управления, и обеспечить применение сил и средств.

На втором этапе (Ориентация) выполняется планирование работ на основе имеющейся информации, создание одного или нескольких вариантов планов действий с учетом реальной обстановки, в том числе метеоусловий. На третьем этапе (Решение) каждый вариант оценивается по определенной совокупности критериев и принимается решение о выборе на определенный срок определенного рабочего плана [18].

### 1.3 Оперативность, периодичность и точность съемки спутниковых данных ДЗЗ

Оперативность предоставления сервисных услуг обычно подразумевает два основных, но разных параметра:

- время реакции системы – время от получения заказа (иногда – от закладки рабочей программы на борт КА) до доставки продукта заказчику;
- оперативность обработки данных – время от съёмки (иногда – от приема на наземной станции) до передачи продукта заказчику.

Получение оперативных пространственных данных с БАС может быть налажено разными способами: от заказа провайдером до личного БАС, поэтому далее будем говорить о спутниковых системах ДЗЗ и оперативности предоставления спутниковых данных. Время реакции системы зависит от технических и баллистических параметров системы ДЗЗ, обычный показатель составляет от 2 до 24 часов, в случае облачности стандартный период исполнения заказа может растянуться до 60 суток, при использовании системы КА с РСА – около 2-8 часов.

Оперативность обработки заказа определяется как техническими возможностями, так и категорией срочности продукта, обычно стандартные заказы ДЗЗ становятся доступны клиентам через 8-40 часов после съемки, а срочные продукты (продукты в масштабе времени, близком к реальному, или в квазиреальном масштабе времени PMB, NRT – Near Real-Time) доступны в период от 10-15 минут до 3 часов после съемки.

В качестве примера можно привести продукты, поставляемые в оперативном режиме NRT в открытый доступ сервисом LANCE (Land, Atmosphere Near Real-time Capability for EOS) космического агентства NASA (Таблица 1.1).

Таблица 1.1 Характеристики некоторых продуктов, предоставляемых в открытый доступ в режиме NRT сервисом LANCE [24]

Прибор	КА-платформа	Категории продуктов	Средняя задержка
ИК-зондировщик атмосферы AIRS (Atmospheric Infrared Sounder)	Aqua (США)	Отраженное излучение, Температура, Влажность, Осадки, Пыль, Облака и др.	75 - 140 мин.
СВЧ-радиометр AMSR2 (Advanced Microwave Scanning Radiometer 2)	GCOM-W1 (Япония)	Глобальное распределение влажности и осадков, Общее содержание влаги (TPW), Поле скорости ветра над океаном (OWS), Концентрация морского льда, Яркостная температура (Т <sub>b</sub> ), Влажность почвы и др.	75 – 165 мин.
Датчик молниевых разрядов (Lightning Imaging Sensor - LIS)	МКС	Карта молниевых разрядов, события, связанные с атмосферным электричеством и погодой	2 мин.
Спектрорадиометр (MISR - Multi-angle Imaging SpectroRadiometer)	Terra (США)	Поле скорости облаков, Отраженное излучение	90 - 120 мин.
Спектрорадиометр видимого и ИК диапазона (MODIS - Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)	Terra / Aqua (США)	Отраженное Излучение (250 м/500 м/1000 м), Облака/Аэрозоли, Водяной пар, Пожары (1000 м), Снег, Морской лёд, КСЯ земной поверхности, температура земной поверхности LST и др.	60 - 125 мин.
Спектрорадиометр видимого и ИК диапазона (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite - VIIRS)	Suomi NPP and JPSS-1 (США)	Пожары (375 м), Снег, Морской лёд, КСЯ земной поверхности, температура земной поверхности LST и др.	180 мин.

Усредненное значение показателя оперативности обработки данных в режиме NRT, которое составляет 1-3 часа, указано в описаниях продуктов ведущих компаний-операторов КА ДЗЗ, прежде всего продуктов на основе обработки радиолокационных изображений (РЛИ) для морских сервисов и клиентов нефтегазового сектора (обнаружение разливов нефти, контроль судоходства и ледовой обстановки). В современных морских сервисах контроля обстановки CleanSeaNet (ЕС) и ISTOP (Канада) оперативность доставки продуктов на основе РЛИ составляет от 10-15 до 30 минут.

Параметр оперативности доставки продуктов зависит от используемых технических средств и может варьироваться в зависимости от используемого способа доступа к

оперативным продуктам: - через веб-сервис компании-провайдера услуг ДЗЗ; - через сервера обработки продуктов от собственного центра ДЗЗ с приемной станцией.

Современные группировки КА ДЗЗ обеспечивают возможность съемки от 1 до 20 раз в сутки в зависимости от географического положения объекта съемки. Некоторые операторы систем ДЗЗ, опираясь на возросшую съемочную производительность бортовой аппаратуры ДЗЗ, предоставляют доступ к массивам данных съемки районов интереса с суточным обновлением информации (Planet, Maxar Technologies, Airbus DS и др.).

Открытые ресурсы данных ДЗЗ (прежде всего, программ Sentinel, EOS и LANDSAT) играют определяющую роль в формировании требований к оперативности и периодичности сервисов доступа к продуктам ДЗЗ.

Продукты и сервисы на основе открытых данных ДЗЗ из космоса определяют базовую геопространственную основу и обзорную оперативную информацию, которая требует детализации в районах интереса с помощью доступных БАС, авиационных средств или коммерческих систем ДЗЗ сверхвысокого разрешения.

Классификация пользователей по потребностям в оперативной информации показывает, что большинство потребителей устраивает оперативность доставки результатов ДЗЗ в интервале от 1 до 7 суток (по данным исследований EARS). В общей сложности доля потребителей, которые готовы воспользоваться архивными данными, допускают низкую оперативность получения или не предъявляют специальных требований к срокам получения результатов ДЗЗ, составляет 64% (Рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 Распределение пользователей по требованиям к оперативности получения данных ДЗЗ

#### 1.4 Требования отраслей для разработки решения в области ситуационного центра

СЦ, представляющий собой объединение различных функциональных блоков, должен обеспечивать возможность выбора различных источников данных для ситуационной осведомленности, исходя из бизнес-требований со стороны пользователя.

В данном разделе проводится анализ бизнес-требований к СЦ со стороны потенциальных заказчиков основных экономических сегментов.

Согласно информации на сайте государственных закупок в 2019 году Государственная корпорация «Роскосмос» объявила конкурс на создание комплекса информационных отраслевых сервисов, функционирующих на основе данных дистанционного зондирования Земли из космоса (Шифр ОКР: «Цифровая Земля – сервисы»).

Согласно Техническому заданию, цель выполнения ОКР: создание комплекса эффективных, клиент-ориентированных информационных сервисов, на постоянной основе обеспечивающих органы власти, граждан, организации и предприятия информационными продуктами о состоянии территории, различных видах деятельности в ее пределах на основе данных дистанционного зондирования Земли из космоса и автоматизированных методов их обработки и анализа, включая механизмы обработки больших объемов разнородных структурированных и неструктурированных данных (Big Data), с применением технологий машинного обучения (Machine Learning).

Техническое задание также даёт нам представление о востребованности тех или иных продуктов спутникового ДЗЗ и к оперативности данных.

Комплекс предполагает создание нескольких сервисов, в Таблице 1.2 отметим те из них, которые относятся к отраслям, рассматриваемым в данной работе, а также сервисы для ЧС [26].

Таблица 1.2 Требования к некоторым сервисам в техническом задании на создание системы «Цифровая Земля – сервисы»

Отрасль	Сельское хозяйство	Лесное хозяйство	Добыча ресурсов	ЧС
Сервис	«Сельхоз-мониторинг»	«Лес-контроль»	«Карьеры»	«Чрезвычайные ситуации»
Назначение	Принятие управленческих решений, повышение эффективности и экологичности с\х. Отображает текущее состояние земель, ситуацию на местности, использование земель не по назначению, состояние посевов и прогноз их дальнейшего развития.	Упорядочение хозяйствования в лесном фонде, принятие управленческих решений, направленных на сохранение лесных ресурсов. Отображает состояние лесных ресурсов, общую ситуацию на местности, естественные изменения, происходящие в лесном фонде, деятельность, оказывающие влияние на состояние леса, за требуемый период времени с требуемой периодичностью.	Упорядочение недропользования, принятие управленческих решений, недопущения нарушений в ходе разработки полезных ископаемых открытым способом, недопущение незаконной разработки полезных ископаемых (в первую очередь общераспространенных) открытым способом, рекультивации существующих карьеров.	Информационное обеспечение предупреждения и ликвидации ЧС, оптимизации оперативных мер. Отображает текущую ситуацию на территории ЧС, информацию о половодьях, паводках, наводнениях в сопоставлении с ситуационной схемой, оперативную информацию о текущих очагах возгорания лесов, пожарах и палах степной и сельскохозяйственной растительности, строительство защитных гидротехнических сооружений, дамб, плотин.
Требования: к разрешению снимков	0,5 - 10 м	0,5 – 1 м	0,5 - 7 м	0,5 - 100 м, а также данные тепловых спектральных каналов с разрешением 100 - 1000 м.
к периодичности	До ежесуточной	До ежесуточной	До еженедельной	До ежесуточной
к стереопарам снимков	-	Разрешение 0,5 - 2 м	Разрешение 0,5 - 2 м	Разрешение 0,5 - 2 м
Задачи мониторинга	изменения в: структуре земель сельхоз. назначения за период времени, вовлечении и изъятии земель из сельхоз. оборота, других видах деятельности в их пределах, использовании земель не по назначению, процессах развития посевов, прогнозах урожайности, предупреждении негативных процессов.	естественные изменения, ветровалы, участки пожаров, насаждения, пострадавшие и погибшие от вредителей и болезней, сплошные и выборочные рубки, рубки под инфраструктуру, прочистка просек, посадка и уход за лесными культурами: высокопериодичные, незаконная деятельность в лесном фонде.	состояние, площади, объем изъятия, появлении новых, либо рекультивации имеющихся карьеров, незаконные карьеры и нарушения в ходе недропользования.	половодья, паводки, наводнения, пожары с высоким уровнем детализации контуров, контроль работ по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, в том числе с определением соответствия темпов и объемов.

#### 1.4.1 Государственные организации

Запросы со стороны пользователей СЦ типового субъекта РФ обычно регулируются внутренними нормативными документами, которые не являются общедоступными. Таким образом, потенциально востребованные классы объектов и требования к периодичности съемки можно составить на основе нормативных документов для конкретных потребителей сервисов на основе данных беспилотных авиационных систем (БАС) и КС. Одной из наиболее востребованных областей применения СЦ для решения государственных задач является область предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Основные задачи в области предотвращения и снижения уязвимости в ЧС природного и техногенного характера, решаемые с помощью дешифрирования космических снимков:

- Определение/уточнение зоны поражения территории в результате потенциальных ЧС;
- Инвентаризация объектов, попадающих в зону возможного поражения;
- Выявление источников ЧС;
- Сопровождение мероприятий по устранению последствий ЧС (создание оперативных карт, мониторинг путей эвакуации и пр.)

ЧС по происхождению делятся на природные, техногенные и биолого-социальные.

1) Определение зон воздействий потенциальных природных ЧС и инвентаризация объектов, находящихся в этих зонах, детектирование последствий природных ЧС:

1. *геологических*, в том числе: переработка берегов объектов гидросети; процессы оврагообразования и оползнеобразования, абразии береговых склонов; выветривания, курумы, просадочные процессы; мониторинг сейсмической активности, вулканических процессов и выбросов вулканов [27], карстовые процессы;
2. *гидрологических*, в том числе: паводковые затопления, подтопление грунтовыми водами;
3. *гидродинамических*: уточнение зоны затопления в результате возможного прорыва дамбы, инвентаризация опасных объектов (объектов хранения нефтепродуктов и др. потенциально опасных веществ) и объектов, представляющих особую ценность (археологических и др.) в зоне возможного затопления;
4. *детектирование последствий метеорологических ЧС*, в том числе: территории поваленных деревьев, состояние дорог, мостов;

5. *территории природных пожаров* - детектирование очагов лесных/степных пожаров, мониторинг состояния противопожарных минерализованных полос и барьеров, содержание противопожарных дорог и пр., мониторинг появления критической доли хвойных сухостоев и отдельных пород повышенной пожароопасности, которые в совокупности с естественными предпосылками (малоснежная зима; длительный бездождевой период с высокой (выше средней многолетней) среднесуточной температурой воздуха и малой относительной влажностью в начале пожароопасного сезона и пр.) могут повысить риск возникновения природных пожаров [28];
6. мониторинг ледовой обстановки, сходы лавин [29];
7. мониторинг зон распространения *эвтрофикации*.

2) Определение зон воздействий потенциальных антропогенных ЧС и инвентаризация объектов, находящихся в этих зонах, выявление последствий антропогенных ЧС:

1. выявление нарушений пожарной безопасности:
  - выявление нарушений противопожарных расстояний между зданиями (инвентаризация недоступных пожарной технике узких проездов, выявление сараев, дровяных складов и прочих пристроек к жилым зданиям и т.д.);
  - контроль состояния противопожарных полос (наличие/отсутствие травы, кустов, деревьев, сухостоя и т.д.);
2. аварии на транспорте (железнодорожном, автомобильном, морском, космические катастрофы), аварии на нефтепроводах, буровых платформах, выбросы на нефтяных и газовых месторождениях;
3. внезапное обрушение зданий, сооружений, аварии на электростанциях, энергосетях, очистных сооружениях, гидродинамические аварии;
4. аварии с выбросом аварийно химически опасных веществ (АХОВ);
5. крупные выбросы метана, CO<sub>2</sub> и т. п.;
6. аварии на АЭС, атомных реакторах, хранилищах;
7. крупные террористические акты.

3) Определение зон воздействий потенциальных биолого-социальных ЧС и инвентаризация объектов, находящихся в этих зонах, выявление последствий биолого-социальных ЧС:

1. выявление *эпифитоотий* - крупных очагов заболевания лесов и с/х культур;
2. выявление загрязнений водоемов, сбросов сточных вод.

Таблица 1.3 Описание основных параметров и задач мониторинга ситуационного центра для субъекта РФ

Типовые задачи	Потенциальные потребители	Требования к оперативности и качеству целевых показателей	Перечень продуктов
Регулярный мониторинг области интереса для динамического контроля целевых параметров состояния объектов	ОГВ (МЧС России, Минобороны России, Минкультуры России, Минвостокразвития России, Минсельхоз России, Минстрой России, Минтранс России, Минэкономразвития России, Министерство природы России)	Определяются бизнес-требованиями конкретных заказчиков и возможностями современных систем ДЗЗ.	1. Система автоматического детектирования изменений целевых объектов в охранной зоне (незаконные вырубки лесов, изменение объектов инфраструктуры транспортных и энергосетей).
Контроль и количественная оценка изменения целевых параметров состояния объектов внутри области интереса	<p>Федеральные службы по контролю и надзору (Росприроднадзор, Счетная палата России, Государственный строительный надзор (Ростехнадзор), Росреестр)</p> <p>Региональные филиалы служб по контролю и надзору (Природнадзор, Строительный надзор).</p> <p>Управы районов крупных городов (управления архитектуры и градостроительства, Строительный надзор)</p>		<p>1. Система автоматической оценки объемов зарастаний древесно-кустарниковой растительности для мониторинга ЛЭП.</p> <p>2. Система автоматического контроля выполнения работ по расчистке зарастаний древесно-кустарниковой растительности для мониторинга ЛЭП.</p> <p>3. Система автоматической оценки последствий природных и техногенных ЧС (природные пожары, наводнения, землетрясения, ураганы, нефтеразливы, выбросы отходов и т.д.).</p> <p>4. Система автоматического контроля выполнения работ по строительству автомобильных и железных дорог.</p>
Распознавание целевых объектов в области интереса (инвентаризация, выявление нарушений)	<p>Компании региональные операторы энергосетевого комплекса, транспортных сетей (МРСК, операторы трубопроводов, ЖД, автодороги).</p> <p>Коммерческие компании, осуществляющие операции с природными ресурсами страны (с/х, лесной фонд, строительство, ритейл).</p> <p>Страховые компании и банки при выдаче кредитов коммерческим компаниям, использующие природные ресурсы в своей деятельности.</p>		<p>1. Система автоматического детектирования объектов незаконного строительства в охранной зоне ЛЭП.</p> <p>2. Система автоматического детектирования ОКС с определением семантики застройки.</p> <p>3. Инвентаризация и контроль использования объектов с/х работ и лесного фонда (поля в обороте, валидация границ рубок, оценка лесозапасов).</p> <p>4. Инвентаризация объектов гидроэлектростанций.</p>
Прогнозирование сроков/объемов изменений целевых параметров объектов внутри области интереса			<p>1. Система автоматического определения динамики строительства многоквартирных зданий.</p> <p>2. Рекомендательная система по оценке стоимости работ по расчистке зарастаний древесно-кустарниковой растительности для мониторинга ЛЭП.</p>

#### 1.4.2 Сельское хозяйство

На международном рынке уже существуют решения организации информации для фермерских хозяйств с целью принятия ежедневных оперативных решений, такие как Trimble, Onfarm, ThingsBoard, Pairee и др. Системы работают по сервисной модели, предоставляя доступ к онлайн-сервисам или офлайн-версиям приложений. Основными блоками сервисов являются: модуль количества осадков и точного прогноза погоды, модуль мониторинга полива, модуль расположения и контроля техники для работы в поле, модуль состояния почвы, модуль спутниковых данных (не у всех сервисов есть) и т.д. Некоторые сервисы позволяют собирать информацию с любых видов датчиков, выбранных пользователем. Предоставление данных ДЗЗ в этом случае является услугой, поставляемой через сервис-интегратора всей необходимой сельскому хозяйству информации.

В качестве отдельного направления получения данных для сельского хозяйства необходимо рассмотреть космический мониторинг, который позволяет накапливать данные об одном и том же участке местности с заданной периодичностью, учитывая ограничения космической системы. Внедрение космического мониторинга позволяет минимизировать затраты на наземные средства обследования почв, получать информацию о посевах, о ЧС, структурировать данные о местности, выявлять участки деградации, заболачивания почв, определять состояние почвенного покрова, выявлять несанкционированное использование земель, проводить мониторинг состояния посевов на различных стадиях вегетации, выявлять неблагоприятные процессы [30].

Так, в программных решениях, относящихся к классу «Farm Management Software», модуль мониторинга на основе данных ДЗЗ стал обязательным. Можно для примера привести широко используемые продукты международного уровня: Cropio, FarmersEdge, FarmLogs, NextFarming [31]. Во всех этих продуктах есть блок космомониторинга (при этом в каждом продукте свой «индивидуальный» функционал), который, исходя из позиционирования в информационных материалах (вебинары, лендинги, документация), служит одним из основных модулей для конечного пользователя.

Можно выделить укрупненно два макро направления, по которым идет совершенствование текущих и разработка новых технологий в области агромониторинга:

Повышение точности определения и прогнозирования различных биофизических параметров растений и почвы. В рамках этого направления разрабатываемые модели и алгоритмы, как правило, связаны с анализом мультиспектральных данных ДЗЗ [32].

Фотофиксация по снимкам с БАС стрессовых факторов: сорняки, заболевания, вредители. В этой области интенсивно используются алгоритмы, относящиеся к технологиям компьютерного зрения [34].

Технологии группы (1) - широко применяются на практике. Технологии группы (2) - активно исследуются, апробируются, есть пилотные внедрения, но пока все-таки нет широкого внедрения в практику.

В качестве краткого обобщения прикладных задач агромониторинга можно привести сводную таблицу (Таблица 1.4) [32].

Таблица 1.4 Применение ДЗЗ в сельском хозяйстве для различных стейкхолдеров и соответственно пространственным и временным требованиям. RT – реальное время (Real Time), CC – цикл урожая (Crop Cycle), Y – год (Year), LTDA – архив данных за длительное время (Long Term Data Archive) [31]

Применения в сельском хозяйстве	Фермеры		Местные власти	Частный сектор Агробизнесы	Правительство	Международные организации
	Поле	Ферма	Управление площадями (a)	Распределенные поля (b)	Страна	Глобально
Фенотипирование				RT		
Мониторинг использования земель			CC, Y, LTDA	CC, Y	Y, LTDA	Y, LTDA
Прогноз урожайности	RT, CC	RT, CC	Y	RT, CC, Y, LTDA	Y, LTDA	Y, LTDA
Точное земледелие	RT	RT		RT, CC		
Экосистемные сервисы		CC, Y, LTDA	CC, Y, LTDA		CC, Y, LTDA	CC, Y, LTDA

a - Управление площадями: множество участников в региональной зоне с общими или расходящимися интересами.

b - Распределенные поля: в случае фенотипирования, это касается микро участков с различными генотипами и выращиванием в различных условиях (азот, вода и т.д.), в случае сельскохозяйственного кооператива или индустрии поля могут быть распределены по регионам, которые могут быть расположены в одной или нескольких странах.

В более развернутом виде реестр прикладных задач с акцентом, во-первых, на практику российского рынка и, во-вторых, на анализ степени оперативности решаемых задач, представлен в Таблице 1.5. Задачи разбиты по категориям пользователей [33 - 50]. Согласно приведенной таблице можно выделить наиболее оперативные задачи агромониторинга:

- Детектирование сельскохозяйственных палов
- Андеррайтинг при подаче заявления на страхование урожая текущего сезона
- Мониторинг динамики развития
- Планирование уборочных работ
- Фотофиксация вредителей, болезней, сорняков

Что касается регламентов, можно привести такой пример. Для второй из вышеперечисленных задач в компании РСХБ-страховании установлен следующий норматив: оценка рисков потенциального страхователя должна быть произведена в течение одного рабочего дня. То есть, не более, чем за 8 рабочих часов должны быть проверены данные заявителя и дана оценка текущего состояния будущего урожая. Для проведения оценки требуется как ряд исторических данных ДЗЗ для проверки указанных севооборота и площадей, так и оперативные данные для оценки текущего состояния посевов, чтобы исключить страховое мошенничество.

Несмотря на появление в последние годы сверх востребованных открытых данных со спутников Sentinel-2, которые обеспечили гарантированную повторяемость съемки раз в 5 дней (без учета влияния облачности), остается запрос на повышение частоты доступных данных космического мониторинга с детальностью не хуже 10 метров. В оптическом диапазоне идеально иметь доступ к ежедневной съемке. Это существенно повысит вероятность наличия безоблачного снимка не старше 6 дней на момент времени принятия решения по внесению удобрений, проведению полевых выездов, планированию уборочных работ. На данный момент группировка Planet обеспечивает близкую к ежедневной частоте съемку, но эти данные недоступны, поскольку Planet заключил эксклюзивный договор с компанией FarmersEdge на применение данных Planet для агромониторинга.

Для более широкого применения БАС, особенно для задач регулярного и, тем более, оперативного мониторинга, необходимо убрать ограничение контрольного просмотра и снизить стоимость получения данных

Потенциально вторая задача может быть решена, если убрать необходимость участия оператора БАС, то есть ручного труда. Это возможно, в случае развития технологии сетей автономной эксплуатации БАС (станции подзарядки, передачи данных и тд.). Как раз этот блок технологий находится в активной разработке в области БАС. Тем не менее на текущий момент в РФ из-за нормативных ограничений данные ДЗЗ с БАС на практике применяются только для задач инвентаризации и не используются активно для оперативного мониторинга.

Таблица 1.5 Анализ степени оперативности решаемых задач

Блок задач/задача	Расшифровка	Используемые в практике данные ДЗЗ	Регулярность	*Оперативность	Пример продукта, проекта
Государство (различные контрольно-надзорные, регулирующие, управляющие органы)					
Макро-прогнозирование урожайности текущего сезона («виды на урожай»)	Прогнозирование валовой урожайности в различном административно-территориальном разрезе. Как правило, одним из факторов урожайности в статистических моделях служат различные интегральные вегетационные индексы	Космос низкого разрешения (MODIS, NOAA)	1 - 4 раза в год	1-2 недели	USA. DEPARTMENT OF AGRICULTURE yield reports, China CropWatch Bulletin, РФ ВЕГА ИКИ РАН
Контроль землепользования	Картирование с\х угодий, выявление неиспользуемых земель, оценкой площадей пашни, выявление не разрешенных видов использования	Космос низкого и среднего разрешения (MODIS, Landsat, Sentinel)	1-4 раза в год	>1 месяца	EU Sen2Agri, РФ ЕФИС ЗСН
Контроль земледелия с государственной поддержкой	Проверка факт и площади обработки, определение возделываемой культуры, проверка соблюдения дотируемых практик земледелия (доплата за «экологизацию»).	Космос среднего и высокого разрешения (Landsat, Sentinel, Spot 6-7)	1-4 раза в год	>1 месяца	European Union, Common Agricultural Policy (CAP-CwRS). Данные ДЗЗ активно используются Европейским Союзом в целях контроля за выделением сельскохозяйственных субсидий в рамках Единой Сельскохозяйственной Политики (программа CwRS)

Агротехнический мониторинг	Оценка состояния мелиоративной сети, выявление негативных процессов (от почвенной эрозии, до ареалов борщевика), определения степени зарастания на заброшенных землях. Выявление нелегальных карьеров, свалок. Определение степени зарастания на землях с\х назначения	Космос высокого разрешения, БАС	раз в год	>1 месяца	Проекты инвентаризации с\х угодий в регионах РФ, в частности в: Самарской, Московской и Ленинградской областях
Страховые компании, финансовые институты					
Андеррайтинг. Оценка рисков страхования урожая сезона СЛЕДУЮЩЕГО года	Ретроспективный анализ участков, проверка площадей, севооборота страхователя	Космос среднего разрешения (Sentinel, Landsat)	разово (по факту обращения)	> 1 месяца	РСХБ-агрострахование
Андеррайтинг. Оценка рисков страхования урожая ТЕКУЩЕГО сезона	Выявления признаков негативного состояния посевов, оценка рисков снижения урожайности (стандартный кейс, когда агропроизводитель обращается в страховую компанию в разгар сезона, после сева и даже после появления всходов на полях)	космос среднего разрешения (Landsat, Sentinel) и потенциально БАС	разово (по факту обращения)	< 1 недели	РСХБ-агрострахование
Проведение выборочных инспекций, полевых объездов	Проверка соответствия заявленных данных страхователями, оценка рисков, выявление недобросовестного хозяйствования	космос среднего разрешения (Landsat, Sentinel) и потенциально БАС	разово (выборочные проверки полей страхователей)		РСХБ-агрострахование
Проверка страхового заявления	Оценка ущерба, проверка факта ущерба	космос среднего разрешения (Landsat, Sentinel) и потенциально БАС	разово (по факту обращения)	< 1 недели	РСХБ-агрострахование

Индексное страхование	Индексное страхование отличается от классического («заявительного») тем, что страховые выплаты производятся автоматически по факту достижения критических значений различных погодных индексов и/или индексов вегетации, индексов валовой урожайности.	Космос низкого разрешения (MODIS, NOAA)	раз в неделю	1-2 недели	USA Climate, EU ELeaf,
Сельхозтоваропроизводители (фермерские хозяйства, агрохолдинги)					
Инвентаризация производственных участков	Определение точных границ полей, построение рельефа, направлений водотоков, определение необрабатываемых участков внутри границ полей (ЛЭП, ДКР)	Космос высокого разрешения, БАС	разово	> 1 месяца	КосмосАгро, Спутник Агро, АгроДронГрупп
Зонирование поля, расчет нормы внесения основных норм удобрений NPK в начале сезона (до сева или одновременно с севом)	Определение зон обработки в соответствии со структурой почвенного покрова, рельефом или зонами плодородия	Космос среднего и высокого разрешения (Sentinel, Landsat, PlanetScope, Spot 6-7)	раз в год	> 1 месяца	OneSoil, ExactFarming, FARMSTAR
Мониторинг динамики развития	Решаемые задачи по ДЗЗ: - Оценка состояния после перезимовки - Определение норм дифф. внесения азотной подкормки - Определение маршрутов полевых обследований (на основе карт неоднородности) - Прогноз урожайности	Космос среднего и высокого разрешения (Sentinel, Landsat, PlanetScope, Spot 6-7), ** БАС (мало)	еженедельно в течение периода активной вегетации	<1 недели	OneSoil, ExactFarming, FarmersEdge, Cropio

Планирование уборочных работ	Составление план для очередности уборки полей	Космос среднего и высокого разрешения (Sentinel, Landsat, PlanetScope, Spot 6-7), ** БАС (мало)	раз в год	<1 недели	
Выявление угроз: болезни, вредители, сорняки	Автоматическое определение технологиями компьютерного зрения опасных явлений по визуальным признакам	*** БАС (потенциально)			В стадии активной разработки, апробаций в полевых условиях, пилотные проекты, множество публикаций, но пока не промышленная технология

Ниже представлен НПА, устанавливающий требования по использованию данных ДЗЗ в сельском хозяйстве.

**Приказ Минсельхоза России от 24.12.2015 № 664 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения»**, в соответствии с которым при осуществлении государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения необходимые сведения получают с использованием данных дистанционного зондирования (съемки и наблюдения с космических аппаратов, самолетов, с помощью средств малой авиации и других летательных аппаратов). Съемки, наблюдения и обследования, осуществляемые в ходе проведения государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, в зависимости от срока и периодичности проведения делятся на: а) базовые (исходные) наблюдения - система мероприятий по сбору и обработке информации за состоянием сельскохозяйственных земель с использованием наземных наблюдений и (или) данных дистанционного зондирования Земли; б) периодические наблюдения - система мероприятий по сбору и обработке информации за состоянием сельскохозяйственных земель, в том числе их фактическом использовании, и состоянием почв, проводимых не реже одного раза в 5 лет с использованием наземных наблюдений и (или) данных дистанционного зондирования Земли; в) оперативные наблюдения - система мероприятий по сбору и обработке информации о текущем состоянии и использовании сельскохозяйственных земель, проводимых не реже одного раза в год (в период вегетации сельскохозяйственных культур) с использованием наземных наблюдений и (или) данных дистанционного зондирования Земли. Требования по оперативности не установлены. Требования по точности не установлены.

#### 1.4.3 Лесное хозяйство

Приказ Минприроды России от 21.08.2017 №451 «Об утверждении перечня информации, включаемой в отчет об использовании лесов, формы и порядка представления отчета об использовании лесов, а также требований к формату отчета об использовании лесов в электронной форме» и приказ Минприроды России от 21.08.2017 №452 «Об утверждении перечня информации, включаемой в отчет о воспроизводстве лесов и лесоразведении, формы и порядка представления отчета о воспроизводстве лесов и лесоразведении, а также требований к формату отчета о воспроизводстве лесов и лесоразведении в электронной форме» обязывают лесные хозяйства использовать данные ДЗЗ в отчетах об использовании лесоматериалов и воспроизводстве лесного фонда.

Лесозаготовители могут выбирать между спутниковыми снимками, аэрофотосъемкой или фото- и видео- съемкой. Крупные компании предпочитают данные спутниковой съемки. Требования к съемке – разрешение не хуже 15 метров.

Но важно понимать, что давность предоставляемых снимков составляет 3 месяца согласно закону, поэтому, например, компания «СКАНЭКС» предлагает увеличить этот срок до 6 месяцев в силу объективных обстоятельств. В силу длительных сроков работы со снимками такая задача может решаться в СЦ для лесного хозяйства, но не является примером применения оперативных данных [51].

Заказ услуг мониторинга лесного покрова с помощью БАС является плановой регулярной работой в отрасли: определяется качество леса, выявляется зараженность леса, густота, наличие восстановительных посадок в зонах старой вырубki и т.д. В данной работе не предъявляется требований к оперативности данных.

Спутниковый мониторинг используется для дистанционного обнаружения пожаров (а также половодий и других природных и техногенных ЧС). Среди основных оперативных задач, решаемых с помощью аэро- и космосъемки, можно выделить следующие:

- Обнаружение термоточек (термоаномалий, потенциальных очагов пожаров) и оперативное нацеливание на кризисные зоны БАС для оценки обстановки на основе детальной съемки;
- Оперативное документирование последствий ЧС и опасных явлений погоды, принятие решений по смягчению последствий ЧС.
- Контроль лесопользования с оперативным обнаружением лесосек с последующей оценкой их правомерности.
- Обнаружение нелегальных свалок и фактов нелегальной хозяйственной деятельности.

Методы обнаружения лесных пожаров можно разделить на наземный мониторинг и ДЗЗ, включающее в себя мониторинг с помощью БАС и спутниковых систем. Спутниковые системы позволяют выявлять и следить за распространением крупных лесных пожаров, но не позволяют небольшим лесным хозяйствам оперативно выявлять пожар.

Российский коммерческий сервис «Лесной дозор» предоставляет владельцем лесных угодий услуги по установке камер и мониторингу пожароопасной ситуации на заданной территории, то есть сервис наземного мониторинга для оперативного выявления возгорания. «Лесной дозор» предоставляет сервисную модель, позволяя оплачивать сервис

только на пожароопасный период времени года, то есть владелец лесного хозяйства должен его подключать и устанавливать инфраструктуру для работы сервиса [52].

Сервисы спутникового мониторинга лесных пожаров чаще имеют государственных заказчиков. Существуют открытые базы данных, например, аппарата MODIS, на основе которых строятся сервисы своевременного оповещения ответственных лиц. Так International Centre for Integrated Mountain Development предоставляет сервис оперативного оповещения по смс или e-mail для ответственных за контролем и тушением лесных пожаров в регионе Непала и Бутана [53]. The European Forest Fire Information System (EFFIS) поддерживает сервисы по защите от лесных пожаров в странах Европейского Союза и предоставляют информацию о лесных пожарах Европейской Комиссии и Европейскому парламенту [54].

Важнейшими информативными параметрами данных ДЗЗ для решения задач лесного хозяйства являются пространственное разрешение, временное разрешение, спектральный диапазон, оперативность съемки, возможность создания мультивременных композитов и обеспечение гарантированной съемки большой площади. Основные направления работ и требования к данным ДЗЗ для задач дистанционного мониторинга лесов приведены в Таблице 1.6.

Ниже перечислены НПА, устанавливающие требования по срокам, точности и периодичности использования данных ДЗЗ в лесном хозяйстве. Задачи, выполняемые в соответствии с приказами также указаны в Таблице 1.6.

**Приказ Минприроды России от 14.11.2016 № 592 «Об утверждении Порядка проведения государственной инвентаризации лесов»** устанавливает периодичность повторных наблюдений на постоянных пробных площадях, которая должна составлять 10 - 15 лет. Ограничивает использование съёмки ДЗЗ до снимков трехлетней давности. Требования по оперативности не установлены.

**Приказ Минприроды России от 05.04.2017 № 156 «Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга»** и **Приказ Рослесхоза от 16.03.2009 № 81 «Об утверждении методических документов»**, утвержденный Федеральным агентством лесного хозяйства. Результатами дистанционных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов являются подготовленные специальные карты масштаба не мельче 1:50000 для защитных и эксплуатационных лесов и не мельче 1:100000 для резервных лесов с нанесением границ (контуров) лесных насаждений с выявленными изменениями в санитарном и

лесопатологическом состоянии лесов в растровом формате с экспликацией, содержащей сведения о субъекте Российской Федерации, лесничестве, участковом лесничестве, урочище. Периодичность – ежегодно, требования по оперативности не установлены.

**Приказ Рослесхоза от 25.05.2005 № 112 «О космическом мониторинге лесных пожаров»**, утвержденный Министерством природных ресурсов Российской Федерации.

В соответствии с указанным приказом территория лесного фонда Российской Федерации, на которой осуществляется космический мониторинг лесных пожаров, делится на два уровня. К первому уровню относятся территории, на которых возможно применение авиации для уточнения данных космического мониторинга. Ко второму уровню относятся удаленные и труднодоступные территории, отчетность по которым формируется исключительно по данным космического мониторинга. Оперативные спутниковые данные в зоне космического мониторинга второго уровня следует использовать для учета лесных пожаров, оценки лесопожарной обстановки и принятия решений о необходимости их ликвидации. На всей охраняемой территории лесного фонда спутниковые данные используются в качестве дополнительного источника информации. Сообщение о лесном пожаре (3-ИСДМ) формируется в ФГУ «Авиалесоохрана» автоматически для каждого лесного пожара в зоне авиационного и космического мониторинга ежедневно в 1:00 по местному времени следующего дня по результатам комплексной обработки спутниковых снимков за прошедшие сутки. В сообщении указываются: географические координаты в формате ГГ°ММ,М' (пример, 56°45,6'); азимут (в целых градусах) и удаление (в целых километрах) от ближайшего населенного пункта до точки первой регистрации, а также название этого населенного пункта; «Область (край, республика, автономный округ, автономная область)», «Лесхоз», указываются соответствующие характеристики для точки регистрации пожара; «Авиаотделение» заполняются данные для точки регистрации. В случае если пожар был зарегистрирован в зоне космического мониторинга второго уровня и в процессе распространения перешел на территорию, охраняемую ФГУ «Авиалесоохрана», то в соответствующих графах заполняются данные по точке вхождения на территорию, охраняемую ФГУ «Авиалесоохрана»; «дата», «время» указывается соответственно дата и время первой регистрации лесного пожара в формате «ДД.ММ.ГГГГ» и «ЧЧ:ММ» (пример, 11.07.2004, 17:50); площадь при первой регистрации лесного пожара в целых гектарах.

Периодичность – ежедневно, оперативно. Требования по точности нормативно не установлены.

**Приказ Рослесхоза от 11.08.2015 № 290 «Об утверждении Положения о функциональной подсистеме охраны лесов от пожаров и защиты их от вредителей и болезней леса единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»**, утвержденный Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации. В соответствии с этим приказом основными мероприятиями, проводимыми органами управления и силами функциональной подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), в режиме повседневной деятельности является осуществление контроля за достоверностью сведений о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах с использованием данных автоматизированной информационной системы дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства, формируемых на основе данных, полученных с использованием наземных, авиационных и космических средств. Одной из задач функциональной подсистемы РСЧС является определение возможного характера чрезвычайной ситуации в лесах масштабы их развития. Требования по оперативности не установлены. Требования по периодичности не установлены.

**Постановление Правительства РФ от 18.05.2011 № 378 «Об утверждении Правил разработки сводного плана тушения лесных пожаров на территории субъекта Российской Федерации»**. В соответствии с постановлением, графическая часть сводного плана состоит из: карты-схемы распределения земель субъекта Российской Федерации по зонам охраны лесов от пожаров различными способами (с использованием наземных, авиационных или космических средств), в том числе зоны контроля, с указанием маршрутов авиационного патрулирования с границами муниципальных образований, лесничеств и лесопарков. Допускается использование масштабов от 1:200000 до 1:500000 включительно в зависимости от размеров территории лесничества (лесопарка). Требования по оперативности не установлены. Требования по периодичности не установлены.

**Приказ Минприроды России от 19.02.2015 № 59 «Об утверждении порядка осуществления государственного мониторинга воспроизводства лесов»**. Требования по оперативности не установлены. Требования по периодичности не установлены. Требования по точности не установлены.

**Приказ Минприроды России от 29.03.2018 № 122 «Об утверждении Лесоустроительной инструкции»**. Давность съемок не должна превышать 2 года. Срок повторяемости таксации лесов для национальных парков составляет - 15 лет, для государственных природных заповедников - 20 лет.

Таблица 1.6 Основные характеристики и требования к материалам ДЗЗ для дистанционного мониторинга лесов в РФ

Вид деятельности где применяются данные ДЗЗ	Состав работ где используются материалы ДЗЗ	Требования к данным ДЗЗ (пространственное / спектральное / временное разрешение)	Площадь работ / Оперативность получения данных	Кто проводит
Государственная инвентаризация лесов (ГИЛ)	- определение количественных и качественных характеристик лесов; - дистанционный мониторинг использования лесов;	От 0,5 м до 5 м / 1 - 4 канала PAN RG NIR / от 1 месяц до 1 года	Вся территория лесного фонда / низкая (в течение года)	Уполномоченный федеральный орган исполнительной власти - ФГБУ «Рослесинфорг»
Государственный лесопатологический мониторинг	дистанционные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов	2-30 м / 3-8 каналов R NIR SWIR/ 6-12 раз в год	Вся территория лесного фонда / средняя	Уполномоченный федеральный орган исполнительной власти - ФБУ «Рослесозащита»
Мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров	- наблюдение и контроль за пожарной опасностью в лесах и лесными пожарами; - организация системы обнаружения и учета лесных пожаров, системы наблюдения за их развитием с использованием наземных, авиационных или космических средств;	10 м – 1000 м / 3-6 канала RG NIR SWIR MWIR TIR / 1-5 раз в сутки	Вся территория лесного фонда / высокая	Уполномоченный федеральный и региональный орган исполнительной власти - ФБУ «Авиалесоохрана»
Государственный мониторинг воспроизводства лесов	- оценка изменения площади земель, занятых лесными насаждениями; - выявление земель, не занятых лесными насаждениями и требующих лесовосстановления; - оценка характеристик лесных насаждений при воспроизводстве лесов.	0,5-2,5 м / 3-6 канала RG NIR / от 1 месяц до 1 года	Вся территория лесного фонда / низкая	Уполномоченный федеральный орган исполнительной власти - ФБУ «Рослесозащита»
Государственный кадастровый учет лесных участков	в соответствии с ФЗ «О государственном кадастре недвижимости»	0,5-2,5 м / 1-3 канала RG NIR / от 3 месяцев до 1 года	Вся территория лесного фонда / низкая	Государственные и частные компании
Лесоустройство	таксация лесов, выполнение полевых и камеральных работ	0,5 - 2,5 м/ 3-6 каналов RG NIR, желательно стереопара/ от 1 месяц до 6 месяцев	Территория заказчика / низкая	Государственные и частные компании
Дистанционный мониторинг использования лесов	может проводиться в целях организации использования лесов, их охраны.	1 - 2,5 м / 1-4 канала / от 1 месяца до 3 месяцев	Территория заказчика / средняя	Органы исполнительной власти субъектов РФ, уполномоченные в области лесных отношений, крупные арендаторы лесных участков.

#### 1.4.4 Ресурсодобывающая отрасль

Современная ресурсодобывающая отрасль немыслима без контроля оборудования, трубопроводов и крупных промышленных объектов.

Например, ряд компаний, (например Monsol, СМИС Эксперт) занимаются автоматизированными системами мониторинга конструкций и предоставляет свои услуги для мониторинга нефте- и газопроводов, конструкций в гидро- и электроэнергетике, горно-шахтной промышленности и т.д. ПО компаний представляет из себя автоматизированное рабочее место оператора, в котором предусмотрено наличие оперативной связи с МЧС при необходимости. ПО предоставляет визуальную информацию о месте происшествия, план местности, пути эвакуации, а также систему поддержки принятия решений. Демонстрация ПО компаний показана на Рисунке 1.3 [55, 56]. Данное ПО уже соответствует нашему представлению об информационной части СЦ. Два рассмотренных примера не используют в своих системах данные ДЗЗ или БАС.



(а)

(б)

Рисунок 1.3 Демонстрация ПО на официальных сайтах  
(а) компаний Monsol, (б) СМИС Эксперт

Ниже перечислены основные задачи, решаемые с помощью данных ДЗЗ в нефтегазовой и энергетических отраслях.

Нефтегазовая отрасль:

- инвентаризация существующих и строящихся объектов с дальнейшим составлением крупномасштабных тематических карт и планов,
- мониторинг инфраструктуры объектов добычи и транспортировки нефти и газа,
- оперативное выявление несанкционированных врезок в магистральные трубопроводы и мониторинг появления техногенных объектов, дорог и объектов строительства в охранных зонах,

- дистанционный контроль состояния нефтепроводов и газопроводов.

Среди основных задач, решаемых с помощью аэро- и космосъемки, можно выделить следующие:

- выявление нарушений технического состояния объекта: разрывов, трещин, коррозионных зон, повреждений гидро- и теплоизоляции и др.,
- контроль экологического состояния природной среды вдоль трассы магистрального трубопровода, выявление мест и объемов подземных и наземных утечек углеводородов, областей загрязнений и др.,
- анализ участков перехода трубопроводов через водные преграды, автодорожные и железнодорожные переходы,
- изучение активных разломов, трещиноватости и современных движений земной коры, их влияния на трубопровод, а также напряженно- деформационного состояния околотрубной среды,
- составление карт грунтов, зон подтоплений, обводненных участков, областей засолений, коррозионно опасных сред, промерзающих и оттаивающих грунтов и др.,
- исследование современных экзогенных процессов (сели, оползни, обвалы и др.),
- ранжирование участков по степени опасности, выделение участков для первоочередного диагностического исследования.

В связи с развитием геопространственных сервисов для нефтегазовой индустрии сложилась группа компаний, оказывающих информационные сервисные услуги на нефтегазовом вертикальном рынке. Среди них можно выделить две крупные группы:

- компании-операторы спутниковых систем ДЗЗ MDA (Канада), Maxar Technologies ( США), KSAT (Норвегия), Airbus DS, CLS (Франция), e-GEOS (Италия);

- специализированные сервисные компании для нефтегазового сектора NPA Fugro, BMT ARGOSS, Spatial Energy и др.

При оценке вариантов получения данных ДЗЗ для работы ситуационных центров следует отметить два принципиально различных варианта доступа к данным ДЗЗ в системах и центрах космического мониторинга:

- через собственную сеть станций прямого приема данных ДЗЗ со спутников и со своих систем БАС;

- через поставщиков данных ДЗЗ - операторов программ ДЗЗ и/или компании-геоинформационного рынка (посредников).

Оба варианта имеют достоинства и недостатки, связанные с оперативностью, стоимостью и объёмом предоставляемой информации.

В современных шельфовых проектах применяются интегральные комплексные системы мониторинга и контроля обстановки, которые включают локальные контактные датчики и аэрокосмические средства дистанционных измерений, а также средства связи, обработки данных и отображения обстановки. В общей иерархии существующих средств (контактные подводные, морские, наземные, воздушные и космические) ДЗЗ из космоса занимают особое место, обеспечивая дистанционные измерения и контроль ключевых гидрометеорологических и геофизических параметров окружающей среды и морской поверхности на обширных морских акваториях. Эта информация служит для технологического обеспечения морских месторождений нефти и газа при решении нескольких комплексов задач и направлений [57].

**1. Экологический и природоохранный мониторинг, контроль экологической безопасности.** Шельфовые зоны океанов и морей, где сейчас активно ведется добыча нефти и газа, являются, как правило, районами высокой биологической продуктивности, в которых сосредоточены значительные биоресурсы океана. Разработка шельфовых проектов неизбежно оказывает техногенное воздействие на окружающую среду и поэтому находится под строгим государственным экологическим контролем в целях учета интересов различных групп недропользователей и потребителей.

**2. Обеспечение производственной безопасности и снижение затрат и рисков.** Разработка шельфовых месторождений обходится дороже добычи углеводородов на суше, поэтому требуется внедрение самых новых технологий мониторинга и контроля для снижения затрат и возможных потерь. Продукты на основе данных ДЗЗ используются на всех жизненных циклах разведки, обустройства и эксплуатации шельфовых месторождений в целях сокращения сроков ввода месторождений в эксплуатацию и снижения последующих эксплуатационных расходов и рисков.

**3. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение (ГМО) для информационной поддержки шельфовых проектов,** включая метеопрогнозы, предупреждение опасных метеоявлений, прогнозы ледовой обстановки, обнаружение и сопровождение айсбергов и пр., базируется преимущественно на данных ДЗЗ.

**4. Оперативное реагирование на чрезвычайные ситуации (ЧС), аварии, катастрофы и аварийные разливы нефти** практически всегда в последнее десятилетие требует применения данных ДЗЗ.

5. **Глобальные климатические изменения** (например, сокращение площади полярных льдов), выявленные с помощью средств ДЗЗ, учитываются на этапах стратегического планирования реализации шельфовых проектов.

Как правило, благодаря широкой полосе обзора с периодическим просмотром из-за быстрого пролета космического аппарата (КА) над зоной контроля, космические средства выполняют роль **первого эшелона средств обзорного наблюдения и обнаружения изменений в обстановке**. Более дорогостоящие, детальные и узкозахватные воздушные, наземные или морские средства применяются с учетом уже полученной из космоса информации для более детального анализа обстановки и изменений, обнаруженных с помощью космических систем ДЗЗ.

В целях повышения частоты и времени наблюдения применяют многоспутниковые космические системы или орбиты (например, 24-часовые геостационарные). В современных системах комплексного мониторинга авиационные средства ДЗЗ выполняют роль второго эшелона средств контроля, которые оснащаются более детальными сенсорами или специализированными датчиками (ультрафиолетовыми сканерами или лидарами).

Существует перечень задач мониторинга, для решения которых космические средства ДЗЗ незаменимы или являются самыми рентабельными. В указанный перечень входят глобальные гидрометеорологические наблюдения и ледовая разведка, контроль судоходства, рыболовства и нефтяных загрязнений обширных морских акваторий, прежде всего в Арктике, борьба с нелегальным рыболовством и пр.

В Таблице 1.7 приведены краткие описания основных задач реализации шельфовых проектов, в решении которых космические средства ДЗЗ играют ведущую или существенную роль.

Современные системы контроля окружающей среды, применяемые в интересах нефтегазовых компаний, являются комплексными автоматизированными системами, интегрирующими данные от различных датчиков, в том числе устанавливаемых на авиационных (пилотируемых и беспилотных), наземных, морских и космических платформах. Как правило, космические средства выполняют роль первого эшелона средств обнаружения или выявления изменений в обстановке благодаря большой оперативности и широкой полосе обзора. Воздушные, наземные или морские средства применяются с учетом уже полученной из космоса информации для более детального анализа обстановки и изменений, обнаруженных с помощью космических систем ДЗЗ.

Таблица 1.7 Основные задачи мониторинга для реализации шельфовых проектов

Задачи шельфовых проектов с ДДЗЗ	Описание задач реализации шельфовых проектов с данными ДЗЗ	Оперативность
1. Экологический и природоохранный мониторинг, контроль экологической безопасности	1.1. Обнаружение разливов нефтепродуктов и пленочных загрязнений различной природы на морской поверхности с помощью радиолокационных и мультиспектральных оптических датчиков ДЗЗ; 1.2 Определение биооптических свойств морской воды (карты концентрации хлорофилла и концентрации взвешенных примесей), детектирование цветений морских водорослей с помощью мультиспектральных оптических датчиков ДЗЗ; 1.3 Контроль судоходства (рыболовецких, в том числе нелегальных), каботажных морских перевозок и операций сервисного обеспечения в зоне лицензионных участков по комбинированным данным радарных, оптических датчиков ДЗЗ, а также береговых и спутниковых систем контроля судовых сигналов систем АИС; 1.4 Контроль биоразнообразия, детектирование залежек краснокнижных морских зверей в районах шельфовых проектов с помощью комбинированных методов с применением высокодетальной оптической съемки и носимых систем автоматического слежения (системы слежения на базе ARGOS, GPS, ГЛОНАСС).	РМВ  Низкая  РМВ  Низкая
2. Обеспечение производственной безопасности и снижение затрат и рисков	2.1 Создание актуальных батиметрических карт мелководных участков шельфа по данным мультиспектральной спутниковой съемки; 2.2 Комплексная оценка геофизической активности шельфового участка с использованием карт грифонных выходов нефти (сипов), газогидратов на морскую поверхность, методом ИНСАР по данным многопроходной съёмки РСА; 2.3 Информационное геопространственное обеспечение морских операций по геолого- и сейсморазведке, разведочному бурению, обустройству, эксплуатации месторождений и транспортировки нефтепродуктов	Низкая  Средняя  Средняя - РМВ
3. Специализированное гидрометеорологическое обеспечение (ГМО)	3.1 Заблаговременные метеопрогнозы опасных метеоявлений (полярных циклонов, ураганов, штормов, высоких волн, цунами, тайфунов, буранов) для информационной поддержки принятия решений, планирования производственных работ, полетов авиации и транспортных перевозок, 3.2 Прогнозы ледовой обстановки на основе радарных и оптических данных ДЗЗ в интересах планирования морских операций, сокращения сроков и снижения рисков их выполнения; 3.3 Своевременное обнаружение и слежение за дрейфом айсбергов с помощью спутниковых радаров и РЛС, установленных на платформах и судах обеспечения.	РМВ  Средняя – РМВ Средняя - РМВ
4. Оперативное реагирование на чрезвычайные ситуации (ЧС)	4.1 Оперативное специализированное гидрометеорологическое обеспечение, разработка прогностических продуктов и детализированных ледовых карт по району ЧС на основе комплексной обработки данных метеоспутников и радиолокационных датчиков ДЗЗ; 4.2 Оперативное обнаружение разливов нефтепродуктов (нефти, газового конденсата, топочного топлива и пр.) на морской поверхности по данным детальной радарной и оптической спутниковой съемки; 4.3 Оперативное моделирование и прогнозирование распространения загрязнений нефтепродуктов с применением спутниковой съемки, продуктов, характеризующих поле температуры поверхности воды, приводного ветра и течений.	РМВ  РМВ  РМВ-среднее

Примечание: РМВ – реальный масштаб времени, Средняя оперативность – 3-10 часов, Низкая оперативность – сутки.

Помимо задач мониторинга шельфовых проект стоит упомянуть и другие задачи нефтедобывающей промышленности. Например, радарная интерферометрия, позволяет следить за деформацией земной поверхности и смещением объектов инфраструктуры для месторождений, трубопроводов, хранилищ газа и нефтяных платформ, карьеров, шахт и промышленных сооружений. Радиолокационная съемка может выполняться при любых погодных условиях и в любое время суток. Скорость деформаций может требовать от нескольких проверок в год до нескольких раз в неделю.

Для территорий, на которых находятся предприятия горнодобывающей промышленности, часто характерна высокая скорость деформационных процессов. По заказу предприятий формируются оперативные информационные бюллетени, в которых описаны изменения на местности, возникшие в период между двумя последними полученными изображениями. Бюллетени формируются и отправляются заказчику сразу же после каждой спутниковой съемки. Оперативная информация формируется с помощью отличных от классических алгоритмов и уступает по точности, но при это помогает быстро оценить риски. Бюллетень показывает градиент деформаций, участки, где произошли значительные изменения и отражает информацию о смещениях вдоль направления съемки.

Оперативные данные космической съемки не заменяют данные наземных измерительных средств, но позволяют оптимизировать их использование, сокращая затраты на их количество и эксплуатацию [58].

В отрасли есть задачи, требующие получения данных в реальном времени, например, информационное сопровождение транспортировки нефтяных платформ [59].

Аэрофотосъемка позволяет получить по конкретным территориям более детальную по сравнению с космическими снимками информацию, а в ряде случаев – сведения, недоступные для космических методов измерений из-за ряда физических ограничений. Поэтому в современных системах комплексного мониторинга авиационные средства ДЗЗ выполняют роль второго эшелона средств контроля, которые оснащаются более детальными и узкоспециализированными сенсорами или датчиками (фотокамерами, инфракрасными (ИК) и ультрафиолетовыми сканерами, лидарами, радиометрами и т.п.).

В последние годы появилось много публикаций об использовании БАС для дистанционного зондирования Земли в интересах гражданских потребителей. Основную долю рынка БАС составляют военные приложения, среди гражданских задач устойчиво растет доля заказов нефтегазовых компаний. Преимуществами БАС по сравнению с пилотируемыми авиасредствами являются сравнительно небольшие эксплуатационные

расходы, высокая мобильность и отсутствие риска для пилотов; недостатками – относительно невысокая грузоподъемность и пока существующие нормативно-правовые ограничения на эксплуатацию. К преимуществам БАС также относят возможность установки чувствительной магнитометрической и гравиметрической аппаратуры.

В последние годы растет интерес к БАС типа VTOL (вертикальный взлет и посадка), которые обеспечивают возможность длительных измерений и снижение эксплуатационных расходов благодаря отказу от стартово-посадочного оборудования.

Основные области применения БАС в нефтегазовом секторе – мониторинг инфраструктуры и магистралей, экологический мониторинг и специальный мониторинг с помощью аппаратуры для решения задач картографической съемки и геологоразведочных изысканий. По данным СМИ, компания Шелл применяет БАС для мониторинга арктических животных, занесенных в Красную Книгу, в том числе белых медведей и серых китов в Чукотском море и море Бофорта.

Основная полезная нагрузка БАС для задач нефтегазового сектора – оптикоэлектронные системы, гиперспектрометры, видеокамеры, лазеры, лидары и магнитометры. Гиперспектральные системы применяются для спектрометрических измерений с целью поиска выходов газа на поверхности воды.

Масштабы использования БАС в гражданских приложениях пока сдерживаются существующими ограничениями на их полеты вблизи коридоров движения гражданских воздушных судов и другими нормативными ограничениями.

В Таблице 1.8 дан перечень геоинформационных услуг, оказываемых на основе решения «ситуационный центр» и требующих как данных космического ДЗЗ, так и БАС [60- 65].

Ниже перечислены НПА, устанавливающие требования по срокам, точности и периодичности использования данных ДЗЗ в ресурсодобывающей отрасли.

**Приказ Минприроды России от 14.06.2016 № 352 «Об утверждении Правил подготовки проектной документации на проведение геологического изучения недр и разведки месторождений полезных ископаемых по видам полезных ископаемых».** Задачи: обоснование и описание проведения наземных маршрутов геологического содержания при геологической съемке, геологическом доизучении ранее заснятых площадей, комплексной съемке, гидрогеологическом доизучении ранее заснятых площадей, поисках и поисково-оценочных работах, работах общего назначения. При

обосновании и описании участков возможного сгущения маршрутной сети до масштаба 1:25 000 - 1:50 000 на опорных участках площади при геологическом доизучении ранее заснятых площадей и геолого-минерагеническом картировании с ранее выявленными, но недостаточно изученными признаками и предпосылками полезных ископаемых, а также обоснование проведения отдельных поисковых маршрутов поисковыми отрядами с плотностью, соответствующей масштабу 1:10 000 - 1: 25 000; параметры поисковых маршрутов масштаба 1:10 000 - 1:5 000 на перспективных участках площадей, выявленных в процессе опережающих и региональных работ и обеспечивающих прослеживание рудоконтролирующих и рудовмещающих геологических образований, локализацию по поисковым признакам и критериям и оценку прогнозных ресурсов; параметры маршрутной сети при организации многоцелевой геохимической съемки площадей масштаба 1:1 000 000, 1:50 000, геохимических поисков по первичным, вторичным ореолам и потокам рассеяния в зависимости от сложности геологического и геохимического строения, категории разрабатываемости горных пород, характера рыхлых отложений и их мощности, данных о грунтовых водах, петрографическом составе пород, данных об известных ореолах и потоках рассеяния.

**Приказ Минприроды РФ от 11.12.2006 № 278 «Об утверждении Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых».** В соответствии с приказом, при квалификации запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительного классификационного показателя должны использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров. Прогнозные ресурсы участков недр по степени их обоснованности подразделяются на: прогнозные ресурсы категории Р1, прогнозные ресурсы категории Р2, прогнозные ресурсы категории Р3. Прогнозные ресурсы категории Р3 учитывают лишь потенциальную возможность открытия месторождений того или иного вида полезного ископаемого на основании благоприятных геологических и палеогеографических предпосылок, выявленных в оцениваемом районе при средне-мелкомасштабных геолого-геофизических и геологосъемочных работах, дешифрировании космических снимков, а также при анализе результатов геофизических и геохимических исследований. Прогнозные ресурсы категории Р3 оцениваются при геологосъемочных работах масштаба 1:200000 с комплексом прогнозно-поисковых работ, геолого-минерагеническом картировании масштабов 1:200000 и 1:500000, а также по итогам геологического картографирования масштаба 1:1000000. Их количественная оценка проводится без привязки к конкретным объектам. Количественно оцененные ресурсы служат основанием для постановки

геологического картографирования масштаба 1:50000 и поисковых работ. Количественная и качественная оценка прогнозных ресурсов производится до глубин, доступных для эксплуатации при современном и возможном в ближайшей перспективе уровне техники и технологии разработки месторождений, на основе ориентировочных технико-экономических расчетов. Требования по оперативности и периодичности не установлены.

**Приказ Минприроды РФ от 07.02.2001 № 126 «Об утверждении временных положений и классификаций».** В соответствии с приказом на стадии прогноза нефтегазоносности обосновываются наиболее перспективные направления дальнейших исследований и проводится выбор первоочередных объектов - нефтегазоперспективных районов и зон, перспективных комплексов. Типовой комплекс региональных работ этой стадии включает: - дешифрирование материалов аэро-, фото- и космических съемок, геологическую, гидрогеологическую, структурно-геоморфологическую, геохимическую мелкомасштабные съемки и другие исследования; - аэромагнитную, гравиметрическую съемку масштабов 1:200000 - 1:50000 и электроразведку. Требования по оперативности и периодичности не установлены.

Таблица 1.8 Перечень геоинформационных услуг, оказываемых на основе решения «ситуационный центр» для нефтегазовой отрасли

Задача	Назначение	Предоставляемая информация	Краткое описание	Необходимые данные
Обследование нарушений охранных зон и зон минимальных расстояний магистральных газопроводов	Выявление нарушений режима ОЗ (до 450 метров в каждую сторону от МГ) и ЗМР МГ и других объектов транспортировки газа повышенной опасности на основе материалов космической съемки в целях обеспечения безопасной эксплуатации магистральных газопроводов, защиты имущественных прав газотранспортных обществ (ГТО).	1. каталог нарушений ОЗ и ЗМР; 2. геопространственная база данных; 3. каталог координат границ ОЗ и ЗМР; 4. каталог координат границ ОЗ и ЗМР для ФГИС ТП; 5. альбом схем мест нарушений.	По данным космической съемки, нормативной документации и сведений по пространственному положению МГ устанавливается положение МГ и границы ОЗ и ЗМР. По данным космической съемки выделяются объекты нарушающие границы ОЗ и ЗМР и на них предоставляются сведения из государственного кадастра недвижимости. На основе обследования формируется предоставляемая заказчику (ГТО) информация в форме отчета.	1. космическая оптическая съемка (0,5 м) шириной 1-3 км — закупается у операторов КА, при необходимости может быть заменена на съемку с БАС; 2. исполнительная документация — предоставляется ГТО; 3. сведения о пространственном положении МГ — предоставляется ГТО; 4. кадастровые сведения ГКН — закупается в кадастровой палате.
Обследование магистральных газопроводов (геотехническая диагностика) по материалам космической и авиационной беспилотной съемки	Определение общего технического состояния линейной части МГ и выявление нарушений условий эксплуатации для дальнейшей безопасной эксплуатации, предотвращения или снижения негативного воздействия природных и техногенных факторов окружающей среды.	1. геопространственная база данных; 2. отчет по результатам обследования, включая перечень нарушений условий эксплуатации и обустройства МГ и альбом фотокарт с выделенными участками нарушений.	По данным аэрокосмической съемки, исполнительной документации, сведений по положению МГ, устанавливается положение МГ и границы охранных зон и зон минимальных расстояний. На основе совместного анализа аэрокосмической съемки и различных данных по диагностике МГ (ВТД, ЭХЗ, трубный журнал) выделяются проблемные участки МГ, анализируются природные и техногенные факторы, приводящие к нарушению условий эксплуатации. По результатам обследования формируется предоставляемая заказчику (ГТО) информация.	1. космическая оптическая съемка (с разрешением 0,5 м и шириной 1-3 км) — закупается у операторов КА, при необходимости может быть заменена на съемку с БАС; 2. воздушная съемка с БАС (0,1 м) — формируется по результатам работ на местности; 3. исполнительная документация — предоставляется ГТО; 4. сведения о пространственном положении МГ — предоставляется ГТО; 5. данные по диагностике МГ (материалы ВТД, данные ЭХЗ, трубные журналы) — предоставляется ГТО;

<p>Геотехнический мониторинг магистральных трубопроводов на базе материалов радиолокационной съемки</p>	<p>Контроль состояния потенциально опасных участков в районах прохождения МГ с целью своевременного выявления смещений земной поверхности и возможных геодинамических воздействий на магистральный газопровод для выработки мер по предупреждению аварийных ситуаций (например, в рамках проекта «Сила Сибири»).</p>	<p>1. Таблицы/графики/диаграммы значений относительных смещений угловых отражателей (УО) с точностью не хуже 0,5 см. 2. Карты просадок земной поверхности в районе мониторинга с точностью не хуже 2 см. 3. Ортофотопланы и карты изменения рельефа в коридоре трассы МГ с точностью не хуже 10 см.</p>	<p>Для контроля состояния земной поверхности в зоне мониторинга используется три технологии контроля изменений рельефа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• контроль положения УО по данным радиолокационной съемки;</li> <li>• площадная дифференциальная радиолокационная интерферометрия;</li> <li>• на основе разности цифровых моделей местности, построенным по материалам аэрофотосъемки с БАС.</li> </ul> <p>На основе каждой технологии формируется соответствующий тип предоставляемой Заказчику информации. Все типы информационных продуктов и данные по позиционированию МГ, УО и границ ОЗ и ЗМР совмещены в рамках единой ГИС. Сразу после начала работ проводится первичное обследование по каждой технологии. Для получения данных по изменению рельефа и представления Заказчику два раза в год соответствующей информации проводятся повторные обследования по каждой технологии.</p>	<p>6. кадастровые сведения ГКН — закупается в кадастровой палате.</p> <p>1. исполнительная документация — предоставляется ГТО; 2. сведения о пространственном положении МГ, УО и пунктов сети референсных станций (при наличии) — предоставляется ГТО; 3. данные топографо-геодезических работ проведенных при строительстве МГ — предоставляется ГТО; 4. космическая радиолокационная съемка для контроля положения УО (для каждого обследования 3 снимка с разрешением 310 м и площадью 40x40 кв. км с разных ракурсов) — закупается у операторов КА; 5. космическая радиолокационная съемка для площадной дифференциальной интерферометрии (для каждого обследования 3 разновременных снимка с одного ракурса с разрешением 5-30 м и площадью 40x40 кв. км) — закупается у операторов КА. 6. воздушная съемка с применением БАС (с разрешением 0,1 м и шириной не менее 300 м по трассе МГ).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Воздушное патрулирование трасс магистральных трубопроводов с применением беспилотных летательных аппаратов</p>	<p>Обеспечение надежной эксплуатации МГ за счет оперативного контроля с использованием беспилотных летательных аппаратов технического состояния участков МГ, режимов ОЗ и ЗМР и окружающей среды, соблюдения условий выполнения ремонтных работ, обнаружение несанкционированного проникновения на производственные объекты.</p>	<p>1. оперативный отчет о выявленных нарушениях условий эксплуатации МГ; 2. оперативные материалы патрулирования трасс МГ (фото и видео) и результаты их анализа; 3. материалы аэрофотосъемки с БАС трассы магистрального газопровода с координатной привязкой, совместимые с ГИС Заказчика.</p>	<p>На основе данных по пространственному положению МГ и границ ОЗ и ЗМР формируется ГИС с зоной контроля. Не реже 2 раз в месяц осуществляются полевые работы по получению авиационной съемки с БАС. После камеральной обработки данных БАС выделяются участки в зоне контроля с нарушениями условий эксплуатации МГ. По результатам каждого патрулирования Заказчику предоставляется соответствующая информация.</p>	<p>1. исполнительная документация — предоставляется ГТО); 2. сведения о пространственном положении МГ, границ ОЗ и ЗМР — предоставляется ГТО); 3. воздушная съемка с БАС (с разрешением 0,1-0,3 м) — обеспечивается в ходе работ на местности.</p>
<p>Обновление геопространственных данных для базы данных расчетного комплекса «ситуационного центра» на основе космической съемки</p>	<p>Формирование массива ПД на базе данных космической съемки, необходимой для проведения аналитических расчетов значений показателей технического состояния и целостности ЛЧ МГ.</p>	<p>1. Отчет по результатам анализа применяемых исходных данных. 2. Геопространственная база данных с семантической информацией в согласованном формате. 3. Ортофотопланы участков МГ. 4. Картографические материалы, приведенные в согласованный формат.</p>	<p>Данные космической съемки (после проведения первичной обработки и сшивки), материалы, полученные от ГТО и цифровые картографические материалы преобразуются в формат базы данных расчетных комплексов СУТЦ. На основе этих данных формируется геопространственная объектная база данных по объектам ГТС с шириной не менее 1 км с векторизацией объектов в масштабе 1:10 000 – 1:25 000 и по точности к картам масштаба 1: 50 000. По результатам формирования геопространственной БД оформляется предоставляемая заказчику информация.</p>	

#### 1.4.5 Транспортная отрасль

В транспортной отрасли важную роль в мониторинге играют спутниковые технологии, а именно: спутники связи, навигации и ДЗЗ. Для оперативного центра получения информации помимо спутниковых данных о положении и направлении движения транспортного средства также важны данные о его состоянии, скорости движения, погодных условий в зоне его нахождения и др.

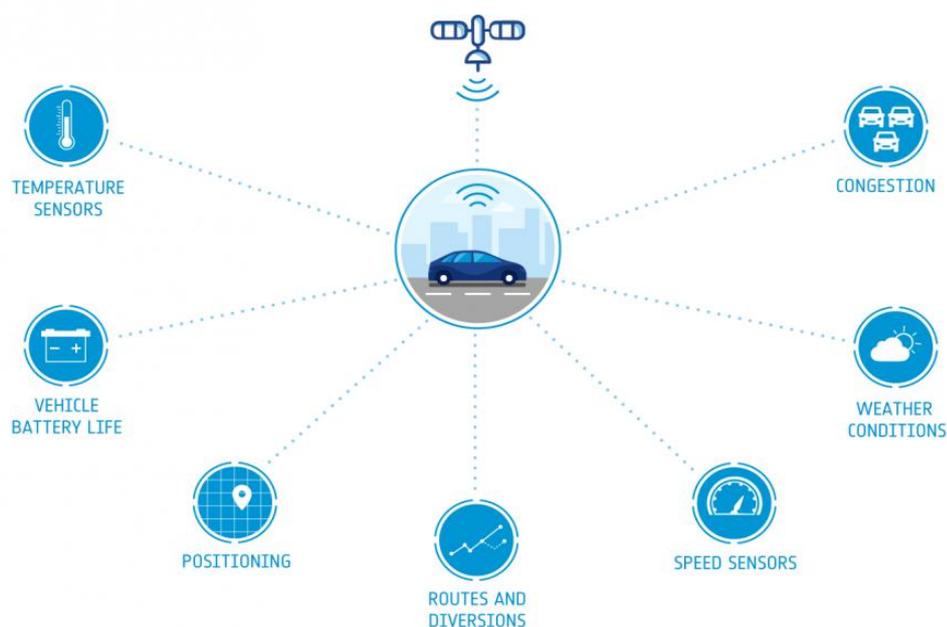


Рисунок 1.4 Набор необходимой оперативной информации о состоянии транспортного средства

Технологии Интернета вещей задействованы для общественного транспорта, оповещения водителя о состоянии ТС, контроля портов и загрязнений, производимых транспортом, контроль пробок и происшествий. Далее рассмотрены некоторые примеры компаний.

Существуют оперативные задачи отслеживания и мониторинга перевозки опасных грузов в реальном времени. Для перевозки грузов, например, в железнодорожных контейнерах, показатели которых невозможно считать дистанционно, отслеживается ряд параметров по требованиям заказчика.

В задаче предоставить контроля зимнего обслуживания дорог и оборудования и оптимизации ручных операций могут использоваться данные ДЗЗ и навигационных спутников.



Рисунок 1.5 Набор необходимой оперативной информации о состоянии дорог

The RTICM project предлагает эффективный способ мониторинга и контроля цепи транспортных поставок контейнеров высокой стоимости по всему миру. Это касается всех видов транспорта и помогает заказчикам в реальном времени корректировать решения, чтобы предотвратить потери и улучшить эффективность. Проект использует спутники связи и навигации [66].



Рисунок 1.6 Набор необходимой оперативной информации для контроля транспортных контейнеров по всему миру

Стартап TeleRetail разрабатывает автоматизированный сервис доставки с помощью роботов-курьеров для городов и пригородов. Проект будет использовать:

- спутниковую навигацию для точных перемещений роботов,
- спутники связи для помощи в отслеживании посылок,
- данные ДЗЗ для картографирования городских территорий и планирования маршрутов [66].



Рисунок 1.7 Набор необходимой оперативной информации для сервисов доставки

На стыке добывающей и транспортной областей: логистика транспортировки нефти в Арктике. Отдельно стоит выделить судоходство как часть транспортной отрасли.

«Газпром нефть» вводит интеллектуальную систему управления арктической логистикой КАПИТАН. Данная система может быть сама по себе охарактеризована как СЦ.

Логистическая цепочка включает в себя координацию около 50 судов, которые подходят к нефтехранилищу и около 15-и компаний, участвующих в процессе. КАПИТАН строит график движения судов и график отгрузок нефти, составляет план движения судов на месяц и моделирует перспективный план на три года. В систему подается около 7 тысяч входных параметров, обеспечивается максимально возможный вывоз нефти, оптимизируются затраты.

Ежедневная работа участников процесса происходит в режиме ситуационной осведомленности: пользователь получает актуальную информацию на данный момент времени об отгрузках нефти, видит параметры движения и местоположения судов.

Следующим шагом в развитии системы – получение оперативной ситуационной информации ДЗЗ о ледовой обстановке и дрейфе льдов для оптимального расчета маршрутов танкеров [67].

Нужно отметить, что существуют системы, предоставляющие данные о ледовой обстановке и предсказывающие дрейф льдов, такие как система гидрометеорологического обеспечения морской деятельности в Арктике такие как «Север», сервисы SCANEX.

Оперативное обеспечение информацией ДЗЗ необходимо ФГУП «Атомфлот», который владеет флотом ледоколов. С помощью спутниковой радиолокации поступают данные о ледокольных операциях. Визуализация изображений происходит в течение часа после съемки. Геопортал ФГУП «Атомфлот» отображает актуальную информацию о ледовой обстановке, получает от ПО «СКАНЭКС» GlobalScanDrifter расчет траектории движения льдов, позволяет контролировать положение судов по данным АИС и планировать их маршруты в сложных ледовых условиях. Следует отметить, что оперативность достигается за счет прямого приёма данных на станции компании «СКАНЭКС». Кроме данных о ледовой обстановке, также передаются данные о местах ценных лежек гренландских тюленей для коррекции курса в обход млекопитающих.

Сервисы SCANEX AIS, ICE, DRIFTER отображают текущие положения судов, текущую ледовую обстановку, прогноз дрейфа льдин и разливов нефти. SCANEX МЕТЕО предоставляет актуальные данные о метеоусловиях [68].

Потребности центров ледовой разведки – обновление данных с периодом ~ 3 часа и разрешением 100 метров. В случае сопровождения морских операций требуется более высокая детальность и разрешение около 10 м [69].

В транспортной сфере также важны экстренные оповещения о происшествиях, мониторинг текущей ситуации. Оперативные пространственные данные о ТС предоставляет система «ГЛОНАСС».

**Государственная автоматизированная информационная система «ЭРА-ГЛОНАСС»** (далее в данном разделе - Система) - федеральная государственная территориально распределенная автоматизированная информационная система экстренного реагирования при авариях, обеспечивающая оперативное получение формируемой в некорректируемом виде на основе использования сигналов глобальной навигационной спутниковой системы Российской Федерации (далее в данном разделе - сигналы ГЛОНАСС) информации о дорожно-транспортных (далее в данном разделе – ДТП) и об иных происшествиях на автомобильных дорогах в Российской Федерации, обработку этой информации, ее хранение и передачу в экстренные оперативные службы, а также доступ к этой информации государственных органов, органов местного самоуправления, должностных лиц, юридических лиц, физических лиц, решение иных задач в области получения, обработки, хранения и передачи информации, не связанной с ДТП и иными происшествиями на автомобильных дорогах в Российской Федерации.

Основные нормативно-правовые акты, регулирующие отношения, возникающие в связи с созданием и функционированием Системы:

- Федеральный закон от 28.12.2013 № 395-ФЗ «О Государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС» (далее в данном разделе - ФЗ № 395);
- Постановление Правительства РФ от 26.12.2014 № 1530 «О некоторых вопросах создания и функционирования государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» (вместе с «Правилами обеспечения доступа государственных органов, органов местного самоуправления, должностных лиц, юридических лиц и физических лиц к информации, содержащейся в государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС») (далее в данном разделе – Постановление № 1530);
- Постановление Правительства РФ от 21.02.2015 № 151 «О порядке взаимодействия с Государственной автоматизированной информационной системой «ЭРА-ГЛОНАСС» (вместе с «Правилами информационного взаимодействия оператора Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» с обладателями информации и ее пользователями», «Правилами взаимодействия

Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» с автоматизированной информационной системой обязательного страхования») (далее в данном разделе – Постановление № 151);

- Постановление Правительства РФ от 06.06.2015 № 557 «Об утверждении Правил эксплуатации устройств вызова экстренных оперативных служб и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (далее в данном разделе – Постановление № 557);

- Приказ Минтранса России № 293, МЧС России № 525 от 01.10.2015 «Об утверждении типовой формы соглашения о порядке информационного взаимодействия между оператором Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» и уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых введена в эксплуатацию система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112»;

- Приказ Минтранса России № 110, Росреестра № П/0181 от 19.04.2016 «Об определении сроков, периодичности и регламента размещения картографической информации в Государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС» (далее в данном разделе – Приказ № 110, № П/0181);

- Приказ Минтранса России № 58, МВД России № 119 от 11.03.2016 «Об утверждении Порядка информационного взаимодействия между оператором Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» и территориальными органами Министерства внутренних дел Российской Федерации по субъектам Российской Федерации» (далее в данном разделе - Приказ № 58, № 119);

- Приказ Минтранса России от 04.08.2015 № 238 «Об утверждении Форматов предоставления информации в Государственную автоматизированную информационную систему «ЭРА-ГЛОНАСС»;

- Приказ Минтранса России от 09.03.2016 № 42 «Об утверждении формы и порядка представления оператором Государственной автоматизированной информационной системы «Эра-глонасс» ежегодного отчета о ее функционировании»;

- Приказ Минтранса России от 24.12.2014 № 347 «Об утверждении Требований к техническим, программным, лингвистическим средствам обеспечения эксплуатации Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС»;

- Приказ Минтранса России от 22.11.2016 № 353 «Об утверждении форм запроса физических и юридических лиц о предоставлении информации о координатно-временных параметрах транспортных средств на момент дорожно-транспортных и иных происшествий на автомобильных дорогах в Российской Федерации, содержащейся в Государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС», перечня документов, прилагаемых к запросу, и формы ответа на запрос».

### 1.5 Выводы

Создание СЦ обосновано для сельского хозяйства, ресурсодобывающей и транспортной отраслей. В меньшей степени создание СЦ обосновано для отрасли лесного хозяйства при штатной работе, поскольку требования к оперативности обновления ПД достаточно низкие – от одного обновления в месяц, однако в контексте лесного хозяйства показано, что СЦ важны для предупреждения и ликвидации пожаров и других ЧС.

Приведен анализ НПА по перечисленным отраслям, регламентирующих использование ПД для решения оперативных задач. Выявлено отсутствие в большинстве случаев конкретизации требований по параметрам оперативности и периодичности. Таким образом, при проектировании СЦ для конкретных применений требования определяются в соответствии с задачами, приведенными для каждой из отраслей.

2 Разработка предложений по функциям, продуктам и услугам на основе БАС и ДЗЗ в «Ситуационном центре». Определение «ситуационных центров» в сельскохозяйственной, лесной, ресурсодобывающей и транспортных отраслях хозяйства с учетом потребностей предприятий этих отраслей

СЦ – это сложная структура, которая производит на выходе необходимые для принятия решений обработанные данные. В зависимости от требований к данным и к форме их предоставления может быть предложен ряд различных продуктов и услуг СЦ.

В 2019 году Высшей Школой Экономики проведена работа «Формирование предложений по прогнозированию перспективных отраслевых потребностей в данных ДЗЗ, продуктах и сервисах на их основе». В рамках работы было проведено панельное исследование, включающее в себя опросы 40 экспертов.

В качестве основной группы потребителей в ближайшие пять лет указаны органы государственной власти. В прогнозе отмечается вероятный рост цен на аналитические данные и снижение цен на сырые данные ДЗЗ. Также прогнозируется переход к онлайн доставке сырых данных. Отмечается рост скорости доставки обработанных данных и прогнозируется снижение времени их ожидания до 2.5 часов.

В выводах исследования отмечается, что отраслевые прогнозы в области ДЗЗ опираются на предложение, а не на потребности отраслей.

По мнению экспертов ВШЭ наблюдается существенный рост требований к скорости доставки и частоте обновления данных. Во влиянии на спрос будет сказываться как роль спутниковых группировок, так и наземная сеть передачи данных. Отмечается повышение роли аналитики в продуктах и услугах, увеличение количества решений, принимаемых на основе комплексной обработки [70]

## 2.1 Типы ситуационных центров

Основным назначением СЦ является оперативный сбор, анализ и отображение информации для принятия управленческих решений в сложных (нестандартных) ситуациях. Основными компонентами СЦ являются средства связи и обработки данных с помощью специализированного программного обеспечения (ПО) (при решении мониторинговых задач – с прогностическими моделями), средства визуализации и отображения информации. Как правило, СЦ выполняет функции управления в рамках индустриально-специализированных производственных сегментов или имеет

межведомственный статус (обеспечивая взаимодействие и связь со структурами взаимосвязанных ведомств). Характерными (но не обязательными) особенностями СЦ являются дежурный круглосуточный режим работы (24/7/365) для решения как повседневных плановых задач, или в случае возникновения кризисных ситуаций, высокая оперативность реагирования, поиск и анализ информации, комплексирование разнообразных источников данных (в том числе с помощью межведомственного взаимодействия), высокая степень автоматизации процессов связи, телекоммуникаций, документооборота, поиска и анализа информации, применение веб-ГИС и информационно-аналитических систем для отображения, анализа и прогнозирования ситуации. Важнейшим инструментом работы ситуационного центра являются обновляющиеся в реальном времени электронные оперативные карты (ЭК), позволяющие своевременно принимать решения.

В данной работе мы будем рассматривать главный элемент ситуационного центра – информационную систему (ИС), решающую проблему сбора, хранения, алгоритмов обработки и аналитики данных, прогнозирования развития ситуации с помощью искусственного интеллекта и визуализации геопространственных данных, которая производит главный продукт СЦ – данные, предоставляемые пользователю для принятия решений.

Несмотря на технологические различия технологий и алгоритмов построения СЦ, у ситуационных центров есть схожие системные компоненты, которые в совокупности представляют собой обозначенную ИС:

- система сбора данных и обработки информации;
- система телекоммуникаций и передачи данных;
- система хранения информации;
- система безопасности и ограничения доступа;
- система анализа информации;
- система поддержки принятия решения;
- система визуализации данных.

При проектировании примеров СЦ будем рассматривать минимальный вариант СЦ как рабочее место оператора, предусматривающее вывод информации на мониторы.

СЦ можно классифицировать по различным признакам. По масштабу разделяют:

- стратегические СЦ для принятия сложных стратегических решений на основе данных,

- оперативные СЦ для принятия оперативных решений, требуют оперативной передачи и обработки данных,
- персональные СЦ предоставляют оперативный доступ к управляемому объекту одному пользователю.

По размещению СЦ разделяют на:

- стационарные СЦ – классическое помещение для анализа ситуации и принятия решений командой или операторами,
- мобильные СЦ – для быстрого реагирования на месте событий,
- виртуальные – СЦ как программное обеспечение.

Для различных СЦ различаются требования к предоставляемым ими продуктам. В случае классификации по масштабу отличаются требования к предоставляемым данным, а по размещению – добавляются требования к способу организации СЦ. Различные бизнес-модели создания СЦ будут рассмотрены в пункте 2.2.

Проанализируем СЦ в зависимости от архитектуры доступа и обработки пространственных данных. Анализ существующих в России ведомственных СЦ и центров космического мониторинга показывает, что они подразделяются на три основных типа:

1 – СЦ с **собственным центром космического мониторинга со станцией приема** (сетью станций) прямого приема данных ДЗЗ (собственными спутниками ДЗЗ), осуществляющий полный цикл обработки от «сырых» данных до готовых продуктов, например, система космического мониторинга (СКМ) МЧС, сеть Росгидромета, сеть ДЗЗ МПР, сеть ИСДМ Рослесхоза, компания «Газпром космические системы» (дочерней структуры ОАО «Газпром»);

2 - отраслевой или региональный центр мониторинга или ГИС-центр, **получающий первичные или «сырые» геоданные и услуги** (начальные и вторичные уровни обработки) от поставщиков через веб-доступ для дальнейшей специализированной тематической обработки и анализа, выполняемого силами своих специалистов – например, ААНИИ Росгидромета, ФГУП «Атомфлот», ГВЦ Минсельхоза и др.;

3 - отраслевой или региональный ГИС-центр и отраслевые службы, **получающие готовые продукты, сервисы и услуги** от внешних специализированных поставщиков геоданных и услуг (продукты высокого уровня обработки), с использованием сети станций (схема специализированного центра ДЗЗ на аутсорсинге) – например, ФСК России, «Лукойл-Нижневожскнефть», «Газпром», некоторые нефтяные компании;

4 - комбинированные схемы.

Широко распространена схема полного аутсорсинга №3 (филиалы компаний «Лукойл», «Газпром» и др.), часто при нефтяных компаниях (НК) создаются дочерние аффилированные структуры для оказания информационных сервисных услуг в области ДЗЗ. Схема №1 реализована, например, в казахской НК «Казмунайгаз» (в дочерней компании «Казгеокосмос» установлена станция приема ДЗЗ) и планируется к реализации в ОАО «Газпром» через ОАО «Газпром космические системы».

### **1. Отраслевой СЦ с центром ДЗЗ с сетью станций прямого приема (собственными спутниками ДЗЗ)**

К плюсам подобной организации можно отнести:

- самую высокую оперативность поставок геоданных (до 0,5-1 часа после съемки);
- самую низкую стоимость геоданных относительно приведенных схем;
- независимость от цепочки дистрибьюторов и обработчиков данных ДЗЗ (зачастую – зарубежных);
- наличие собственной материально-технической и научной базы;

К слабым сторонам данной схемы относится необходимость существенных инвестиций на первом этапе для создания собственной материально-технической и научной базы, а также необходимость введения штатных должностей для персонала эксплуатации и обслуживания станций прямого приема ДЗЗ.

**2. Ведомственный или региональный центр мониторинга или ГИС-центр, получающий первичные или «сырые» геоданные и услуги** (начальные и средние уровни обработки) для дальнейшей специализированной тематической обработки и анализа, выполняемого силами своих специалистов.

Достоинством подобной системы является снижение затрат на поддержание технических средств приема информации, относительно небольшой штат ГИС-центра, необходимый для разработки тематических геопродуктов, возможность создания продуктов, необходимых в данный момент по данному региону.

Недостатком схемы является более высокая стоимость данных по сравнению с вариантом 1 и снижение оперативности поставок данных.

**3. Ведомственный или региональный центр мониторинга или ГИС-центр, получающий готовые продукты, сервисы и услуги от внешних специализированных поставщиков геоданных и услуг** (продукты высокого уровня обработки), с использованием сети станций (схема специализированного центра ДЗЗ на аутсорсинге).

Достоинства схемы: низкие затраты на содержание ГИС-специалистов, отсутствие технических средств приема и специализированной обработки.

К недостаткам можно отнести низкую оперативность мониторинга и наибольшую стоимость конечных геопродуктов для потребителя среди трех приведенных схем.

Соответственно, комбинированные схемы в той или иной степени совмещают в себе преимущества и недостатки представленных систем.

Качественные сравнительные стоимостные и оперативные характеристики реализации трех вариантов приведены в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 Сравнительные характеристики вариантов организации работ по получению и обработке данных

Характеристики	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Затраты на создание и развитие	-	+	+
Стоимость геоданных и продуктов	+	0	-
Оперативность поставок	+	0	-
Содержание штата и инфраструктуры	-	+	+

Обозначение: + - достоинство; - - недостаток; 0 – промежуточное значение по сравнению с альтернативными вариантами.

Выполненные расчеты показывают, что при больших площадях съемки на длительном периоде мониторинга самыми экономически и технически эффективными вариантами построения ведомственных и региональных систем космического мониторинга являются 1-й и 2-й или их комбинации (ведомственный или региональный центр мониторинга с собственной сетью станций прямого приема или с получением первичных («сырых») геоданных и услуг). При небольших площадях контролируемой территории и неполным циклом развития проекта экономически более выгодной может стать схема 3 с поставкой готовых специализированных тематических продуктов на аутсорсинге. Соотношение затрат в зависимости от выбранной схемы получения данных приведено на Рисунке 2.1.

Выбор конкретного варианта построения системы космического мониторинга определяется степенью приоритета отдельных факторов (стоимость, оперативность, площадь мониторинга, разнообразие требуемых продуктов ДЗЗ). Например, для задач МЧС РФ решающими факторами в области спутникового мониторинга становятся

оперативность поставки данных, частота и площадь контроля и всепогодность решения задачи съемки заданного объекта. Наиболее оптимальной схемой для МЧС является ведомственная сеть станций приема информации.

Созданные и эксплуатируемые ведомственные и региональные центры и СКМ нацелены на более полное решение огромного перечня специфических региональных и тематических ведомственных задач.

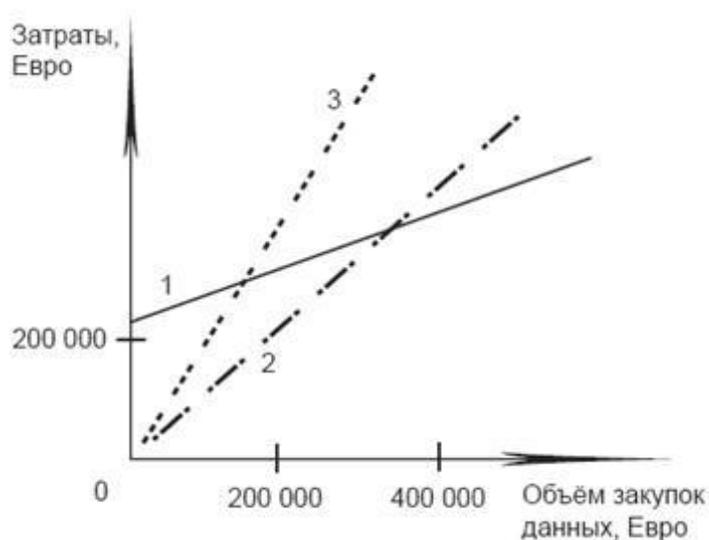


Рисунок 2.1 Соотношение затрат в зависимости от выбранной схемы получения данных ДЗЗ (№1 – ЦКМ со станцией прямого приема, №2 – закупка «сырых» данных с собственной обработкой, №3 – полный аутсорсинг).

## 2.2 Модели организации ситуационных центров

СЦ также могут быть представлены следующими организационными моделями:

### 1) Сервисная модель.

Предпринимателю предоставлен сервис, доступ к которому у него есть как на персональном компьютере, так и на смартфоне. В этом случае ситуационный центр - это сам аккаунт пользователя в сервисе с его настройками, доступ к которому может быть произведен из любой точки с любого устройства.

В данном случае основные сегменты бизнеса для организации ситуационного центра - сервис - агрегатор, сервисы, предоставляющие конечные проанализированные данные для агрегатора и сервисы, собирающие и предоставляющие сырые данные.

Таким ситуационным центром может пользоваться как один руководитель, так и его команда, имеющая доступ к данным.

В случае, если какой-то показатель вышел за пределы установленной нормы, пользователь получает экстренное оповещение.

## 2) Ситуационный центр как технически оснащенное помещение

В таком случае выделяется отдельное помещение под организацию ситуационного центра. Помещение должно быть организовано так, чтобы все участники процесса могли иметь удобный доступ к визуальным данным и удобное пространство для совместного обсуждения ситуации. Возможны следующие варианты:

а) Информация предоставляется также по сервисной модели, участники собираются на совещание раз в заданный период времени, к сегменту бизнеса добавляется организатор офиса, предоставляющий удобную для данных переговорную комнату, оборудованную экранами и средствами оперативной связи с удаленными участниками, если необходимо.

Также информационная составляющая может являться внутренним сервисом организации, использующей ее.

Информация может также предоставляться в общем для всех сотрудников помещении для прозрачности работы компании.

б) Информация разработана внутри предприятия, может являться секретной, доступ к ней имеют только руководители. Таковую систему отличает необходимость отдельной разработки средств оперативного оповещения участников процесса о пороговом изменении показателей: это может быть уведомление руководителя по телефону в случае изменения бизнес-показателей или оповещение всех сотрудников сигнальной сиреной в случае изменения технических показателей критической системы. В данном случае все зависит от конкретной отрасли и предприятия.

Обычно все задачи, возникающие с организацией такого ситуационного центра, решаются самим предприятием, однако здесь нужно учитывать организацию рабочих мест в самом ситуационном центре и системы оповещения.

## 3) Ситуационный центр как автономная операционная единица

Самым ярким примером такого ситуационного центра является Центр управления полетами. Отдельные ситуационные центры могут быть организованы в зонах ликвидации чрезвычайных ситуаций, в зонах полевых работ сельскохозяйственной деятельности, нефтедобывающей промышленности или любых зонах дистанционного управления

робототехникой в зонах добычи, в работу которой может потребоваться оперативное вмешательство человека.

Организация такого центра требует не только сервиса анализа, визуализации и предоставления данных, но и организации постоянного или временного помещения с рабочими местами, а возможно и местами проживания сотрудников.

- 4) Коробочное решение, направленное на решение конкретной задачи и встраиваемое в предыдущие три типа СЦ.

Среди ситуационных центров, направленных на решения конкретных рутинных задач можно привести следующие примеры:

Компании-производители БАС, такие как DJI, предлагает ситуационные центры для управления флотом БАС. Ситуационный центр отслеживает пространственное положение БАС, отображает принимаемую визуальную информацию, управляет людскими и материальными ресурсами [71].

Компания Edgybees продает решение ARGUS (augmented reality ground underlying system), обеспечивающую синтез видеоизображения и дополнительных геопространственных данных, предназначенное в первую очередь, для пожарных расчетов и полиции [72].

Есть и платформенные решения такие как TerraLens компании Kongsberg Geospatial, предназначенные для быстрого создания и кастомизации графических подсистем ситуационных центров [73].

В этом контексте можно рассмотреть и более узкий случай, например ГК «СКАНЭКС» производит ряд геосервисов, выполняющих узкие задачи СО на базе общей платформы.

Упрощенно структуру ситуационного центра можно представить на Рисунке 2.2.

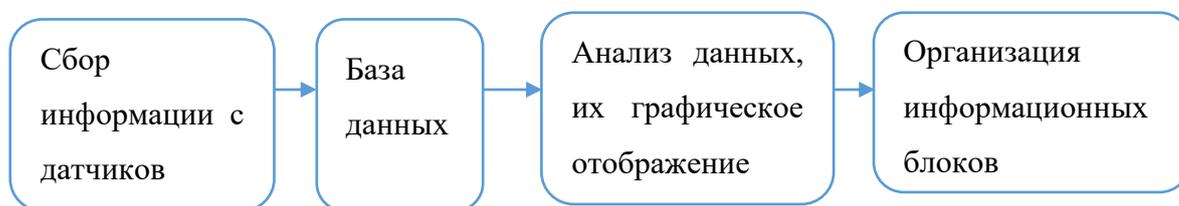


Рисунок 2.2 Упрощенная схема составных блоков СЦ

Перечисленные способы организации СЦ могут иметь различные наборы продуктов и услуг СЦ. СЦ как сервис может предоставлять доступ по подписке к онлайн-сервису или ПО, быть модульным с бесплатными и платно подключаемыми модулями. СЦ может создаваться под заказ как проект. Однако стоит иметь ввиду и более сложные бизнес-

модели. Например, фермер заинтересован в оперативных данных о состоянии вегетации. Но данные о вегетации нужны для того, чтобы скорректировать внесение удобрений, поэтому покупателем таких решений может выступать не сам фермер, а компания-поставщик удобрений. С учетом оперативных данных ДЗЗ, поставщик удобрений сможет своевременно информировать своих клиентов о потенциальных проблемах на их посевных площадях, повысить лояльность клиентов и в конечном итоге, выстроить более тесное и взаимовыгодное партнерство. А за счет роста объемов данных, предоставляемых клиентам, будет снижаться удельная стоимость их приема и обработки.

## 2.3 Привлечение к использованию в ситуационных центрах гибридных систем КА, примеры-кейсы аналогов ситуационных центров с гибридными источниками

### 2.3.1 Сравнение источников пространственных данных

Основными источниками ПД являются БАС, спутники ДЗЗ и пилотируемые ЛА.



Рисунок 2.3 Три основных группы платформ ДЗЗ воздушного и космического базирования для съемки в локальном, региональном и глобальном масштабах

По сравнению с КА и пилотируемыми летательными аппаратами БАС имеют следующие преимущества:

- БАС можно применять на сверхмалых высотах, что позволяет получить недостижимые для КА значения геодезической точности и сверхвысокое пространственное разрешение (до 2–3 см против 30 см), а также возможность съемки практически в любую погоду под облаками;

- на БАС практически всегда можно поставить такую же съемочную аппаратуру, что и на пилотируемом летательном аппарате, так как она имеет небольшой вес; в силу значительно меньшего веса самого БАС для съемки требуется намного меньше энергии и, соответственно, затрат (например, 1 час полета вертолета стоит от 120 тыс. руб., 1 час полета БАС – от 20 тыс. руб.);

- БАС можно доставить к месту выполнения работ дешевыми наземными видами транспорта или авиарейсом, доставить пилотируемый аппарат намного дороже;

- БАС может обеспечить значительно большую точность прохождения заданного маршрута вследствие меньшей массы и автоматического управления;

- дроном может владеть сам потребитель данных, нет необходимости заказывать съемку и дожидаться выполнения работ, что сокращает сроки выполнения заказа;

- эксплуатация профессионального БАС обходится в 10 раз дешевле, чем вертолета или самолета, и к тому же безопасней для пилотов;

Эффективность применения БАС для задач воздушной съемки, инспекции и картографирования связана с более низкими удельными и эксплуатационными расходами по сравнению с использованием пилотируемых воздушных судов (Таблицы 2.2 и 2.3).

Сравнение основных возможностей БАС и космических средств ДЗЗ приведено в Таблице 2.4.

Таблица 2.2 Сравнительная стоимость применения пилотируемых воздушных судов и коммерческих БАС. По данным Association for Unmanned Vehicle Systems International (AUVSI)

Воздушное судно (ВС)	Тип ВС	Стоимость за единицу	Средняя стоимость 1 часа полета
Bell Ranger	Пилотируемое, гражданское	\$70 000 – \$1 200 000	\$649
Robinson R44	Пилотируемое, гражданское	\$434 000	\$206
Octatron Skyseer	БАС, гражданский	\$25 000 - \$35 000	\$10-\$100

Таблица 2.3 Сравнительная стоимость решения задачи воздушного мониторинга (учет популяции канадского журавля). По данным Association for Unmanned Vehicle Systems International (AUVSI)

Тип ВС	Стоимость решения полетной задачи
Государственный пилотируемый самолет (учтены только прямые расходы)	\$4 300
Арендуемый пилотируемый самолет	\$35 000
БАС	\$2 600

Таблица 2.4 Сравнение возможностей БАС, микроКА и традиционных КА (группировок КА)

БАС	МикроКА	КА (группировки КА)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обслуживание датчиков IoT с низким уровнем мощности сигналов;</li> <li>- Длительное пребывание над малоразмерной зоной обслуживания;</li> <li>- Низкая стоимость БАС;</li> <li>- Оперативная комплектация ПН под требуемые задачи.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Запуск микроКА по требованию,</li> <li>- Комплектация ПН под актуальные задачи;</li> <li>- Обслуживание наземных датчиков с низким уровнем сигналов;</li> <li>- Быстрое внедрение новых технологических решений;</li> <li>- Средний уровень стоимости микроКА;</li> <li>- Глобальность обзора;</li> <li>- Длительный срок эксплуатации;</li> <li>- Широкая зона обслуживания.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Глобальный и непрерывный обзор зон мониторинга;</li> <li>- Глобальное распространение данных ДЗЗ;</li> <li>- Высокая стоимость КА (группировок);</li> <li>- Цели и ПН КА (группировок КА) заранее определены;</li> <li>- Длительный срок эксплуатации.</li> </ul>

Сравнительная экономическая эффективность трех видов носителей (спутники, самолеты и БАС) при выполнении картографической съёмки зависит от текущих рыночных цен на космоснимки, требуемой точности и детальности материалов съёмки и площади мониторинга. По одному из вариантов расчётов, съёмка с БАС является экономически выигрышной при площади фоторабот от 5 до 10 га.

Таблица 2.5 Основные компоненты гибридных систем ДЗЗ на базе космических и воздушных платформ для датчиков съемки Земли

Параметр	КА ДЗЗ	Самолеты и высотные БСА класса HALE, MALE, HARPS	БАС класса мини и микро
Высота съемки	400-800 км	3 000 – 20 000 м	250 м
Пространственное разрешение	0,3 м – 100 м	5 – 30 см	2-5 см
Некоторые компании-операторы и изготовители	Airbus DS, Maxar Technologies (Digital Globe), Planet	Boeing, Airbus DS	DJI, Parrot
Преимущества	Доступные цены, высокая производительность и оперативность съемки, глобальный масштаб съемки, удобство заказа и доступа к данным	Высокое разрешение и точность, средняя производительность	Не зависит от облачности, невысокие эксплуатационные расходы, самое высокое разрешение и точность
Недостатки	Зависит от облачности, ограниченное разрешение и точность данных	Высокие эксплуатационные расходы, зависимость от облачности, региональный масштаб съемки, согласование съемки	Низкая производительность (узкая полоса), локальный масштаб съемки, длительная процедура подготовки
Масштаб создаваемого ортофотоплана	М 1:2000 и мельче	М 1:2000 – 1:500	М 1:500 – 1:200
Наилучшая точность, м	30 м – до 3-6 м	0,5 м – 1 м	<1м

Необходимо отметить, что схожие результаты были получены при разных подходах к оценке стоимости. Например, в работе [94] для сравнения стоимости данных ДЗЗ от КА, самолетов и БАС учтены расходы на закупку сырых данных, геопривязки, ортотрансформирования и полной обработки для получения конечного продукта в виде карты NDVI для двух тестовых виноградников заданной площади. Полученный результат показывает, что данные БАС обходятся дешевле по сравнению с КА и самолетами при съемке районов площадью 10-20 га (Рисунок 2.4).

Сравнение цен является нелегкой задачей, поскольку удельные цены зависят от общей снимаемой площади, используемой бизнес-модели, требований к данным и т.д.

## Удельная стоимость для спутникового, воздушного и БПЛА зондирования

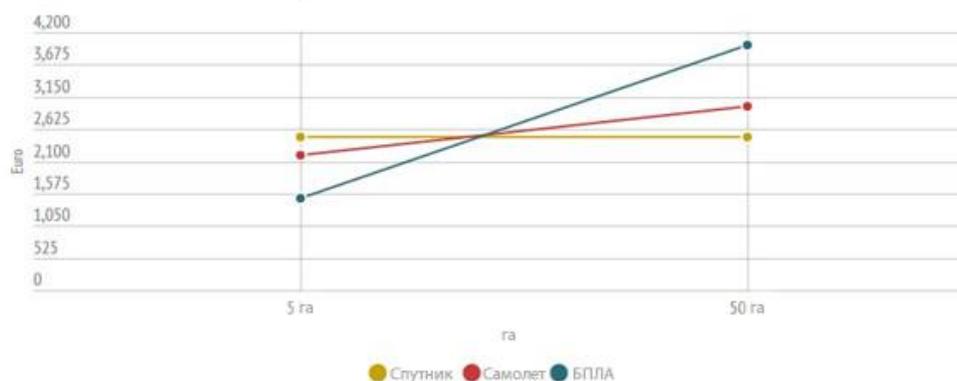


Рисунок 2.4 Сравнение удельных затрат на картографическую съемку с помощью спутников (оранжевый цвет), самолетов (красный цвет) и БАС (синий цвет). Удельная стоимость продукта ниже для БАС для районов площадью от 5 га до ~10 га. Приведенная оценка справедлива для принятых при расчетах ценах и при прочих равных условиях

На Рисунке 2.5. показано распределение среднерыночных удельных цен мониторинга одного квадратного километра с одинаковым пространственным разрешением средствами авиационного мониторинга по данным сайта государственных закупок [96].

При этом время готовности пилотируемого транспортного средства может составлять около 2 часов, в то время как беспилотного – полчаса.

Важно понимать, что о таких цифрах можно говорить в случае наличия развитой инфраструктуры БАС, в которой аппарат может взлететь по нажатию кнопки.

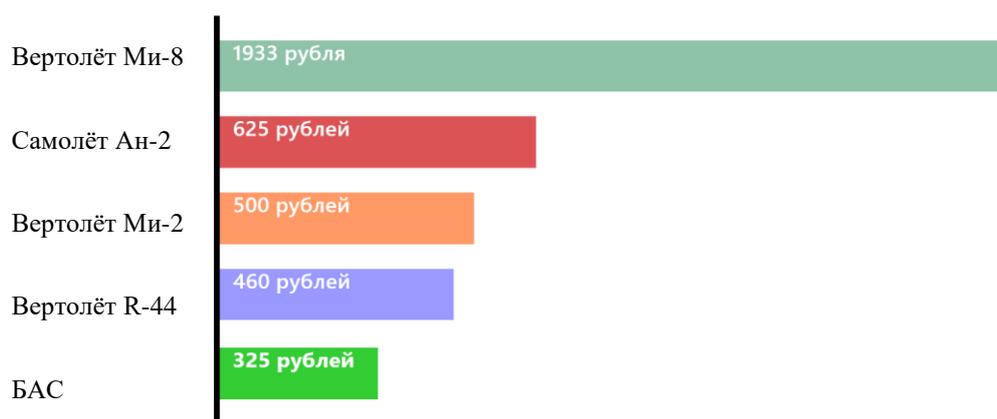


Рисунок 2.5 Среднерыночная удельная стоимость мониторинга 1 км<sup>2</sup>

В современных реалиях стоимость получения данных с помощью БАС зачастую проигрывает стоимости данных космического ДЗЗ, т.к. для запуска БАС требуется выезд команды на место, опытный оператор управления БАС на месте, согласование вылета за

несколько дней с контролирующими органами. Трудно говорить об удельной стоимости съемки 1 км, поскольку цена съемки объекта складывается из затраченного рабочего времени команды обслуживания БАС. Цены указываются до 200\$ за 1 км<sup>2</sup>.

В случае наличия инфраструктуры и автоматизации полёта БАС по заданному маршруту пропадает необходимость в операторе управления дроном, необходим только наблюдатель на случай нештатных ситуаций, наблюдатель может иметь в своем ведении сразу несколько аппаратов.

### 2.3.2 Гибридные системы аэрокосмического мониторинга

В настоящее время развиваются гибридные системы аэрокосмического мониторинга объектов и территорий, позволяющие совместить преимущества БАС, а именно высокую детальность и большую продолжительность наблюдения, и КА ДЗЗ - большую площадь охвата и сравнительно невысокую стоимость данных. Гибридная система позволяет реализовать функции мониторинга территории с комплексным использованием средств в зависимости от требований по срочности, точности и в рамках допустимых расходов.

Главным компонентом гибридных систем является многодиапазонная универсальная станция приема информации с БАС и КА с модулями автоматизированной обработки информации. Основным преимуществом трехдиапазонного (диапазоны частот X-, L- и S-) аппаратно-программного комплекса (АПК) является возможность оперативного доступа к данным мультимасштабного аэрокосмического мониторинга и оперативной их обработки с целью дальнейшего принятия решений, соответствующих меняющейся обстановке. Многодиапазонные АПК становятся обязательными компонентами, обеспечивающими работу современных ситуационных центров контроля обстановки в интересах министерств и ведомств (МЧС, силовых структур), корпораций, федеральных органов исполнительной власти, местных органов государственной власти и др.

В настоящее время быстро развиваются автоматические методы распознавания объектов на аэрокосмических изображениях (классификация, детектирование, семантическая сегментация). Существующие методы и алгоритмы, в первую очередь, основанные на искусственных нейронных сетях, обладают высокими точностными характеристиками и достаточной скоростью работы (время обучения с использованием ПК с видеокартой NVidia на существующих наборах данных от часов до нескольких суток, скорость работы при сегментации или классификации сцены - от 200 мс до 3-5 секунд на мегапиксель изображения).

Традиционно под гибридными схемами понимаются комплекс средств на платформах воздушного и космического базирования для решения задач ДЗЗ с различными характеристиками. Применяемые средства можно разделить на три основных класса по пространственному разрешению, масштабу и точности съемки.

Основным продуктом съемки гибридных воздушно-космических систем ДЗЗ является глобальное (для всего мира, национальной территории страны, Федерального округа или субъекта Федерации) мозаичное мультимасштабное покрытие, регулярно обновляемое в зависимости от потребностей экономического развития региона. Исторически первой коммерческой мультимасштабной веб-платформой с глобальным покрытием данными спутниковой и аэрофотосъемки является геосервис Google Планета Земля (Google Earth, с 2005 года). Глобальную основу составляет спутниковая мозаика LANDSAT с разрешением 15-20 м и координатной точностью ~30 м, населенные пункты, объекты инфраструктуры и туристические зоны детализированы с помощью космоснимков КА компаний DigitalGlobe, Airbus DS с разрешением 0,5-1,5 м, а также данными аэрофотосъемки с разрешением 0,1-0,3 м. Детальные покрытия спутниковой и аэрофотосъёмкой регулярно обновляются в зависимости от частоты обращений пользователей сервиса.

Таким образом, реализация гибридных систем, использующих БАС и спутниковые группировки ДЗЗ, позволяет получать глобальные разномасштабные и регулярно обновляемые покрытия регионов. Съёмка с КА позволяет оперативно производить регулярный мониторинг и находить территорию, на которой требуется более детальное изучение с помощью БАС.

Взаимное дополнение данных можно использовать при картографировании. Картографическая основа создаётся с помощью ДДЗ КА, а ДДЗ БАС используются для локальной детализации.

Использование гибридного варианта диктуется экономическими соображениями, что иллюстрируется рисунком (Рисунок 2.6), на котором показаны зависимости средних значений цен одного квадратного километра ДЗЗ от их пространственного разрешения (GSD) для снимков, выполняемых с помощью БАС и КА. Графики построены для случаев, когда общий объём съёмки составляет порядка 20 кв. км.

Таким образом, целесообразно использовать аэрокосмические системы ДЗЗ как взаимодополняющие датчики, которые обеспечивают регулярный глобальный обзор с возможной детализацией зон интереса с наименьшими затратами.

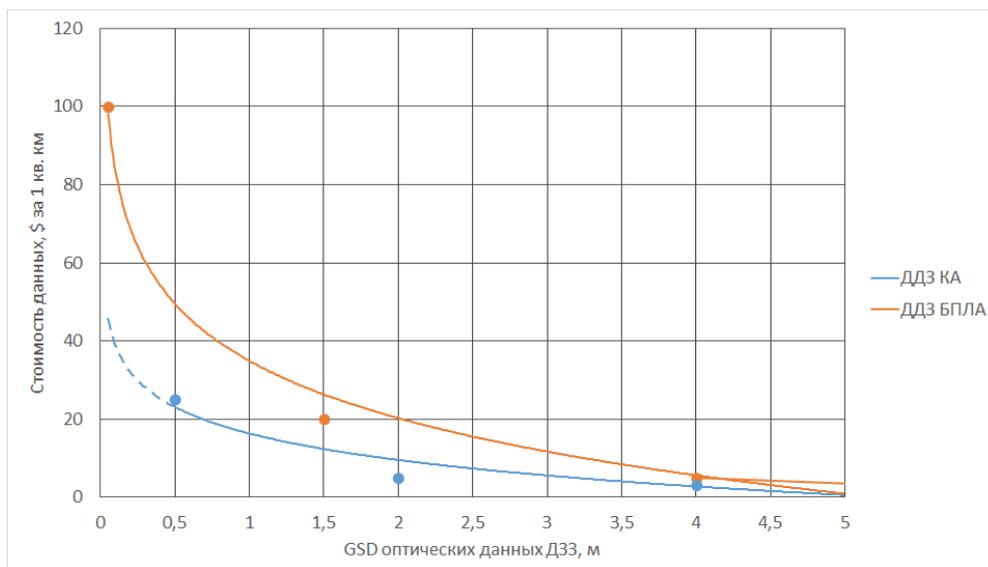


Рисунок 2.6 Зависимость средних значений цен 1 км<sup>2</sup> от GSD для снимков, выполняемых с помощью БАС и КА

Архитектура современного ситуационного центра для типовых субъектов РФ должна основываться на гибридных системах аэрокосмического мониторинга объектов и территорий, позволяющих совместить преимущества БАС, а именно высокую детальность и большую продолжительность наблюдения, и космических аппаратов (КА) ДЗЗ - большую площадь охвата и сравнительно невысокую стоимость данных. Хабом гибридных систем аэрокосмического мониторинга является многодиапазонная универсальная станция приема информации с БАС и КА с модулями автоматизированной обработки информации. Основным преимуществом трехдиапазонного (диапазоны частот X-, L- и S-) аппаратно-программного комплекса (АПК) является возможность оперативного доступа к данным мультимасштабного аэрокосмического мониторинга и оперативной их обработки с целью дальнейшего принятия управленческих решений, соответствующих меняющейся обстановке.

## 2.4 Международные организации, предоставляющие экспертизу и решения в области ситуационной осведомленности

Помимо коммерциализуемых технологий СЦ существуют также платформы, предоставляющие открытые ПД, в основном о стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях. В данном разделе проводится обзор наиболее известных международных организаций, публикующих материалы и открытые ПД, а также предоставляющих экспертизу в области ситуационной осведомленности и оперативной картографии (rapid mapping).

UNOSAT - некоммерческая организация со штаб-квартирой в Женеве, Швейцария, и региональным присутствием в Бангкоке, Найроби и Нджамене, была создана в 2001 году в качестве исследовательской программы Учебного и научно-исследовательского института Организации Объединенных Наций (UNITAR). UNOSAT обеспечивает анализ спутниковых изображений для системы ООН, государств-членов ООН и ее партнеров. Работа программы поддерживает принятие решений на основе фактических данных в интересах мира, безопасности и устойчивого развития. Решения, разработанные UNOSAT используются в реагировании на гражданские кризисы, ЧС и для осуществления Повестки ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года.

Основной фокус UNOSAT - развивающиеся страны с высокой плотностью населения и высокими рисками таких ЧС, как наводнения и землетрясения. В каталоге представлен только один материал по территории России (общее количество материалов 2,769) [76].

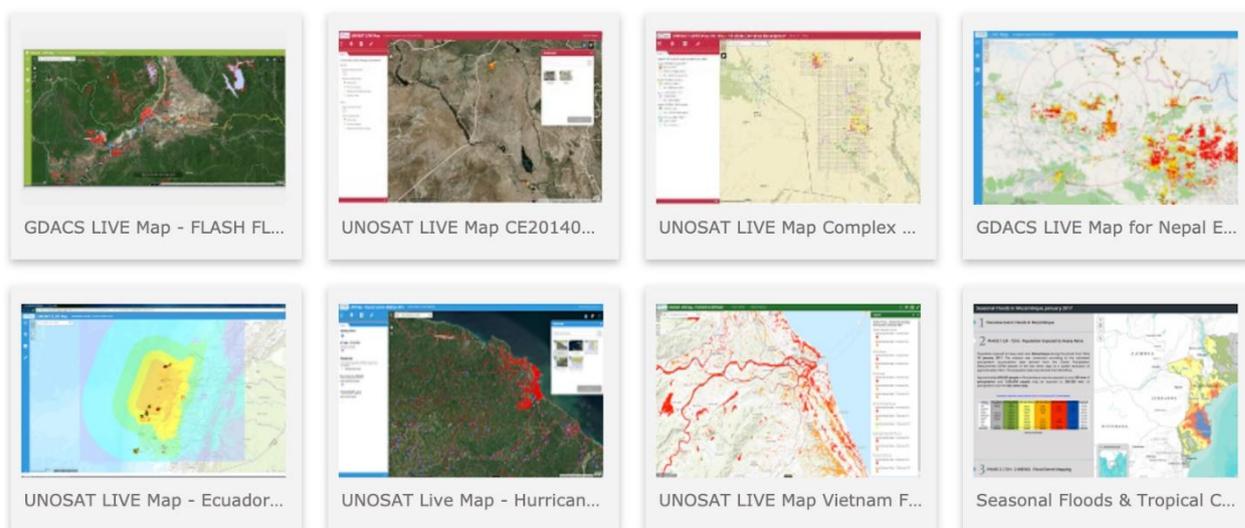


Рисунок 2.7 Раздел Live maps - примеры продуктов UNOSAT

В проекте VABENE ++ (Управление трафиком для крупномасштабных событий и катастроф) Немецкого аэрокосмического центра разрабатываются инструменты для предоставления оперативной информации о состоянии инфраструктуры и трафика, полученных из нескольких источников данных, таких как спутниковые снимки, аэрофотоснимки и наземные сенсоры (terrestrial insitu sensors). Инновационный элемент этого проекта состоит в предоставлении возможности мониторинга в режиме реального времени от сбора различных исходных данных до создания и распространения информационных продуктов для отдельных пользователей. Основная цель VABENE ++ - способствовать эффективному управлению необходимой спасательной логистикой и транспортным потоком в зоне ЧС, а также во время массовых общественных мероприятий. Основные направления исследований: имитационное и крупномасштабное моделирование трафика, мониторинг воздушного трафика, оценки рисков дорожного движения, объединение данных / управления данными, развитие веб-технологий в среде ГИС.

Международная «Космическая хартия» (Space Disaster Charter) – программа сотрудничества, функционирующая в течение 20 лет, благодаря которой спутниковые данные предоставляются для борьбы со стихийными бедствиями. Комбинируя источники информации от различных космических агентств, Хартия позволяет координировать ресурсы и опыт для быстрого реагирования на крупные бедствия; тем самым помогая органам гражданской защиты и международному гуманитарному сообществу.

Эта уникальная инициатива способна мобилизовать агентства по всему миру и воспользоваться их ноу-хау и их спутниками через единую точку доступа, которая работает 24 часа в сутки, 7 дней в неделю и бесплатно для пользователей. Основные категории природных ЧС, по которым собраны запросы участников Хартии [77] представлены на Рисунке 2.9.

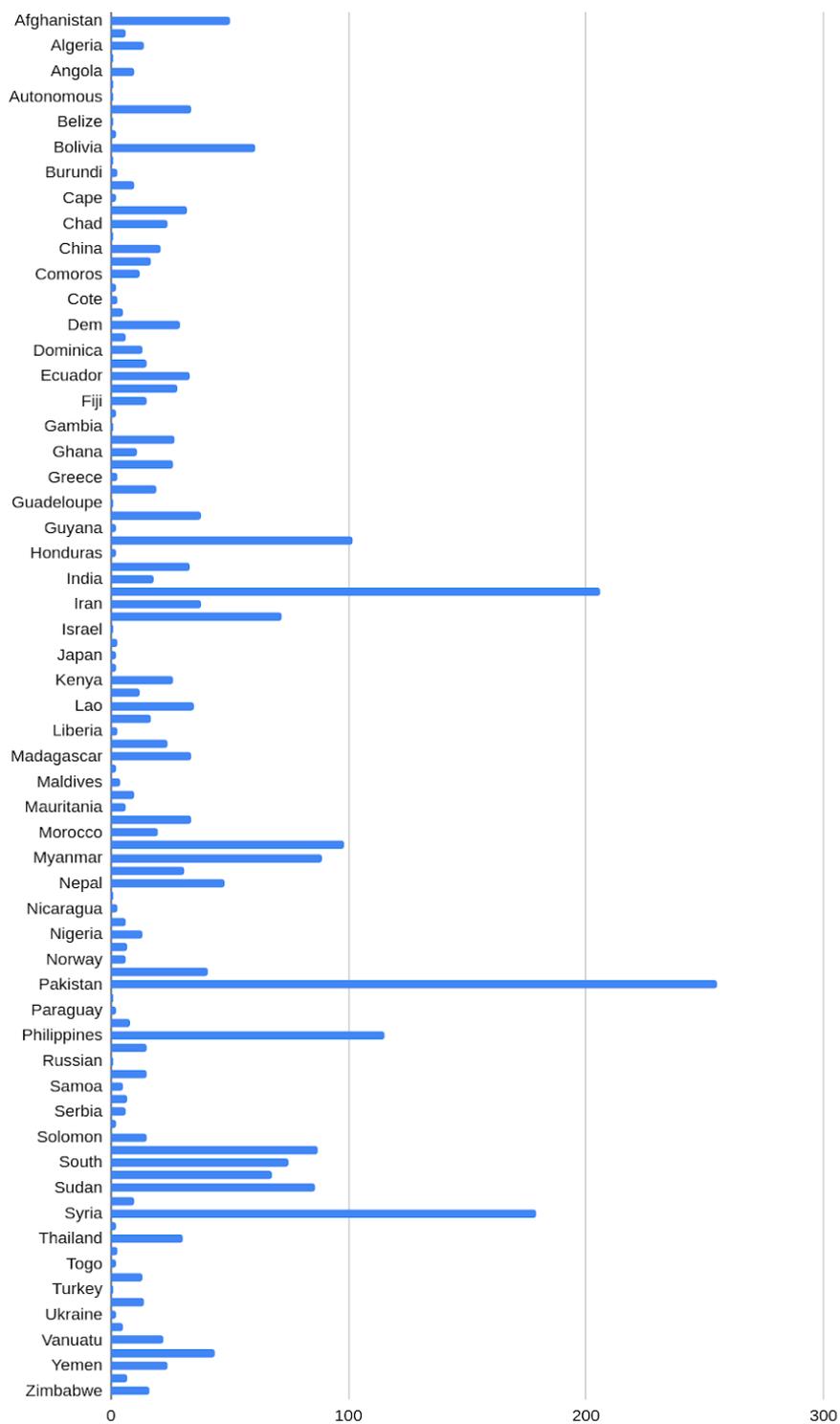


Рисунок 2.8 UNOSAT Map library (Количество картографических материалов по странам. На основе <https://unitar.org/maps/countries>)

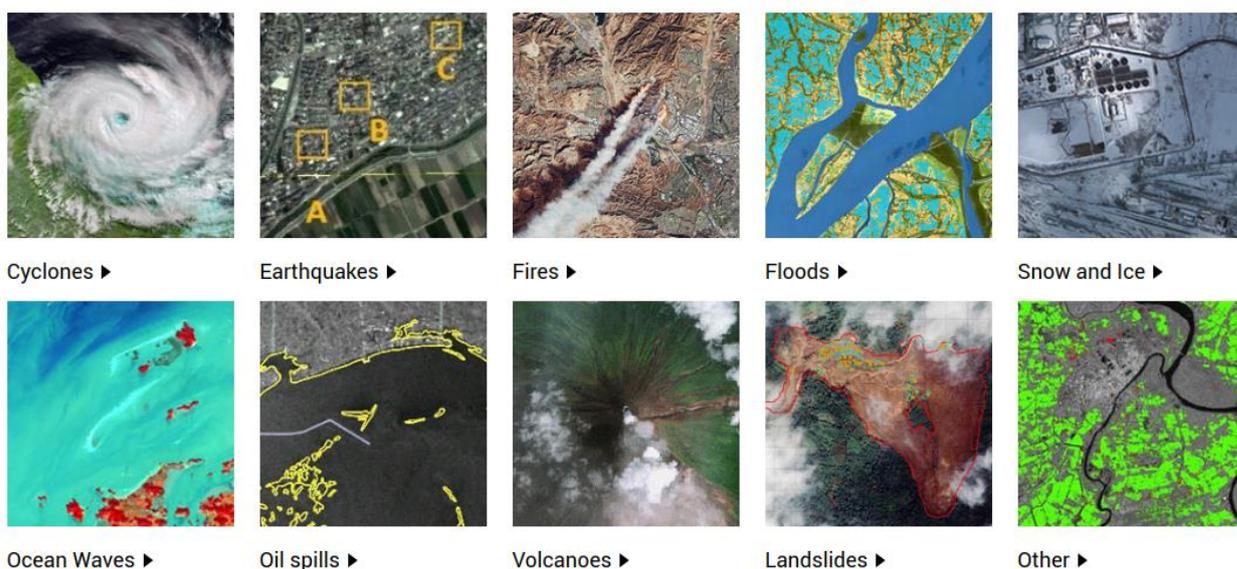


Рисунок 2.9 Категории природных ЧС на сайте Международной «Космической хартии»: циклоны, наводнение, пожары, землетрясение, ураган, оползни, извержения вулканов, цунами, тайфун, шторм, нефтеразливы

Гуманитарная команда OpenStreetMap (HOT) – благотворительная организация US, была основана в 2010 году для продвижения и поддержки тысяч добровольцев и десятков местных групп по всему миру, которые работают над созданием OpenStreetMap, с акцентом на гуманитарную помощь. составление открытых карт для оказания помощи в случае стихийных бедствий, обеспечения готовности сил экстренного реагирования.

В своей роли по организации карт реагирования на кризисные ситуации HOT выступает в качестве связующего звена между сообществом OpenStreetMap и традиционными гуманитарными организациями, такими как MSF, Красный Крест, НОСНА, а также местными группами и правительствами. HOT финансирует и координирует разработку и хостинг нескольких инструментов с открытым исходным кодом специально для сообщества OpenStreetMap. HOT также финансирует полевое обучение и сбор данных для региональных групп OpenStreetMap и обучает квалифицированных координаторов для организации работы волонтеров-картографов во время кризисов и стихийных бедствий [78].

В силу той особенности, что HOT – это краудсорсинговый ресурс, любой авторизованный пользователь может создать акцию (кампанию) по картированию. Большинство таких активаций вызвано стихийными бедствиями, часть из них вызвано инициативой по заполнению пробелов в картах.

Статистика кампаний HOT имеет слабо выраженную корреляцию с количеством кампаний (коэффициент корреляции с количеством добавленных в Openstreetmap объектов зданий и длиной дорог: 0.82 и 0.67 соответственно).

Несмотря на то, что области применения технологий и задачи HOT и UNOSAT близки – картографическое информационное обеспечение для реагирования во время ЧС и кризисов, а список стран количественно совпадает, если взять количественные показатели по странам, оказывается, что порядок стран почти не совпадает. Если принять порядок как показатель приоритета работы организаций (это не однозначное соответствие, как уже говорилось выше – показательным для иллюстрации работы HOT является не только количество кампаний, но и объем полученных результатов) то следует отметить, что приоритеты волонтеров картографов и некоммерческого фонда HOT значительно отличаются от приоритетов Организации Объединенных Наций (UNOSAT). Если сравнить топ 10 результатов по странам – совпадение не более трех стран.

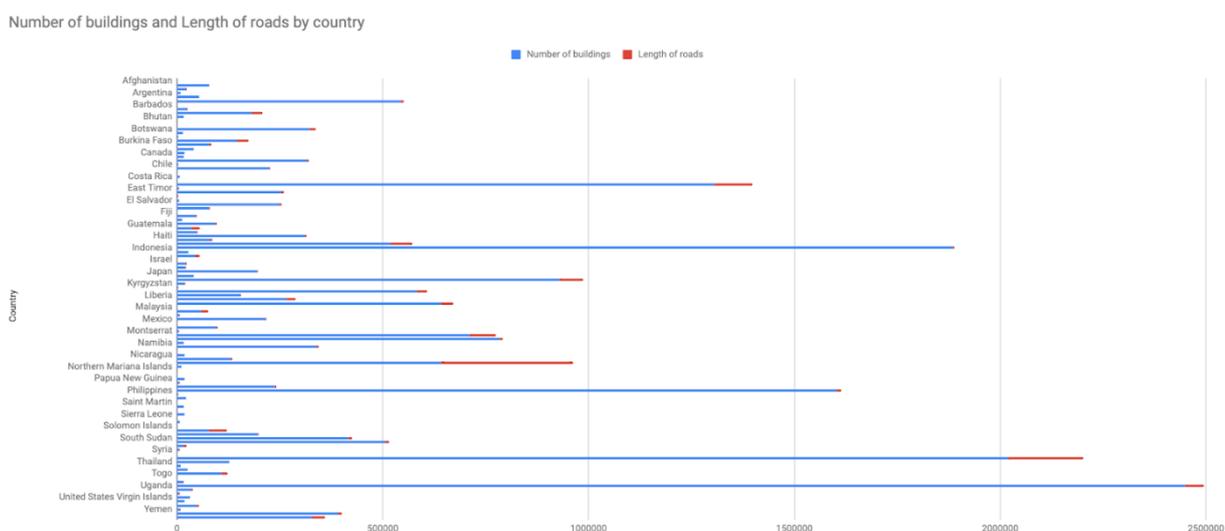


Рисунок 2.10 Количество добавленных объектов зданий и дорог по странам

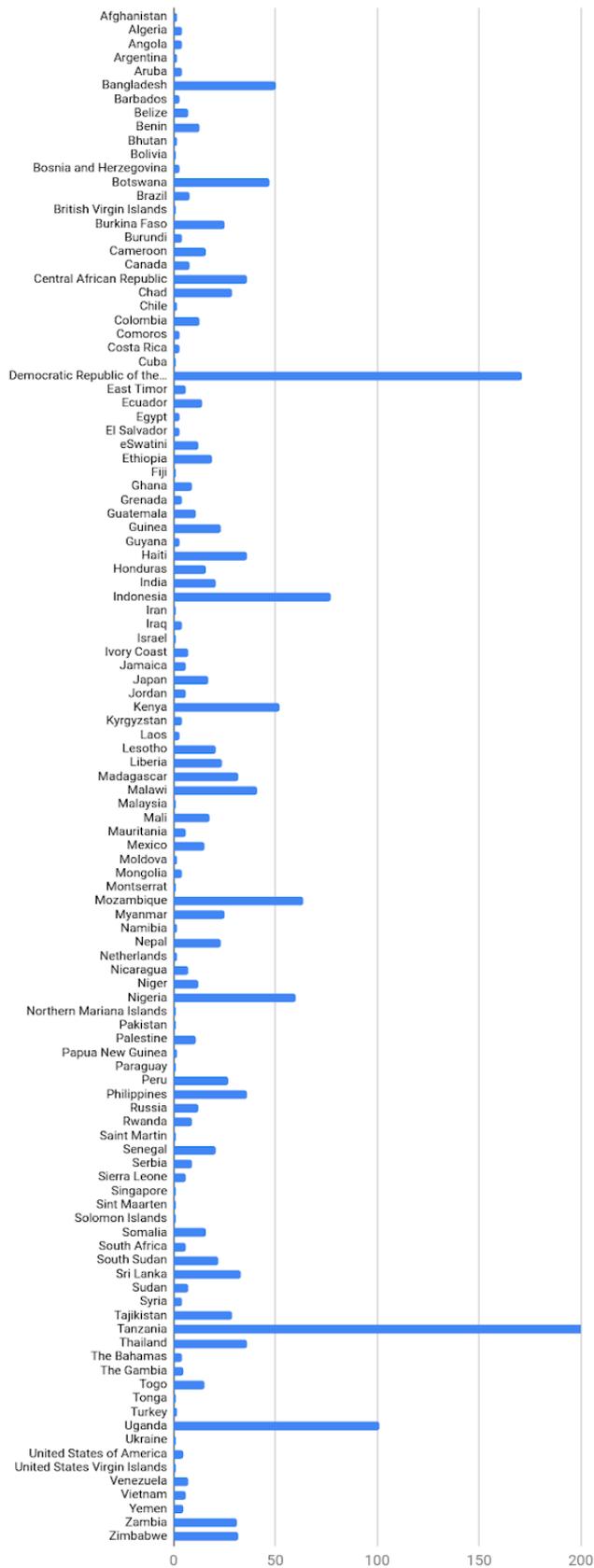


Рисунок 2.11 Humanitarian Openstreetmap Team (Количество картографических кампаний по странам; на основе <https://www.hotosm.org/>)

## 2.5 Разработка предложений по продуктам и услугам ситуационных центров

На основании задач, выделенных в Главе 1 и рассмотренных бизнес-моделей в этой главе, составим список возможных продуктов и услуг, которые может предоставлять СЦ, а также функции СЦ, необходимые для их реализации. В Таблице 2.6 представлены общие продукты и услуги СЦ, в Таблице 2.7 – предложения по продуктам и услугам СЦ для сельского хозяйства, Таблице 2.8 – для ресурсодобывающей отрасли, Таблице 2.9 – транспортной отрасли. Для отрасли лесного хозяйства не представлено списка продуктов и услуг, поскольку основным заказчиком перечисленных в Главе 1 задач является государство, сроки их решения не отвечают понятиям «оперативности».

Таблица 2.6 Общие для отраслей продукты и услуги СЦ

Продукт/Услуга	Предполагаемая Бизнес-модель	Форма предоставления продукта или услуги	Функции СЦ, обеспечивающие продукт/услугу
Доступ к сырым данным БАС и ДЗЗ	Бесплатный или условно бесплатный доступ, доступ по подписке, разовая покупка данных	Предоставление ортофотопланов, 3D моделей	Получение ПД
Доступ к сервисам аналитики	ПО как сервис	Облачный сервис или ПО на ПК	Получение ПД
Доступ к сервису, отображающему ситуационную картину	ПО как сервис	Облачный сервис или ПО на ПК	Весь функционал СЦ
Оповещение о ЧС	Сервис, подписка	Облачный сервис	Получение и обработка ПД

Таблица 2.7 Примеры продуктов и услуг СЦ в сельскохозяйственной отрасли

Продукт/Услуга	Предполагаемая Бизнес-модель	Потенциальные потребители услуги	Форма предоставления продукта или услуги	Функции СЦ, обеспечивающие продукт/услугу
Прогноз урожайности	Подписка на данные, поставляемые в указанные периоды сезона. Разовая покупка данных. Покупка пакета услуг, включающих данную.	Агрохолдинги, фермерское хозяйства, государственные заказчики, ритейлеры	Цифровой сервис	Получение ПД, обработка ПД, определение вегетационных индексов, использование моделей предиктивной аналитики
Комплекс услуг страхования	Разовые заказы или работа по контракту	Страховые компании	Отчеты	Получение ПД, обработка и анализ ПД.

Мониторинг динамики развития	ПО как сервис, сервис по подписке.	Агрохолдинги, фермерское хозяйство	Данные в виде формируемых отчетов, отображение данных на ситуационной карте, формирование маршрутов	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту, управление подключенной к СЦ сельскохозяйственной техникой, аналитика и помощь в принятии решений
Планирование уборочных работ	ПО как сервис, разовый заказ данных.	Агрохолдинги, фермерское хозяйство	Отчеты, цифровой сервис	Получение ПД, обработка и анализ ПД
Выявление угроз: болезни, вредители, сорняки	ПО как сервис, подписка или периодический заказ облета территории	Агрохолдинги, фермерское хозяйство	Данные в виде формируемых отчетов, отображение данных на ситуационной карте, предсказания предиктивной аналитики	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту, управление подключенных к СЦ БАС, аналитика и помощь в принятии решений
Контроль землепользования	Государственный заказ	Муниципальные единицы	Отчеты, цифровой сервис	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту
Контроль земледелия с государственной поддержкой	Государственный заказ	Муниципальные единицы	Отчеты, цифровой сервис	Получение ПД, обработка и анализ ПД
Агротехнический мониторинг	Государственный заказ	Муниципальные единицы	Отчеты, цифровой сервис	Получение ПД, обработка и анализ ПД
Инвентаризация производственных участков	Разовые или периодически повторяющиеся заказы	Агрохолдинги, фермерское хозяйство, государственные заказчики	Отчеты, цифровой сервис	Получение ПД, обработка и анализ ПД
Зонирование поля, расчет нормы внесения основных норм удобрений НРК в начале сезона (до сева или одновременно с севом)	Доступ разовый или по подписке	Агрохолдинги, фермерское хозяйство	Доступ к слою цифрового сервиса	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту
Метеопрогноз, заблаговременные прогнозы опасных явлений для информационной поддержки принятия решений	Доступ по подписке	Агрохолдинги, фермерское хозяйство	Доступ к слою цифрового сервиса	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту, аналитика и помощь в принятии решений

Из таблицы 2.8 примеров продуктов и услуг для ресурсодобывающей отрасли не приводим колонку с потенциальными потребителями услуги, поскольку для всех предложенных продуктов и услуг потенциальными потребителями являются компании нефтегазовой отрасли.

Таблица 2.8 Примеры продуктов и услуг СЦ в ресурсодобывающей отрасли

Продукт/Услуга	Предполагаемая Бизнес-модель	Форма предоставления продукта или услуги	Функции СЦ, обеспечивающие продукт/услугу
Выявление нарушений охранных зон и зон минимальных расстояний магистральных газопроводов	Данные как сервис, государственный заказ	Каталог нарушений ОЗ и ЗМР, геопространственная база данных, каталог координат границ ОЗ и ЗМР, каталог координат границ ОЗ и ЗМР для ФГИС ТП, альбом схем мест нарушений.	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту
Обследование магистральных газопроводов (геотехническая диагностика) по материалам космической и авиационной беспилотной съемки	Данные как сервис, государственный заказ	Геопространственная база данных, отчет по результатам обследования, включая перечень нарушений условий эксплуатации и обустройства МГ и альбом фотокарт с выделенными участками нарушений.	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту
Геотехнический мониторинг магистральных трубопроводов на базе материалов радиолокационной съемки	Данные как сервис, государственный заказ	Таблицы/графики/диаграммы значений относительных смещений угловых отражателей (УО) с точностью не хуже 0,5 см, карты просадок земной поверхности в районе мониторинга с точностью не хуже 2 см, ортофотопланы и карты изменения рельефа в коридоре трассы МГ с точностью не хуже 10 см.	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту
Воздушное патрулирование трасс магистральных трубопроводов с применением беспилотных летательных аппаратов	Данные как сервис	Оперативный отчет о выявленных нарушениях условий эксплуатации МГ, оперативные материалы патрулирования трасс МГ (фото и видео) и результаты их анализа, материалы аэрофотосъемки с БАС трассы магистрального газопровода с координатной привязкой, совместимые с ГИС Заказчика.	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту, управление подключенных к СЦ БАС
Обновление геопространственных данных для базы данных	ПО как сервис, Сервис, подписка	Отчет по результатам анализа применяемых исходных данных,	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД

расчетного комплекса «ситуационного центра» на основе космической съемки		Геопространственная база данных с семантической информацией в согласованном формате, ортофотопланы участков МГ, картографические материалы, приведенные в согласованный формат.	на ситуационную карту
Экологический и природоохранный мониторинг, контроль экологической безопасности	ПО как сервис, Сервис, подписка, , данные как сервис	Оперативный отчет о выявленных разливах нефти, масляных пленках, нарушениях, материалы аэрофотосъемки с БАС с координатной привязкой, совместимые с ГИС Заказчика, данные о параметрах природоохранных объектах.	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту, алгоритмы предиктивной аналитики, сервисы поддержки принятия решений
Обеспечение производственной безопасности и снижение затрат и рисков	ПО как сервис, Сервис, подписка, данные как сервис	Актуальные батиметрические карты мелководных участков шельфа, комплексная оценка геофизической активности шельфового участка, материалы аэрофотосъемки с БАС с координатной привязкой, совместимые с ГИС Заказчика.	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту, алгоритмы предиктивной аналитики, сервисы поддержки принятия решений
Оперативное реагирование на чрезвычайные ситуации	ПО как сервис, Сервис, подписка	Гидрометеорологические данные, прогнозы, ледовые карт по району ЧС, оперативное обнаружение разливов нефтепродуктов, оперативное моделирование и прогноз распространения загрязнений нефтепродуктов.	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту, алгоритмы предиктивной аналитики, сервисы поддержки принятия решений

Таблица 2.9 Примеры продуктов и услуг СЦ в транспортной отрасли

Продукт/Услуга	Предполагаемая Бизнес-модель	Потенциальные потребители услуги	Форма предоставления продукта или услуги	Функции СЦ, обеспечивающие продукт/услугу
Контроль судоходства (рыболовецких, в том числе нелегальных) и операций сервисного обеспечения в зоне лицензионных участков	Государственный заказ, контракт	Государственные заказчики, частные компании	Доступ к слою цифрового сервиса, отчеты	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту

Контроль биоразнообразия, детектирование залежек краснокнижных морских зверей в районах шельфовых проектов	Государственный заказ, контракт	Государственные заказчики, предприятия нефтегазовой отрасли, транспортные компании	Доступ к слою цифрового сервиса, оптимальный маршрут следования	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту
Метеопрогноз, заблаговременные прогнозы опасных метеоявлений для информационной поддержки принятия решений	Доступ по подписке	Государственные заказчики, предприятия нефтегазовой отрасли, транспортные компании	Доступ к слою цифрового сервиса	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту, аналитика и помощь в принятии решений
Прогнозы ледовой обстановки	Государственный заказ, контракт, доступ по подписке, ПО как сервис	Государственные заказчики, предприятия нефтегазовой отрасли, транспортные компании	Доступ к слою цифрового сервиса, оптимальный маршрут следования	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту, предиктивная аналитика и помощь в принятии решений
Своевременное обнаружение и слежение за дрейфом айсбергов	Государственный заказ, контракт, доступ по подписке, ПО как сервис	Государственные заказчики, предприятия нефтегазовой отрасли, транспортные компании	Доступ к слою цифрового сервиса, оптимальный маршрут следования	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту, предиктивная аналитика и помощь в принятии решений
Мониторинг перевозки опасных грузов	ПО как сервис, онлайн сервис, подписка	Логистические компании, транспортные компании	Доступ к слою цифрового сервиса	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту
Контроль поставок контейнеров высокой стоимости	ПО как сервис, онлайн сервис, подписка	Логистические компании,	Доступ к слою цифрового сервиса	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД

		транспортные компании		на ситуационную карту
Контроль обслуживания дорог	Государственный заказ, контракт	Муниципальные единицы	Отчеты, данные	Получение ПД, обработка и анализ ПД
Контроль и оптимизация сервисов доставки	ПО как сервис, онлайн сервис, подписка	Логистические компании, транспортные компании, ритейлеры	Доступ к слою цифрового сервиса, отчеты, данные	Получение ПД, обработка и анализ ПД, наложение ПД на ситуационную карту

## 2.6 Выводы

Показано, что источники ПД для СЦ, такие как БАС и спутники ДЗЗ, являются не конкурирующими, а дополняющими друг друга, для предоставления информации в СЦ с нужными точностью, периодичностью и оперативностью.

Продемонстрированы различные бизнес-модели в цепочке создания ценности ПД для применения СЦ. Показаны возможности создания востребованного информационного продукта, отвечающего требованиям отраслей, и коммерциализации таким образом технологий СЦ. Показано, что в цепочке создания продукта ПД технологии находятся в зависимости друг от друга, и проекты, их реализующие, могут реализовывать различные партнерские схемы, предоставляя часть данных в открытом виде, но коммерциализуя блок технологий за счет других ценностных предложений. Также показано, что решения в области СО могут также быть некоммерческими, направленными на борьбу с ЧС.

### 3 Оценка рыночного потенциала ситуационных центров и оценка экономической эффективности предоставления продуктов и услуг

#### 3.1 Оценка рыночного потенциала ситуационных центров

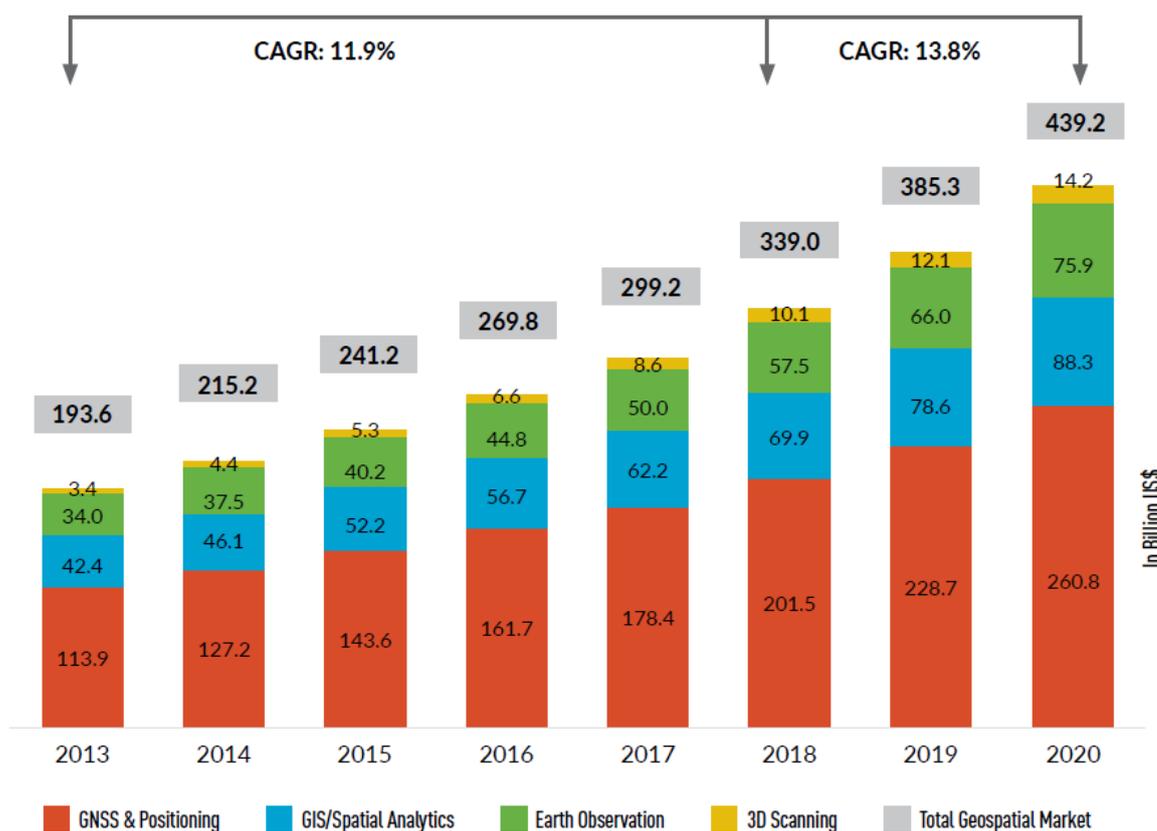
Современный рынок СЦ растет, по оценкам, озвученным на конференции «Ситуационные центры: фокус кросс-отраслевых интересов» в августе 2019 года, объем мирового рынка ситуационных центров достиг \$1 млрд [95]. При этом растет рынок информационных систем и, в частности, геоинформационных систем (ГИС), которые лежат в основе рассматриваемых СЦ.

Для рынка ситуационной осведомленности прогнозируется рост с \$ 17.2 млрд в 2020 до \$ 21.8 млрд в 2025 со среднегодовым темпом роста 4.9% между 2020 и 2025. Главными факторами роста рынка являются увеличивающийся спрос на решения СО в авиации и военной сфере, возрастающее значение СО в кибербезопасности. Прогнозируется, что сенсоры (как наземные, так и воздушные) удержат наибольшую долю рынка технических компонентов. По типам продукции прогнозируется, что системы командования и контроля станут лидирующими в развитии рынка.

Весь мировой рынок геопространственных технологий оценивается в \$349 млрд. в 2018 году. К 2020 году прогнозировался рост рынка до \$439.2 млрд. На Рисунке 3.1 показано, что значительную долю рынка занимают навигационные системы и системы точного позиционирования, далее в порядке убывания долей рынка идут такие ниши как анализ ПД, технологии ДЗЗ и 3D сканирования.

СЦ могут создаваться как единый комплекс, так и внедряться постепенно и обновляться при появлении новых инструментов. Таким образом, стоит оценивать рынок не только для создания самих СЦ, но и для продуктов и услуг СЦ. В данной работе интерес представляют такие компоненты СЦ как система интеграции и визуализации данных, модули пространственных данных, технические средства получения пространственных данных (антенны приема данных ДЗЗ, БАС и комплексы БАС).

На рынке создания самих СЦ в России существует несколько крупных игроков, таких как компания Polymedia, Avilex, Artwell, группа компания SBL, «Энвижн Групп», «Инфосистемы Джет».



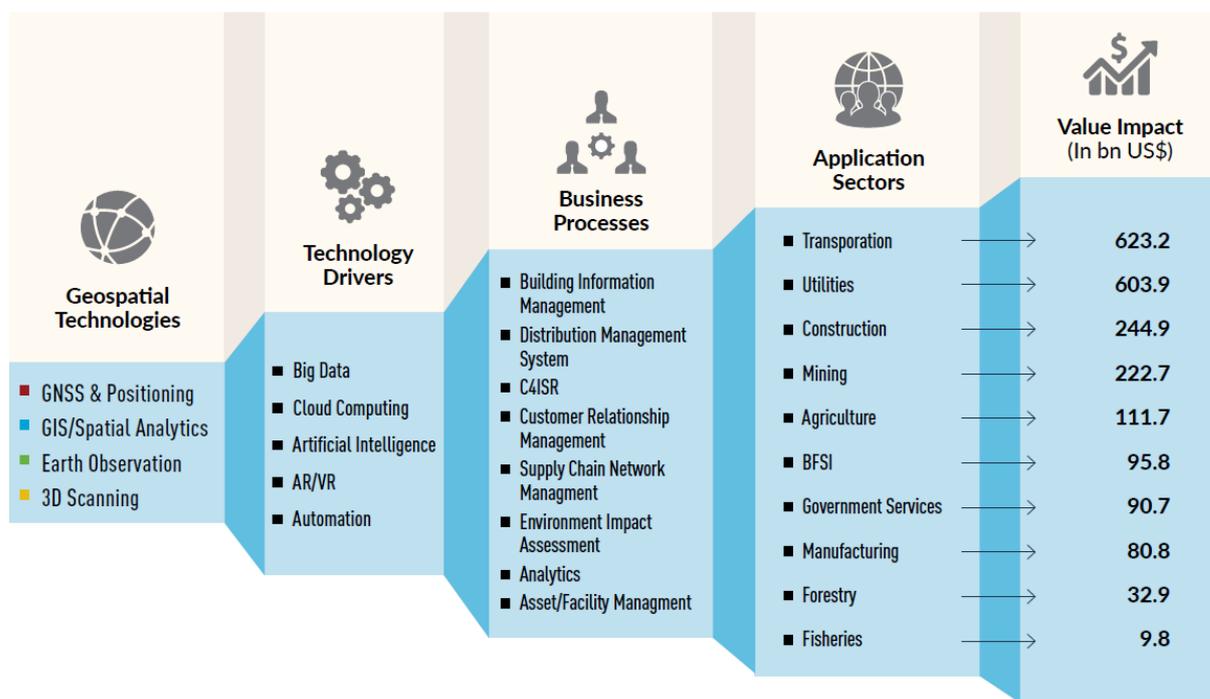
Source: Adapted from Market Research Reports available in public domain (list available in the references section) and Geospatial Media Analysis

Рисунок 3.1 Размер рынка геопространственных технологий

С ростом ГИС индустрии увеличивается ее проникновение в различные отрасли и сектора экономики. Традиционные и только появляющиеся ГИС применения улучшают эффективность и продуктивность этих сегментов и находят применение в логистике, строительстве, добыче, сельском хозяйстве, природопользовании, управлении государством.

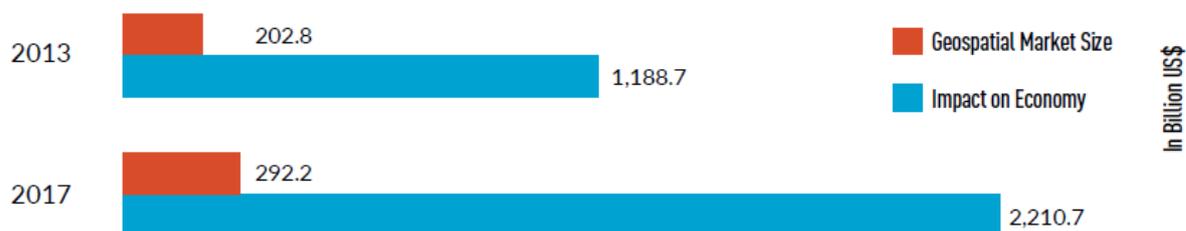
По утверждению исследования Geospatial Media Analysis, влияние использования геопространственных данных на экономику часто остается недооценённым.

Исследование по оценке экономического влияния в нескольких кейсах показывают увеличение глобального экономического эффекта от применения ГИС. ГИС индустрия выросла от US\$ 202.8 млрд до US\$ 292.2 млрд, в то время как экономический эффект вырос от US\$ 1,118.7 млрд в 2013 до US\$2,210.7 млрд в 2017, то есть на порядок выше скорости роста самого рынка ГИС (Рисунок 3.3).



Source: Adapted from Indecon International Economic Consultants, ACIL Tasman, BCG, AlphaBeta, Oxera, Natural Resources Canada and Geospatial Media Analysis

Рисунок 3.2 Геопространственные технологии, создающие ценность



Source: Adapted from Indecon International Economic Consultants, ACIL Tasman, BCG, AlphaBeta, Oxera, Natural Resources Canada and Geospatial Media Analysis

Рисунок 3.3 Влияние геопространственных технологий на экономику

Поскольку решения СЦ и СО могут использоваться для решения разных задач, трудно оценить объемы рынков всех возможных продуктов и услуг. Поэтому рассмотрим пример оценки для таких задач как мониторинг ЛЭП, ж/д полотна, трубопроводов.

Объем данного сегмента рынка для ПАО «Россети» может быть оценен на основе общей протяженности всех сетей ЛЭП и периодичности осуществления мониторинга зарастаний.

Протяженность сетей ЛЭП ПАО «Россети», эксплуатируемых ПАО «ФСК ЕЭС», на 01.01.2016 согласно Положению ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе» [97] составляет:

- общая протяженность (по трассе) ЛЭП магистрального ЭСК составляет 133 322,5 км

- общая протяжённость (по трассе) ВЛ и КЛ ДЗО, осуществляющих эксплуатацию объектов распределительного ЭСК, составляет 2 072 020,6км

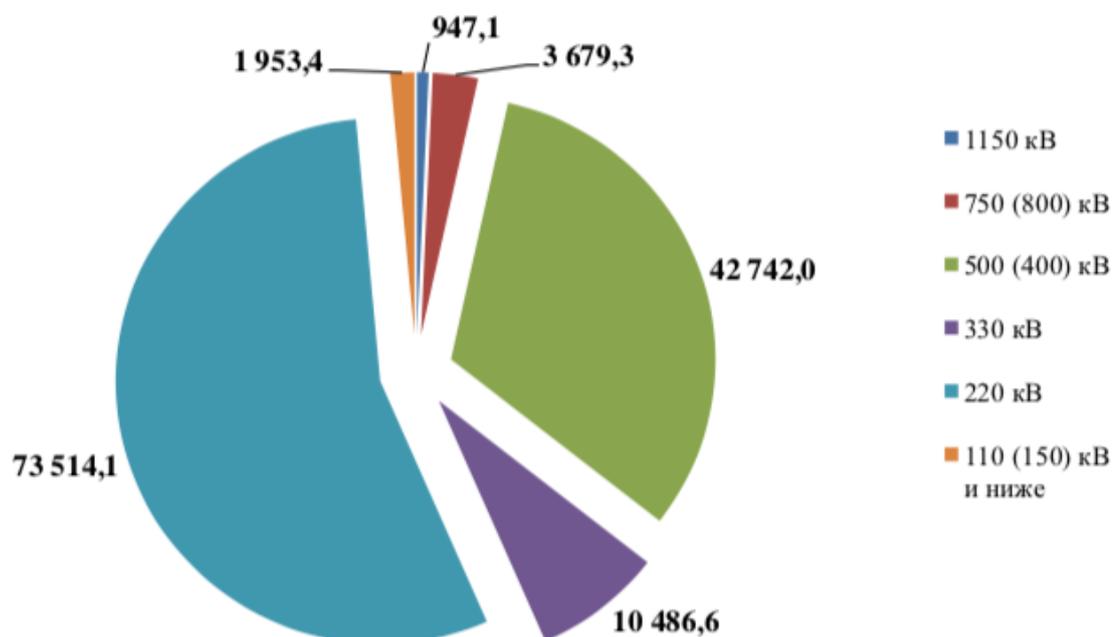


Рисунок 3.4 Структура протяженности ЛЭП ПАО «Россети», эксплуатируемых ПАО «ФСК ЕЭС», по классам напряжения, км (проектное напряжение)

Получение дополнительной прибыли с помощью разрабатываемых сервисов связано с необходимостью проведения оценки трудозатрат и объема природных ресурсов при разработке территорий для ввода новых ЛЭП [98].

Таблица 3.1 Оценка стоимости мониторинга магистральных ВЛ, эксплуатируемых ПАО «ФСК ЕЭС», на основе космосъемки

Наименование работ	Стоимость, ед (руб)	Стоимость общая
Заказ новых данных (съемка не старше трех месяцев от даты проведения обследования)	1500 / кв. км	5км (минимальная ширина коридора съемки для заказных данных) x 7 000 км x 1500 = 52 500 000
Заказ и аналитическая обработка данных в облаке	750 руб / км	70 000 км x 750 = 50 250 000

При учете протяженности магистральной инфраструктуры эл. сетей порядка 140 тыс. км. и ширине ОЗ 100м, можно грубо оценить площадь ежегодного мониторинга просек ВЛ, связанной с риском зарастаний лесо-кустарниковой растительность, порядка 7000 кв.км (пропорционально площадям, покрытым лесом, которые занимают около половины

всей территории РФ). При этом линейная протяженность лесных просек ЛЭП около 70 тыс. км. Протяженность линий электропередачи, планируемая к вводу ФСК ЕЭС за период 2016-2020 гг. составляет 10,9 тыс. км., что аналогично предыдущей оценке потребует дополнительно мониторинга около 550 кв. км.

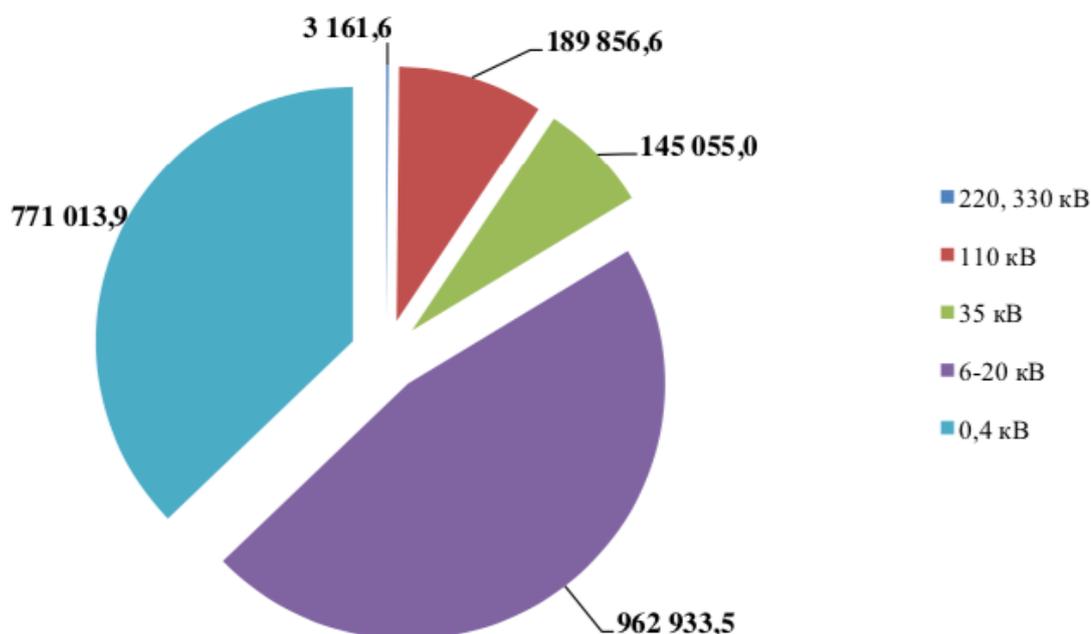


Рисунок 3.5 Структура протяженности линий электропередачи ДЗО ПАО «Россети», осуществляющих эксплуатацию объектов распределительного ЭСК, по классам напряжения, км

Таблица 3.2 Стоимость пилотного проекта (100 км ЛЭП) и сравнение параметров стоимости в зависимости от типа заказа, на основе космосъемки

Наименование работ	Стоимость, ед (руб)	Стоимость общая, руб.
Заказ новых данных (съемка не старше трех месяцев от даты проведения обследования)	1 500	5км (минимальная ширина коридора съемки для заказных данных) x 100 км x 1 500 = 750 000
Заказ и аналитическая обработка данных в облаке	750	100 км x 750 = 75 000

Данная технология может быть тиражирована для мониторинга ОЗ трубопроводов и ж/д линий, тогда объем рынка возрастает пропорционально площади охранных зон.

При учете эксплуатационной длины железных дорог РФ порядка 85 000 км (по данным РЖД на 2018 год) и ширине полосы отвода 60 м (ширина ОЗ - 100м) [99], можно

грубо оценить площадь ежегодного мониторинга ОЗ порядка 6800 кв.км по нижней границе (пропорционально площадям, покрытым лесом, которые занимают около половины всей площади РФ).

По данным Росстата на 2016 год [100] эксплуатационная длина нефтепроводов для РФ составляет 71 000 км, эксплуатационная длина газопроводов РФ составляет 179 000 км, из них магистральных - 70 230 км [101].

Ширина охранной зоны согласно правилам охраны магистральных трубопроводов (утв. постановлением Госгортехнадзора РФ от 24 апреля 1992 г. № 9) (утв. Заместителем Министра топлива и энергетики 29 апреля 1992 г.) (в редакции постановления Госгортехнадзора РФ от 23 ноября 1994 г. № 61) колеблется от 25 м до 100 м. Таким образом, приняв среднюю ширину ОЗ за 60 м, получаем оценку площади ежегодного мониторинга ОЗ порядка 2.130 кв.км по нижней границе.

Соотношение долей рынка сервисов мониторинга охранных зон с помощью спутниковых данных, приходящихся на ВЛ ЛЭП, трубопроводы и железные дорог, представлено на Рисунке 3.6.

### Протяженность, км

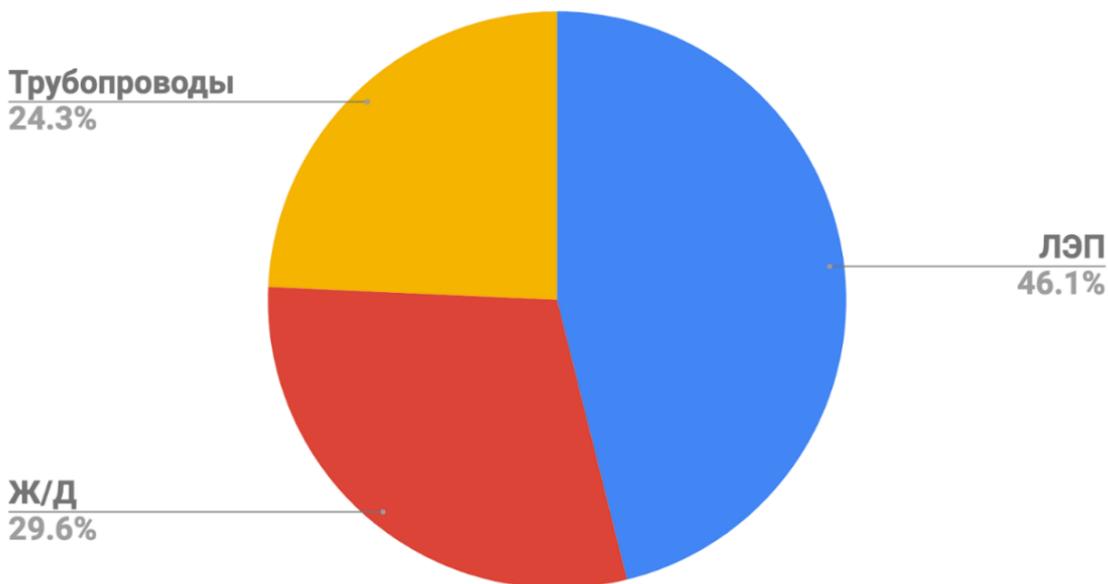


Рисунок 3.6 Эксплуатационная длина транспортно-энергетических сетей РФ на 2016-2018г

### 3.2 Индекс пространственной осведомленности

Ситуационная осведомленность в данном исследовании непосредственно связана с геопространственными данными. Geospatial media and communications использует термин геопространственной осведомленности и раз в год проводит оценку стран по индексу этого параметра. Цель оценки индекса – содействие развитию национальной геопространственной стратегии в тандеме с передовыми цифровыми технологиями.

В последние годы рынок геопространственных данных начал резко трансформироваться, поскольку технологии стали позволять использование данных ДЗЗ в облачных сервисах, применение технологий больших данных и машинного обучения при обработке данных ДЗЗ и т.д. Оценка индекса учитывает эти изменения, включая в себя такие параметры как инфраструктура данных, политическая ситуация, возможности университетов, принятие технологий пользователями, отрасли. Критерии оценки параметров и их веса указаны в Таблице 3.3, а рейтинг стран представлен на Рисунке 3.7.

Первое место в рейтинге занимают США, баллы, набранные США, приравнены к 100%, остальные оценки выставлены относительно оценки США. Россия занимает 22 строчку рейтинга с оценкой CGRI-2019 = 35.23, не попав в десятку лидеров. Всего было оценено 75 стран. В европейском регионе Россия заняла 14-е места рейтинга.

Интересно, что по оценке 2018 параметра Policy Framework Россия входила в десятку лидеров и занимала 6-ое место как страна с политикой активно содействующей развитию отрасли, но в пересчете 2019 года Россия уже не вошла в 10-ку лидеров [17].

LEADERS	Rank 2019	Страна	CGRI-2019 Score (0-100)
	1	США	100.00
	2	Великобритания	62.16
	3	Германия	49.51
	4	Нидерланды	47.03
	5	Канада	44.45
	6	Дания	44.06
	7	Китай	41.19
	8	Сингапур	41.16
	9	Бельгия	41.11
	10	Швейцария	40.94

CHALLENGERS	Rank 2019	Страна	CGRI-2019 Score (0-100)
	11	Франция	40.11
	12	Япония	39.03
	13	Южная Корея	38.70
	14	Ирландия	38.60
	15	Австралия	38.10
	16	Австрия	37.54
	17	Швеция	37.14
	18	Норвегия	36.82
	19	Испания	36.79
	20	Новая Зеландия	35.77
21	Финляндия	35.54	
22	Россия	35.27	
23	Польша	35.18	
24	Италия	34.12	
25	Индия	31.91	
26	Португалия	31.71	

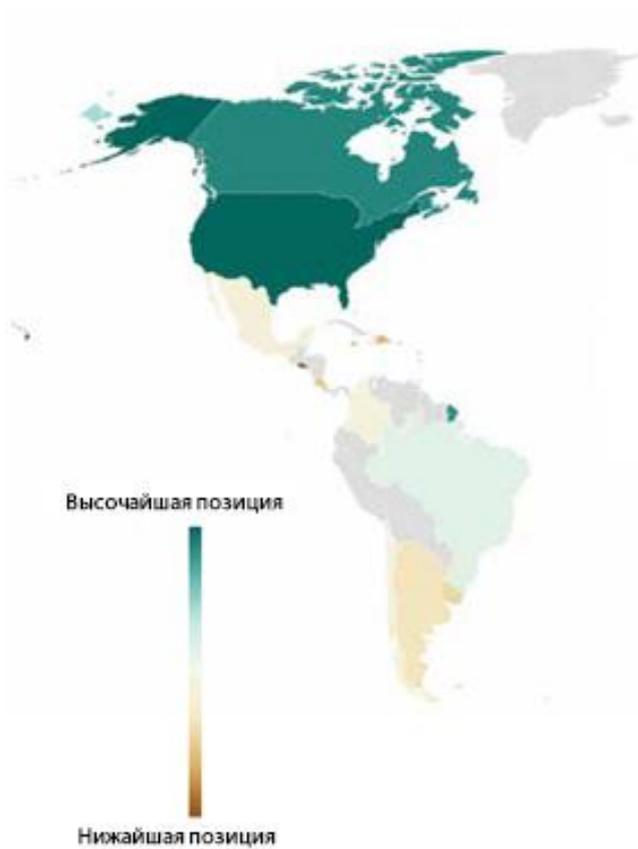


Рисунок 3.7 Рейтинг стран по индексу CGRI-19 [17]

Таблица 3.3 Параметры оценки индекса геопространственной осведомленности [17]

Параметр	Критерий параметра	Факторы	Вес с общей оценке
Инфраструктура данных	Инфраструктура топографии и данных ДЗЗ	Стадия NSDI	20%
		Масштаб и частота обновления доступных тематических слоев	
		Открытые и связанные данные	
		Инфраструктура ДЗЗ и разрешения данных	
	Инфраструктура позиционирования	Системы позиционирования КА	
		Системы аугментации КА	
		Системы аугментации наземных станций	
Платформы и порталы	Стадия архитектуры геопространственных технологий		
Стандарты			
Политические рамки	Ядро политических рамок	Национальная геопространственная политика	10%
		Политика открытых данных	
		Политика ДЗЗ и навигационных систем	
		Политика БАС	
	Активация политических рамок	Политика науки, технологий и инноваций	
		Политика ИТ и телекоммуникаций	
	Стратегия цифровизации, ИИ, интернета вещей		
	Политика моделирования сооружений		
Возможности образования	Создание знания	Исследовательские курсы	20%
		Курсы для выпускников	
	Основополагающие институты	Курсы в институтах и университетах	
		Дипломные	
	Сертифицированные курсы		
Принятие технологий пользователями	Уровень сервисов и картографирования		20%
	Средства управления, моделирование бизнес-процессов		
	Уровень аналитики и рабочих процессов		
	Уровень системной интеграции		
	Уровень предприятий		
Отрасли	Производственные мощности	Существование индустрий в различных сегмента геопространственных технологий	30%
	Производственные сети	Производственные сети	
		Сети знаний	
Продвижение инноваций	Инкубационные и акселерационные программы		

### 3.3 Рынок БАС и ДЗЗ

Данная работа рассматривает модули пространственных данных как основополагающую часть СЦ, поэтому рассмотрим классические рынки получения пространственных данных – рынки БАС и спутниковых ДЗЗ.

#### 3.3.1 Обзор рынка БАС

Крупный французский центр подготовки пилотов БАС TechniDrom выделяет 13 основных направлений применения БАС, в том числе: *агросектор* (картографирование полей, оценка потребности и внесение удобрений и пестицидов), *картография* (кадастр, общественные работы, геопривязка), *охрана природы* (наблюдение за животным миром, растительностью, контроль водных объектов, оценка последствий стихийных бедствий), *инспекция* (строительство, трубопроводы, энергетика, инфраструктура связи, термография), *борьба с пожарами* (обнаружение очагов пожаров, оценка динамики и распространения, картографирование последствий), *мониторинг и контроль* (охрана складов, сооружений и границы, мониторинг дорожного движения), *топографическая съемка* (мониторинг работ и учет выработки в карьерах и горных отвалах, оценка объемов перемещенного грунта, ортофотопланы), *транспорт* (доставка грузов, транспортировка людей) [83, 84, 85, 86].

Другой срез тематического распределения БАС можно получить из оценки целевого рынка в США (Total Addressable Market - TAM), приведенной компанией Goldman & Sachs. В порядке убывания оценки объема отрасли применения БАС расположены в Таблице 3.4. Представленная градация областей применения наиболее точно отображает степень зрелости рынка в отраслях [87].

Агросектор является наиболее развитым и состоявшимся отраслевым рынком сервисов БАС. Современная революция на рынке высокоточного земледелия связана с внедрением мини- и среднеразмерных БАС с установками распыления пестицидов и удобрений, а также автопилотов для обеспечения полета по программируемому маршруту с точной доставкой пестицидов и в пределах обрабатываемых полей.

Необходимо отметить, что широкое внедрение БАС в сервисы государственных гражданских служб (полиция, таможня, пограничная и береговая охрана, противопожарная служба и др.) пока незначительно влияет на объем финансирования рынка БАС. В тоже время указанные сервисы требуют реализации технологий оперативной съемки, обработки

и анализа данных с применением алгоритмов искусственного интеллекта и облачного хранения данных.

Таблица 3.4 Целевой рынок отраслевого применения БАС по данным G&S, 2016

Отраслевой рынок	Оценка целевого рынка (ТАМ), млрд. долл. США
Строительство	11,1
<b>Сельское хозяйство</b>	5,9
Страхование	1,4
<b>Нефтегазовые платформы и переработка углеводородов</b>	1,1
Полиция (США)	0,88
<b>Противопожарная служба (США)</b>	0,88
Береговая охрана (США)	0,5
Журналистика	0,48
Таможенная и пограничная службы (США)	0,38
Недвижимость	0,26
Муниципальное хозяйство	0,09
<b>Трубопроводный транспорт</b>	0,04
<b>Разработка полезных ископаемых</b>	0,04
Чистая энергетика	0,02
Кинематограф	0,02
Итого	23,24

Сравнительно новым прибором, который устанавливают на БАС, является лидар. Дроны с лидаром применяются для создания ЦМР/ЦММ и 3D моделей, оценки объемов объектов и конструкций, суточной выработки карьеров и насыпей и др. Продукты лидарной съемки применяются для лесоустройства, моделирования паводков и половодий, картографирования, городского планирования, добычи полезных ископаемых и пр.

Российский рынок растет высокими темпами (по некоторым экспертным оценкам, до 50% в год). Отрасли нашего интереса такие как мониторинг в сельском хозяйстве (высокоточное земледелие, дифференциальное внесение удобрений и пестицидов), добыча полезных ископаемых, теплосъемка муниципальных тепловых магистралей, мониторинг

протяженных инфраструктурных объектов (нефте- и газопроводов, ЛЭП) относят к перспективным нишам рынка [89, 90].

По оценкам, наиболее эффективное использование сервисов на основе БАС достигнуто в строительстве, в добычи полезных ископаемых, в сельском хозяйстве, картографической съемке и в недвижимости (Рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 Оценка самых быстрорастущих отраслей, где эффект роста достигается благодаря использованию сервисов на основе БАС.

Анализ обзоров консалтинговых компаний Teal Group, BI Intelligence, MarketsandMarkets позволяет выделить наиболее успешные области использования БАС, где достигнут наибольший рыночный рост или расширены возможности реализации отраслевых задач или получены качественно новые результаты [91, 92, 93]. Среди таких областей можно выделить следующие:

- высокоточное земледелие,
- оперативные сервисы поиска и спасения людей, противопожарные, медицинские и другие службы,
- изучение животного и растительного мира, охрана природы,
- картографическая съемка, 2D/3D мониторинговые сервисы с низкими операционными затратами,
- уточнение прогноза опасных метеоявлений (ураганов, штормов и тайфунов) с детальными измерениями без риска для жизни пилотов.

### 3.3.2 Обзор рынка ДЗЗ

Ведущие аналитические компании Northern Sky Research (NSR), Euroconsult и Европейская ассоциация EARSC прогнозируют поступательное развитие отрасли ДЗЗ. По прогнозам, рынок данных и сервисов ДЗЗ вырастет до \$6,4 млрд. в 2026 году, совокупный среднегодовой темп роста за период 2016-2026 гг. составит 7,5% [80, 81, 82].

Главными потребителями данных коммической съемки были и останутся в ближайшем десятилетии государственные структуры - органы обороны и безопасности, а также гражданские органы госвласти национального, регионального и местного уровней управления. (Рисунок 3.9).

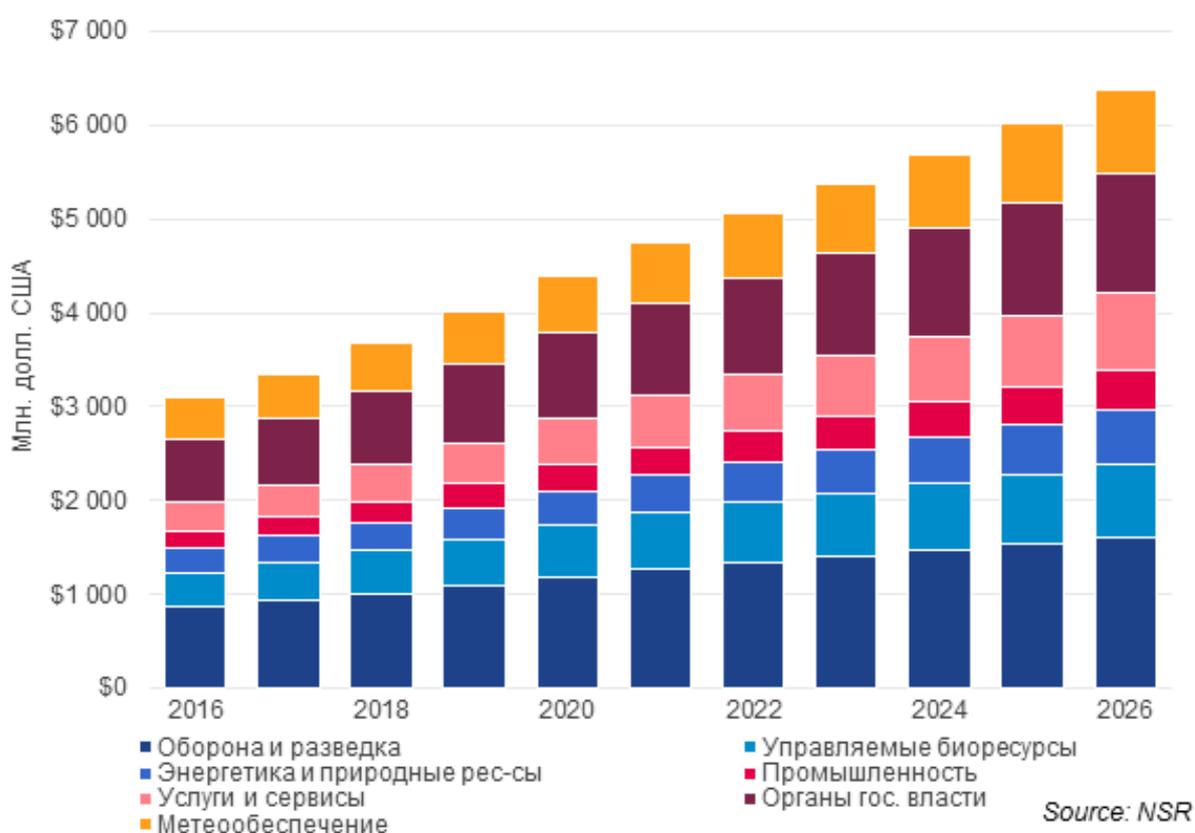


Рисунок 3.9 Прогноз развития рынка данных ДЗЗ по отраслям

За последние десятилетия развития рынка ДЗЗ сформировался пул компаний, являющихся лидерами индустрии, которым принадлежит львиная доля рынка продаж продуктов, услуг и сервисов на основе данных ДЗЗ из космоса. На Рисунке 3.10 представлено разделение рынка спутниковых операторов ДЗЗ по объёму доходов на 2016 г.

К перечню основных операторов СС ДЗЗ относятся:

- Maxar Technologies (США);
- MacDonald, Dettwiler and Associates (после выкупа из Maxar в 2019 году, Канада);

- Airbus DS (Европейский союз);
- e-Geos (Италия);
- DMCii - 21AT (Китай);
- Planet (США);
- Imagesat (Израиль);
- Antrix (Индия);
- Urthecast (Канада).

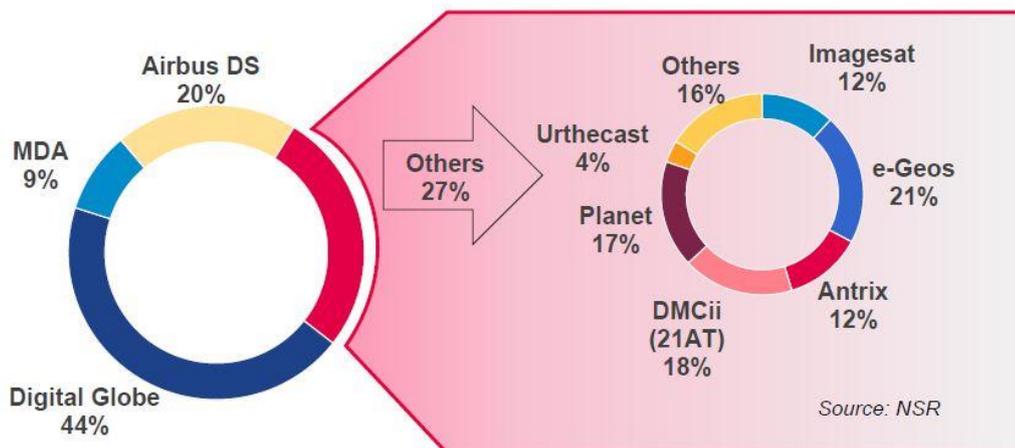


Рисунок 3.10 Распределение доходов компаний-операторов спутникового ДЗЗ по данным исследования NSR на 2016 г

Суммарно, лидеры рынка в лице объединённой компании Maxar Technologies и Airbus DS занимают около 73% мирового рынка продаж данных ДЗЗ. Такие компании, как Planet (США), BlackSky Global (США), Urthecast (Канада), Satellogic (Аргентина), AxelSpace (Япония), ICEYE (Финляндия) опираются возможности привлечения венчурного капитала и новую модель развития, получившую наименование Space 2.0 и другие. Наиболее успешная в этой плеяде компания Planet уже развернула мегагруппировку, состоящую 130+ КА, и занимает 4,6% мирового рынка. Доходы операторов ДЗЗ в России на 2016 год составляли порядка 40 млн. долл. США, что соответствует ~1,3% рынка.

В разрезе распределения прибыли операторов ДЗЗ по вертикальным нишам ситуация интересующих нас областей выглядит следующим образом.

В нише «Управляемые биоресурсы» лидерство со значительным преимуществом имеет компания Airbus DS занимая 45% мирового рынка. Через широкую сеть дистрибьютеров, а также через свои платформы и сервисы Airbus DS распространяет продукты ДЗЗ по всему миру. В предыдущие годы показатели компании были даже выше, но новые игроки в лице компаний Planet (26%), Urthecast (4%) и DMCii-21AT (14%) усилили своё влияние на региональных рынках. Ещё 9% рынка в данной нише занимает индийская

госкорпорация Antrix, представляющая интересы индийского космического агентства ISRO на международных рынках.

Рынок в нише «**Энергетика и природные ресурсы**» распределён между Maxar Technologies (44%), Airbus DS (23%), e-Geos (15%), DMCii-21AT (8%), Planet (5%) и прочими операторами (5%). Данная ниша испытывает значительную конкуренцию с рынком беспилотных летательных аппаратов (БАС), которые стали активно применяться для геологоразведки месторождений и контроля инфраструктуры. Однако, увеличение объемов и частоты обновления космической информации, получаемой от группировок спутников мини и микрокласса, позволяет сохранять долю систем ДЗЗ из космоса.

Рынок в нише «**Промышленность**» распределён между Maxar Technologies (43%), Airbus DS (20%), e-Geos (13%), DMCii-21AT (16%), Planet (5%) и прочими операторами (3%). Наиболее быстрорастущими приложениями на данном рынке являются продукты в сфере транспорта и мониторинга хода работ промышленных проектов. Данная ниша также испытывает значительное давление со стороны рынка БАС.

Рынок в нише «**Услуги и сервисы**» распределён между Maxar Technologies (33%), Airbus DS (27%), Planet (17%), DMCii-21AT (13%), Antrix (5%), Urthecast (4%) и прочими операторами (1%). Наибольший рост в данной нише показывают компании-операторы, поставляющие большие объёмы часто обновляемых данных в интересах аналитических продуктов и сервисов. Пример – компания Planet, которая, как ежедневно поставляет клиентам огромные массивы снимков и самостоятельно разрабатывает аналитические продукты на их основе. Компания Maxar Technologies в дополнение к своей платформе Geospatial Big Data (GBDX) приобрела компании, разрабатывающие веб-платформы по анализу больших объёмов спутниковых данных (Radiant Group, Timbr.io).

По пространственному разрешению предлагаемых на рынке продуктов ДЗЗ преобладают оптические снимки высокого пространственного разрешения (61%), потом среднего разрешения (18%). Оптические снимки сверхвысокого разрешения и радарные снимки среднего разрешения занимают по 7% рынка. Поскольку стоимость радарных снимков аналогичного разрешения в 2-5 раз выше оптических, их на рынке гораздо меньше (85% - оптические, а 15% - РСА). Кроме того, это связано со сложностью обработки и интерпретации данных РСА и с относительно низким предложением на рынке ДЗЗ.

Появление группировок малых КА ДЗЗ из десятков и сотен спутников является ответом рынка на потребность в повышении оперативности и повторяемости съёмки. Результатом этого становится насыщение рынка снимками и снижение стоимости снимков.

Большие массивы снимков ДЗЗ и накопленные годами архивы данных двигают рынок в направлении от поставки клиентам снимков к высокоуровневой обработке информации и поставке аналитических продуктов и сервисов.

Стремясь сохранить и увеличить свои доходы, операторы систем ДЗЗ вовлекаются в более высокоуровневую обработку продуктов ДЗЗ за счет партнерства с компаниями-обработчиками или через создание собственных компаний по анализу и обработке данных.

В целом можно полагать, что перспективными вертикальными сегментами рынка будут являться (в порядке убывания объема) Органы государственной власти, Энергетика и природные ресурсы, Управление биоресурсами, Промышленность и Сервисы.

Подробно вопросы требований к датчикам ДЗЗ и тематического применения данных ДЗЗ в основных рыночных сегментах представлены в Таблице 3.5. Из данных таблицы следует, что основными датчиками, применяемыми для решения тематических задач в разных рыночных сегментах являются ОЭС СВР и ВР (разрешение на современном рынке GSD 0,3 – 1 м), позволяющие получать снимки в панхроматическом, видимом и ближнем ИК участках спектра.

Рынок данных РСА существенно уступает по объему рынку оптических данных (15% и 85%, соответственно, в 2016 году), но будет быстро расти с ежегодным темпом 12,4%. Основными сегментами рынка данных РСА являются сегмент ВР (0,5-1 м) по пространственному разрешению, а среди вертикальных рынков – ниш ОиР и ОГВ. Сравнительные технические характеристики существующих и перспективных КА и результаты их анализа приведены в Таблице 3.6.

### 3.3.3 Доля продуктов NRT в общем объеме продаж

Для формирования предложений по СЦ особенно важен рынок оперативных продуктов, предоставляющих данные в режиме реального или почти реального времени.

Рынок оперативных продуктов можно оценивать по разным критериям:

- по численности клиентов продуктов NRT,
- по объемах поставляемых продуктов NRT от общего числа продуктов;
- по объему продаж данных NRT от общего объема продаж данных ДЗЗ из космоса.

Известно распределение клиентов по их требованиям к оперативности доставки информации (Рисунок 3.11), полученный в результате опроса Европейской

Таблица 3.5 Тематические задачи ДЗЗ в интересующих отраслях и требования к аппаратуре

Потребительская ниша	Отраслевая направленность (тематическое содержание)	Тематические задачи ДЗЗ	Требования к датчикам ДЗЗ и разрешению, м
Управляемые биоресурсы [55]	<b>Сельское хозяйство</b> (производство и поставки сельхозпродукции, фермерские хозяйства, садоводчество и огородничество, сельскохозяйственные услуги, механизация, планирование и развитие сельскохозяйственной деятельности, использование удобрений и пестицидов, животноводство и пр.)	Оценка урожайности, контроль землепользования и севооборота, оперативная оценка влагозапаса и биомассы	ОЭС ВР, СР и НР, наличие спектральных каналов БИК и красный край, наличие каналов КВИК. Ограниченно РСА ВР и СР L-диапазона. Частота съемки – 1-2 раза в неделю
	<b>Лесное хозяйство</b> (управление лесным хозяйством, лесоохрана, лесозаготовка, деревообрабатывающее и целлюлозно-бумажное производство, механизация лесохозяйственной деятельности и пр.)	Государственная инвентаризация лесов, обнаружение пожаров и оценка лесовосстановления; мониторинг воспроизводства лесов; лесопатологический мониторинг; лесоустройство; кадастровый учет лесных участков; мониторинг использования лесов	ОЭС ВР, СР, НР, Наличие каналов БИК и СВИК. Частота от 1 раза в месяц до 1 раза в год. Ограниченное применение РСА ВР
Промышленность	<b>Транспорт</b> (наземный автомобильный и железнодорожный транспорт, наземная перевозка грузов, строительство и ремонт дорог, наземная инфраструктура для обслуживания воздушных перевозок, морской транспорт, портовое хозяйство, безопасность мореплавания, инфраструктура и работа аэропортов и т.п.)	Контроль и планирование логистики и загрузки мощностей, контроль нелегальной деятельности в пределах землеотвода, мониторинг аварий на транспорте.	ОЭС и РСА СВР, ВР, СР и НР, Каналы ПАН и видимого диапазона. Частота от 1 раза в месяц до ежедневной съемки, морские сервисы - РМВ
Энергетика и полезные ископаемые	<b>Нефте- и газодобыча</b> (шельфовая, глубоководная, береговая добыча нефти и газа, биржевая торговля нефте- и газопродуктами, георазведка, бурение, транспортировка, хранение нефти и газа и пр.)	Разведка, обустройство и эксплуатация, контроль добычи и транспортировки, мониторинг проседания грунта, контроль разливов и аварий, нелегальных врезок в трубопроводы, экологический контроль	ОЭС СВР, ВР, РСА ВР и СР, видимый, БИК, КВИК и СВИК диапазоны. РСА технология ИНСАР, Частота от 1 раз в год до ежесуточной
	<b>Альтернативная энергетика</b> (деятельность компаний-операторов ветро- и солнечных электрических установок, приливных электростанций, торговля выбросами углерода и пр.)	Карта господствующих ветров, контроль безопасности зон энергоустановок	ОЭС и РСА ВР и СР, СВЧ-скаттерометры, частота по заказу

Потребительская ниша	Отраслевая направленность (тематическое содержание)	Тематические задачи ДЗЗ	Требования к датчикам ДЗЗ и разрешению, м
	<b>Горная промышленность</b> (горнодобыча и карьерные работы, геологические изыскания, биржевая торговля полезными ископаемыми, использование горнодобывающего оборудования, услуги бурения и выемки грунта и пр.)	Разведка, обустройство и эксплуатация, контроль суточной добычи и транспортировки, мониторинг подвижек бортов карьеров, экологический контроль	ОЭС СВР, ВР и СР, РСА ВР и СР, видимый, БИК диапазоны. РСА технология ИНСАР, Частота от 1 раз в год до ежесуточной.
Органы государственной власти	<b>Местное и региональное планирование</b> (деятельность муниципальных администраций, региональных властей, градостроение, развитие загородных территорий, землепользование, природоохрана и т.п.)	Картографирование, контроль планирования, застройки и кадастрового учета, контроль режима ООПТ, обнаружение нелегальных свалок и незаконной хоз. деятельности	ОЭС и РСА СВР и ВР, видимый и БИК диапазоны, Частота съемки от 1 раза в год до еженедельной
	<b>Экстренные службы</b> (деятельность служб спасения, скорой помощи, обеспечения правопорядка, пожарных служб и пр.)	Обнаружение и оповещение о природных пожарах и ЧС	ОЭС и РСА ВР, СР, НР, ОЭС НР ДВИК, съемка ежесуточно

Таблица 3.6 Основные действующие КА коммерческих, гражданских и двойного назначения систем ДЗЗ с GSD 0,3м - 0,5м

КА	Государство / Оператор	GSD, м ПАН*, МС (число каналов)	Дата запуска	САС, лет	Масса, кг	Высота орбиты, км	Суточная произв-ть, км <sup>2</sup>	Апертура, F, f/,	Примечание
GeoEye-1	США / Maxar (DG)	0,41 м ПАН 1,64 м МС (4)	06.09.2008	7...10	1955	681	350 тыс.	1,1 м F 13,3 м f/12	- (3 скана) 740 Мбит/с ШП 15,3 км
WorldView-1	США / Maxar (DG)	0,50 м ПАН	18.09.2007	13	2500	496	750 тыс.	0,6 м F 8,8 м f/14,7	СМГ (6 скан); 800 Мбит/с; ШП 17,7 км
WorldView-2	США / Maxar (DG)	0,46 м ПАН 1,84 м МС (8)	08.10.2009	7,25...13	2800	770	975 тыс.	1,1 м F 13,3 м f/12,1	СМГ (8 ск.); 800 Мбит/с; ШП 16,4 км
WorldView-3	США / Maxar (DG)	0,31 м ПАН 1,24 м МС (8) 3,7 м КВИК (8) 30 м CAVIS (12)	13.08.2014	7,25...12	2812	617	680 тыс.	1,1 м F 13,3 м f/12,1	СМГ (5 ск.) 0,8 и 1,2 Гбит/с ШП 13,1 км
WorldView-4	США / Maxar (DG)	0,31 м ПАН 1,24 м МС (4)	11.11.2016	7...12	2600	617 (500 – GSD=0,25 м)	680 тыс.	1,1 м F 16 м f/14,5	СМГ (5 скан.) 800 Мбит/с; ШП 13,1 км
Pleiades-1A/B	Франция / Airbus DS	0,7 м (0,5) ПАН 2,8 м (2.0) МС4	17.12.2011 02.12.2012	5...10	1000	694	700 тыс. (средняя 500 тыс.)	0,65 м F 12,905 м f/20	СМГ; 465 Мбит/с; 20 км

Гаоцзин Gaojin-1...4	Китай / Space View Technology	0,5 м ПАН 2,0 м МС(4)	28.12.2016 09.01.2018	6	560	530	700 тыс.	F 10 м	CMG 2x450 Мбит/с; ШП 12 км
КомпSat-3А	Корея / SINS	0,55 (0,4) ПАН 2,2 м (1,6) МС4 5,5 м СВИК	25.03.2015	4...7 (>7)	1100	528	278 тыс.	0,8 м F 8,6 м f/11	1 Гбит/с ШП 12 км
ASNARO-1	Япония / PASCO, METI	0,5 м ПАН 2 м МС (6)	06.11.2014	3...5	500	504	-	-	800 Мбит/с ШП 10 км

Прим. Приведены параметры КА с ОЭС СВР, которые описаны в открытых веб-ресурсах.

САС – срок активного существования, ШП – ширина полосы; F- фокусное расстояние ОЭС; СВИК – средневолновый участок ИК диапазона; ПАН – панхроматический канал, МС – мультиспектральный канал съемки; CMG – Control Momentum Gyro – силовой гироскоп с управляемым моментом; f/ - относительное отверстие;

\* - в скобках после величины разрешения в режимах ПАН и МС указаны значения разрешения GSD после процедуры ресемлинга с целью повышения контрастности и разрешения изображения до величины 0,5 м и менее.

Таблица 3.7 Заявленные перспективные КА с ОЭС СВР гражданских систем ДЗЗ

Наименование (число) КА	Государство / Оператор	Пространственное разрешение GSD	Заявленный год запуска	Примечания
Legion (6 КА)	США / Maxar Technologies	0,3 м ПАН	2021	6 КА для замены КА WV-1, - 2, GeoEye-1.
WorldView-150 (1-2 КА)	США / Maxar Technologies	~0,3 м (оценка - до 0,15-0,2 м)	2025-2026	Проект объявлен в конце 2017 г. для замены КА WV- 3, -4
Pleiades NEO -1 ... -4	Франция / Airbus DS	0,3 м	2020-2021	Передача данных через КА- ретранслятор на ГСО, высота 620 км
EROS-C	Израиль / ImageSat Int.	0,4 м ПАН 0,8 м МС (4)	2019 САС 11 лет	Масса 350 кг, апертура 0,7 м, f/22,3 высота 500 км
Cartosat-3 (-3, -3А, -3В)	Индия / ISRO	0,28 м ПАН 1,14 м МС (4)	2018-2020	Масса 1500 кг, апертура 1,2 м, высота орбиты 505 км.
OptiSAR (8 КА с ОЭС + 8 КА с РСА)	Канада / UrtheCast	0,5 м ПАН, МС, видео	С 2021	Масса 700 кг, апертура 0,56 м, высота 450 км.
GaoJing SuperView Гаоцзин (16 КА)	Китай / Siwei Star Co. Ltd	~0,3 м ПАН	С 2016 до 2022 САС 8 лет	Масса 560 кг, 16 КА (0,5 м) + 4 КА (~0,3 м) + 4 КА с РСА и др. 700 тыс.км2/сутки/КА
CAS500-1, -2	Корея / KARI, SIS	<0,5 м ПАН, 2 м МС (4)	2019, 2020 САС 4 года	Масса 500 кг, высота 500 км
KompSat-7	Корея / KARI, SIS	0,3м ПАН, 1,2м МС, 4 м ИК	С 2021 САС 5 лет	Замена KompSat-3А,

Прим. ПАН – панхроматический канал съемки,  
МС – мультиспектральный канал съемки.

ассоциацией компаний ДЗЗ EARS. По данным опроса, число клиентов продуктов NRT составляет около 13%. На получение продуктов ДЗЗ в течение суток (менее 24 часов после съемки) рассчитывают ещё 23%. Таким образом, около трети клиентов получают данные, которые можно отнести к категории оперативных (менее 24 часов).

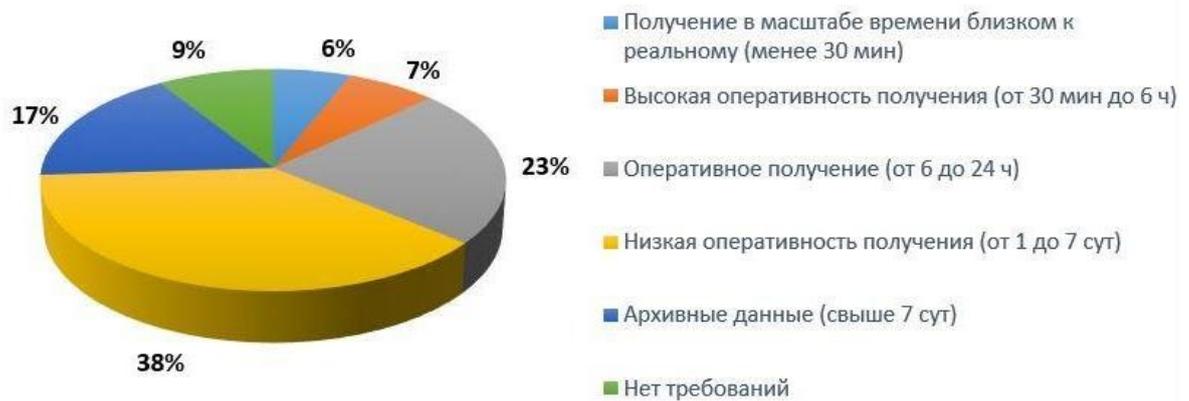


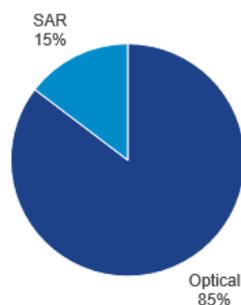
Рисунок 3.11 Распределение пользователей по требованиям к оперативности получения данных ДЗЗ, EARSC.

Наиболее высокие требования к оперативности у продуктов на основе спутниковых радиолокационных изображений (РЛИ). Под режимом NRT понимается максимальная задержка в 3-4 часа после съемки.

Доля продуктов NRT по численности и стоимости обычно относится к конфиденциальным данным компаний-поставщиков. В доступных документах компании MDA указано, что продукты NRT в общем балансе данных ДЗЗ от КА RADARSAT-2: за первый год работы RADARSAT-2 (2009) составили 22,5% от общего объема РЛИ.

По прогнозам компании NSR-2017, в 2020 году доля продаж снимков и продуктов РСА будет составлять 18% от мирового рынка продаж всех данных ДЗЗ из космоса (Рисунок 3.12). Значительная доля продаж РЛИ будет относиться к режиму NRT, учитывая, что за оперативный режим программирования и обработки операторы взимают дополнительную плату. По оценке, доля продаж продуктов NRT может составлять >50% от продаж продуктов РЛИ, т.е. около 10% мировых продаж всех радарных продуктов.

EO Market by Instrument Resolution - 2016



EO Market by Instrument Resolution - 2026

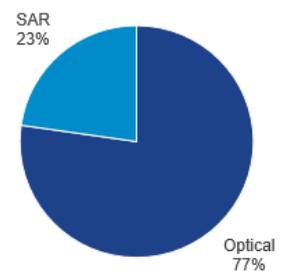


Рисунок 3.12 Рост объема продаж РЛИ по сравнению с продажами оптических данных ДЗЗ из космоса. По данным компании NSR, 2017.

Можно полагать, что доля оперативных продуктов в режиме NRT и объемы их продаж за последние годы росла, чему способствовали ведущие рыночные тенденции. Во многом, локомотивом оперативных данных стали открытые программы EOS, Sentinel и Landsat, которые доступны всем клиентам через 3-6 часов после съемки.

Кроме того, в 2018 и 2019 годах на орбиты были выведены 16 новых КА с PCA различного типа, в результате:

- на рынке появились новые игроки – компании-стартапы IceEye и Capella;
- существующие операторы систем с PCA создали или нарастили группировки радарных КА, среди них Airbus DS, Antrix (Индия), CSA (Канада), CNSA (Китай), RESTEC (Япония), SSTL (Британия), e-GEOS, CONAE (Аргентина) и др.

Объем поставок оптических снимков в режиме NRT оценить сложнее, так как благодаря созданной инфраструктуре и облачным технологиям обработки, компании Maxar Technologies, Airbus DS и Planet ежедневно поставляют на рынок огромные объемы съемочной информации в так называемом оперативном режиме мониторинга обширных регионов (с минимальной задержкой в 3-6 часов) без предварительного заказа.

Учитывая наличие бесплатного доступа к открытым данным программ EOS, Sentinel, Landsat (и к национальным программам открытых данных Китая, Бразилии, Индии), а также оперативный режим ежедневной поставки коммерческих оптических данных программ Planet (глобальное ежедневное покрытие 150 млн. км<sup>2</sup>), Maxar Technologies и Airbus DS, можно оценить число клиентов оперативных данных как ~60-75%.

### 3.4 Выводы

Показаны объёмы мирового рынка как СЦ, так и технологий ПД, драйверы рынка, место России в рейтинге пространственной осведомленности. Рост рынков демонстрирует развитие отраслей, а, следовательно, и целесообразность создания СЦ. Рассмотрен пример оценки объемов рынков возможных продуктов и услуг на примерах конкретных задач: мониторинг ЛЭП, ж/д полотна, трубопроводов. Проведен анализ рынков источников ПД, то есть БАС и ДЗЗ. Показано, что доля оперативных данных на рынке данных ДЗЗ достаточно велика, число клиентов открытых оперативных данных оценивается в ~60-75%.

4 Разработка минимальных технических требований на создание «Ситуационного центра» и его комплектующих. Демонстрация примеров возможной организации «ситуационного центра» для предприятий сельскохозяйственной, лесной, ресурсодобывающей и транспортных отраслей хозяйства

#### 4.1 Технологическая база

Целью данного раздела является обзор технологий и методов СО для выявления и определения основных технологических тенденций и сбор бизнес-требований к прототипу системы «ситуационный центр».

Здесь и далее рассматриваются технологии пространственной ситуационной осведомленности. Это такие классы технологий как:

- Геоинформационные системы (ГИС)
- Технологии распределенного хранения и обработки больших данных для комплексной обработки данных, поступающих с различных сенсоров
- Алгоритмы дешифрирования данных ДЗЗ, в том числе алгоритмы на основе нейросетей
- Оперативные ситуационные карты
- Геокодирование информации на основе семантического анализа текстовых источников

Источниками базовой информации для пространственной СО, для любого типа задач, являются данные систем мониторинга, позволяющие получать в различных условиях оперативную обновляемую информацию, имеющую пространственные и временные координаты.

Основные рассматриваемые источники данных для получения обновляемой ситуационной информации:

- Дистанционное зондирование:
  - спутниковый мониторинг
  - БАС
- «Медиа мониторинг», включая новостные ресурсы, социальные медиа и краудсорсинг

Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) - это первичные данные, получаемые непосредственно с помощью аппаратуры дистанционного зондирования Земли,

установленной на борту космического аппарата, и доставляемые на Землю различными способами, а также материалы, полученные в результате обработки первичных данных, осуществляемой в целях обеспечения возможности их использования [102].

Применение дистанционного зондирования в области ГОЧС в настоящее время является распространенным подходом, который стал возможен в основном благодаря доступным и оперативным данным дистанционного зондирования различного типа, в комплексе с геопространственной информацией, полученной в полевых условиях.

Рассмотрим ситуационные карты для отображения оперативной информации. Оперативная карта ЧС - карта обстановки, отображающей чрезвычайную ситуацию, содержит следующую информацию:

- о территориях, зонах, объектах, силах и средствах, затрагивающих вопросы организации мероприятий по ГО и защите населения и территорий;
- о прогнозной и оперативной обстановке, возникающей при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при ЧС природного и техногенного характера;
- о планировании и ведении мероприятий по ГО, предупреждению и ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера [102]”.

В РФ оперативные карты разрабатываются органами управления гражданской обороны и государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. На картах отображаются:

- основные опасные объекты, характеризующие источники ЧС природного и техногенного характера;
- направления воздействия противника (противоборствующих сторон), характеризующие источники угроз и опасности военного характера (с указанием типа и вида вооруженного конфликта);
- зоны (очаги) первичных и вторичных факторов поражения [заражения, загрязнения, катастрофического затопления (вероятного и/или фактического) на территориях и вокруг потенциально опасных объектов];
- возможные эпидемические и эпизоотические очаги;
- сейсмоопасные области, районы возможных селевых потоков и оползней, снежных лавин и камнепадов, цунами, тайфунов и ураганов, песчаных бурь и смерчей, ливней и шквалов;
- гидродинамически опасные объекты, зоны возможного затопления;

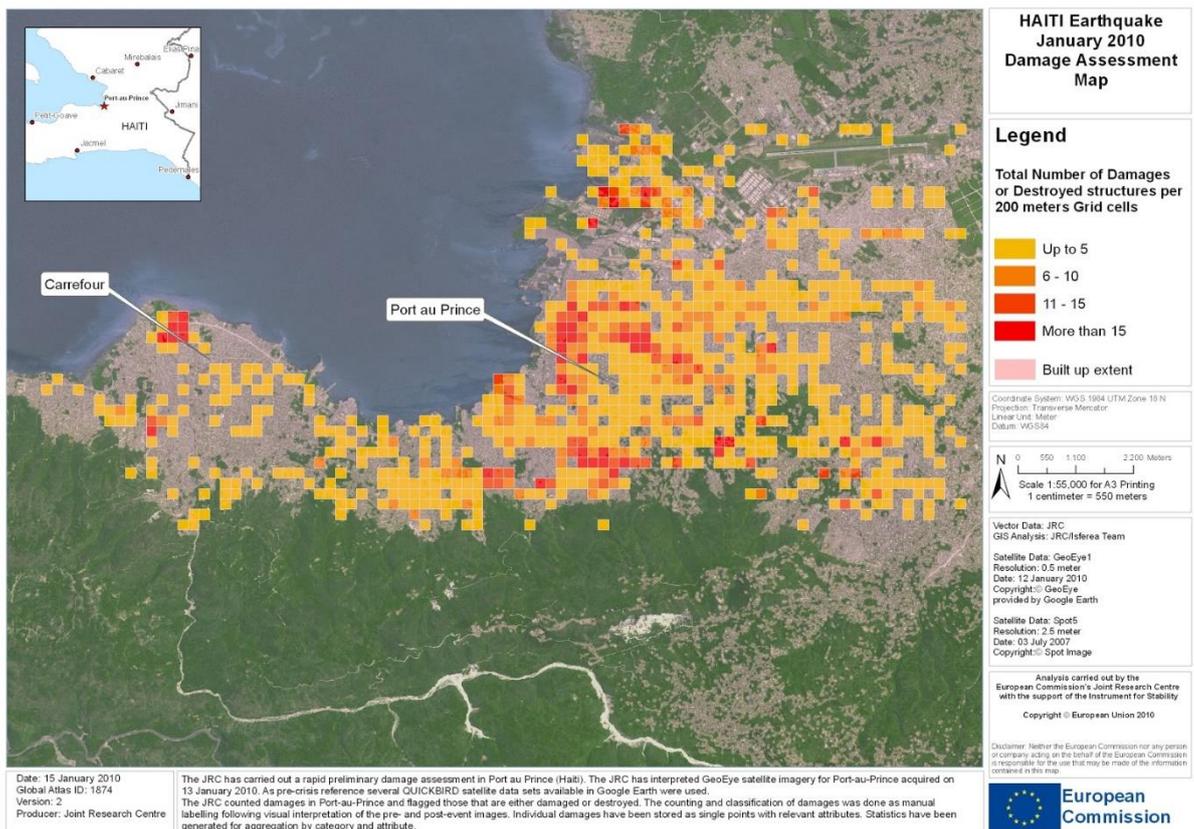


Рисунок 4.1 Ситуационная карта последствий землетрясения в Гаити. Классификация по степени разрушений с детализацией по сетке 200x200 метров

- пожароопасные районы;
- магистральные трубопроводы (нефте-, газо-, аммиако-, продуктопроводы);
- сведения о плотности населения в зонах риска и зонах вероятного воздействия поражающих факторов вследствие ведения военного конфликта или источников ЧС и др”.

Рассмотрим методы сбора и обработки информации. Новым научно-техническим решением является универсальная трехдиапазонная станция, позволяющая принимать информацию с БАС и КА с дальнейшей оперативной автоматизированной обработкой принимаемых мультимасштабных изображений от разнородных датчиков ДЗЗ с пространственным разрешением от нескольких сантиметров до километра. В состав комплекса обработки входят модули с алгоритмами радиометрической и геометрической коррекции, координатной привязки, алгоритмами совмещения принятых изображений с существующими векторными картами и растровыми изображениями из архива, модули выделения и анализа изменений с целью принятия управленческих решений (направление БАС в районы интереса для детальной съемки и уточнения обстановки, формирование отчета об изменении, направление дежурных сил и средств и другие меры). В дальнейшем возможно подключение в контур работы аппаратно-программного комплекса моделей, имитирующих работу контролируемых объектов и процессов (производственных

процессов, транспортного движения, развития пожаров, половодий и пр.). Основными преимуществами предлагаемого аппаратно-программного комплекса являются универсальность (работа с БАС и КА), оперативность получения, обработки и анализа ситуационной информации), автоматизация, модульность и встраиваемость в существующие ведомственные, региональные и корпоративные ситуационные центры контроля обстановки. Пример логической архитектуры ситуационного центра приведен в пункте 2 данной главы на Рисунке 4.2.

В настоящее время быстро развиваются автоматические методы распознавания объектов на аэрокосмических изображениях (классификация, детектирование, семантическая сегментация). Существующие методы и алгоритмы, в первую очередь, основанные на искусственных нейронных сетях, обладают высокими точностными характеристиками и достаточной скоростью работы (время обучения с использованием ПК с видеокартой NVidia на существующих наборах данных от часов до нескольких суток, скорость работы при сегментации или классификации сцены - от 200 мс до 3-5 секунд на мегапиксель изображения). Для предлагаемого аппаратно-программного комплекса будет создан модуль аналитики с новыми автоматическими алгоритмами распознавания объектов, поиска и классификации изменений на поверхности Земли по парам и сериям разновременных изображений. В настоящее время не существует надежных и универсальных методов поиска различий и изменений по данным дистанционного зондирования, что связано со следующими проблемами:

- сложность получения серий разновременных изображений на одну территорию, ограничение временного разрешения таких серий;
- сложность универсальной формализации признаков изменений;
- необходимость выделять определенные классы изменений, зависящие от поставленной задачи и предметной области, и устойчивость к другим изменениям, таким как изменения характеристик изображений, обусловленные различными условиями съемки, сезонностью.

В процессе применения модуля аналитики данных ДЗЗ необходимо создать тематический классификатор изменений для мониторинга локальных территорий зон протяженных объектов, подготовить эталонный набор данных дистанционного зондирования, содержащий серии разновременных изображений с достаточным для решения поставленной задачи временным разрешением на выбранные территории, по которым будет проведена адаптация моделей, соответствующая классам объектов.

Модули машинной обработки данных позволяют полностью или частично автоматизировать производственные задачи создания карт и картосхем, а развертывание аппаратной инфраструктуры станций сбора данных позволит обеспечить мониторинг зон контроля с заданной частотой. Создаваемые технологии для решения задач контроля пространственно-распределенной инфраструктуры или динамических процессов и явлений в дальнейшем будут применимы в ситуационных центрах для планирования, управления и мониторинга производственной деятельности, контроля обстановки и состояния окружающей среды в различных отраслях, среди них: а) нефтегазовая промышленность (задачи экологического контроля, геологоразведки, транспортировки и добычи); б) энергетика; в) задачи предупреждения и ликвидации ЧС; г) страхование рисков.

На сегодняшний день наиболее многообещающими для использования в коммерческих сервисах по распознаванию объектов и мониторингу целевых изменений являются технологии на основе нейронных сетей и методов машинного обучения. Прорыв в данном направлении случился в 2012 году с успешным применением алгоритмов, основанных на сверточных нейронных сетях в конкурсе классификации изображений ImageNet. В настоящий момент нейросетевые методы составляют подавляющее большинство в задачах сегментации, классификации изображений и детектирования объектов (более 17000 статей по запросу «image segmentation convolutional neural network» из 23000 по запросу «image segmentation» в Google Scholar за 2018-2019 годы), и показывают стабильно более высокие результаты в открытых конкурсах по обработке изображений.

Целесообразность применения нейросетевых технологий в SA определяется наличием требования к анализу изображений с высокой детализацией объектов, имеющих сложное контекстное представление и, как следствие, плохо формализуемые признаковые описания при решении задач распознавания и классификации. Алгоритмы на основе нейросетей успешно себя зарекомендовали в различных постановках задачи обработки изображений ДЗЗ, в том числе для распознавания объектов (оценка целевых параметров) на одиночных изображениях, детектирования изменений целевых параметров состояния объектов по сериям разновременных изображений. Требования по высокому качеству работы алгоритмов распознавания также являются одной из причин применения нейросетевых моделей при решении задач анализа изображений. Качественный скачок в производительности алгоритмов распознавания на основе глубоких нейросетей стал возможен благодаря появлению коллекций изображений с большим количеством размеченных объектов: сотни тысяч и миллионы примеров, подобная практика была

перенесена на алгоритмы на основе изображений ДЗЗ, причем в качестве размеченных объектов использовались данные картографической оцифровки спутниковых снимков.

Развитие методов обучения с переносом опыта позволяет перенастраивать модели на распознавание новых типов объектов и новых территорий при существенно меньшем количестве дополнительно размеченных данных и за меньшее время.

Следует отметить, что нейросетевые технологии обладают рядом ограничений:

- сверточные нейронные сети для распознавания образов на изображении используют как яркостные, так и локальные текстурные характеристики изображения в различных масштабах, что позволяет включить наиболее полезный набор информации для распознавания (сегментации или классификации);

- современные архитектуры нейронных сетей содержат большое число обучаемых (изменяющихся в процессе обучения) параметров, что, с одной стороны, позволяет выработать сложные закономерности на основе эталонных данных, не требуя строгой формализации признаков, с другой стороны — предъявляет высокие требования к процессу обучения;

- методы, основанные на нейронных сетях, показывают результаты по точности сравнимые с человеком в практических задачах классификации и сегментации изображений;

- методы, основанные на нейронных сетях, обусловлены данными. Это означает, что параметры методов, обеспечивающие точность их работы, определяются не на этапе реализации метода в виде алгоритма, а в процессе обучения, то есть изменяются в зависимости от данных, имеющихся в обучающей выборке;

- методы оптимизации, используемые при обучении нейронных сетей, имеют стохастическую природу, то есть не имеют строго доказанной сходимости к глобальному минимуму, строго обоснованной точности [103, 104].

Для выявления основных международных тенденций в области СО и ситуационных центров был проведен анализ продуктов и услуг организаций, заявляющих соответствующую экспертизу.

#### 4.2 Проект технических требований для разработки прототипа решения «Ситуационный центр»

Концепция СЦ представляет собой аппаратно-программный комплекс для быстрого картографирования и ситуационной осведомленности, который предлагается для

интеграции в корпоративные центры принятия решений. АПК состоит из блоков «Терминал», «Управление», «Аналитика», «БАС».

В состав аппаратно-программного комплекса (АПК СЦ) включены следующие блоки (см логическую схему архитектуры АПК СЦ):

А) **Блок «Терминал»** получения информации ДЗЗ на базе трёхдиапазонной приемной станции (X-, L-, S-диапазоны частот) для работы со средствами как космического, так и воздушного базирования. Блок предназначен для следующих задач:

- прием, демодуляция, декодирование и регистрация цифровой информации, передаваемой с борта КА ДЗЗ находящихся на низких околоземных орбитах, по радиоканалам L и X-диапазона частот;
- прием данных с БАС по радиоканалам в S-диапазоне частот.

Приемная станция состоит из следующих компонентов:

- антенна (параболический рефлектор диаметром до 2.4 м и трехдиапазонный облучатель), радиопрозрачный обтекатель, устанавливаемый на параболический рефлектор антенны,
- опорно-поворотное устройство с системой управления для позиционирования антенны и сопровождения КА и БАС;
- Устройства обработки сигналов, включающее высокоскоростной (до 200 Мбод) демодулятор, малозумящий преобразователь X, L -диапазона и МШПР S-диапазона, сервер для управления демодулятором и регистрации данных.
- Рабочее места оператора, состоящее из рабочей станции и периферийных устройств.
- Комплект программного обеспечения для планирования работы станции и управления входящими в нее аппаратными устройствами (антенной и устройством обработки сигнала), регистрации демодулированных данных, отображения и регистрации параметров текущего состояния станции.

Наличие приемной станции позволит обеспечить прием и обработку информации, передаваемой с КА Terra, Aqua, Suomi NPP, JPSS (в режиме передачи DB (Direct Broadcast)), FengYun-3A/3B/3C, EROS-B, «Аист- 2Д», Канопус-B, RADARSAT-2, COSMO-SkyMed-1/.../4, TerraSAR-X и многих других КА, чьи радиолинии передачи данных работают в стандартных диапазонах частот (более 22 КА). В базовой конфигурации блок «Терминал» будет оснащен аппаратурой для приема данных с ИСЗ Terra и Aqua. В составе приемной

станции будет использоваться уникальная полноповоротная антенна с опорно-поворотным устройством и обтекателем, защищающим от ветра и осадков.

Блок «Терминал» обеспечит интеграцию с данными, получаемыми с блока «БАС» (см. далее).

Б) **Блок «управление БАС»** систем оперативного мониторинга на базе системы БАС предназначен для реализации возможностей мониторинга и инспекции протяженной или распределенной инфраструктуры средствами распределенной сети БАС с автономными станциями парковки и зарядки.

Блок может состоять из 2 или более БАС для демонстрации возможностей мониторинга со следующими задачами:

- Мониторинг
- Сброс информации с БАС на приемную станцию блока «Терминал»
- Предобработку информации с полезной нагрузки БАС для интеграции в блоки «Геопортал» и «Классификатор».

В) **Блок «Аналитика»** предназначен для аналитической обработки на базе технологий глубокого машинного обучения. Блок должен иметь следующий функционал:

- Сервис поиска изменений по сериям разновременных ДЗЗ, согласно требованиям к детектированию и классификации изменений объектов в соответствии с классификаторами объектов и техническим функциональным требованиям, в том числе:
- Сервис предобработки спутниковых данных для дальнейшей публикации в блоке «Картография»
- Сервис экспорта результатов аналитической обработки для публикации в блоке «Картография»
- Сервис поиска изменений состоит из следующих аналитических модулей:
  - Сегментация и классификация объектов согласно классификатору
  - Сравнение сегментационных масок объектов по разновременным снимкам

Интеграция с блоком «Терминал» (прием и обработка данных с локальной станции) Пара или серия изображений должна представлять одну и ту же территорию и иметь одинаковое пространственное разрешение и одинаковые спектральные каналы. В случае несоответствия данных, необходима предварительная обработка — геометрическая

коррекция, атмосферная коррекция, обрезка изображений по единому контуру, удаление лишних каналов, передискретизация, приведение к единой проекции.

В случае подготовки для публикации в «геопортале» обработанное изображение нарезается на пирамиду тайлов, соответствующих спецификации TMS, и доступных по «XYZ» нумерации.

Развертывание и предоставление сервиса «медаимониторинга» - агрегация и анализ новостей, по требуемым тематикам, для доставки в блок «Картография»

Сервис «медаимониторинга» должен обеспечивать следующий функционал:

- Поиск и агрегация публичных новостей по тематикам ЧС и связанным событиям
- Поддержка новостей на русском и английском языках
- Семантический анализ содержания для извлечения информации о местоположении, к которому относится основное содержание новости
- Геокодирование местоположения новости по наиболее близкому адресу с целью получения координат
- Экспорт и фильтрация новостей с помощью методов API для загрузки и публикации в «Геопортале»

Сервис должен обеспечивать интерфейс администрирования для добавления и удаления новых тематик.

Г) **Блок «Управление ситуационным центром»** предназначен для обработки и представления пространственной информации. Блок включает ГИС и геопортал и будет иметь следующий функционал:

- Отображение спутниковых данных и данных, полученных с БАС в виде геопривязанного изображения в режиме близком к реальному времени;
- Скачивание тематических слоев и снимков;
- Отображение тематических карт и слоев, получаемых от блока «Аналитика»;
- Возможность отображения контуров зданий и сооружений, полученных на основе анализа данных с КА и/или БАС;
- Отображение контуров зданий и сооружений, представляющих собой разницу между тем, что было и что стало;
- Формирование на геопортале области и/или траектории для новой съемки, в том числе для целей быстрого картографирования;
- Формирования ситуационной план-схемы;

- Возможность нанесения метки на карт-схему;
- Мониторинг медиавнимания, отображение на карте количества упоминаний о событии в СМИ или иных источниках;
- Предварительный расчет количества населения;
- Отображение планов помещений;
- Печать карты и тематических слоев.

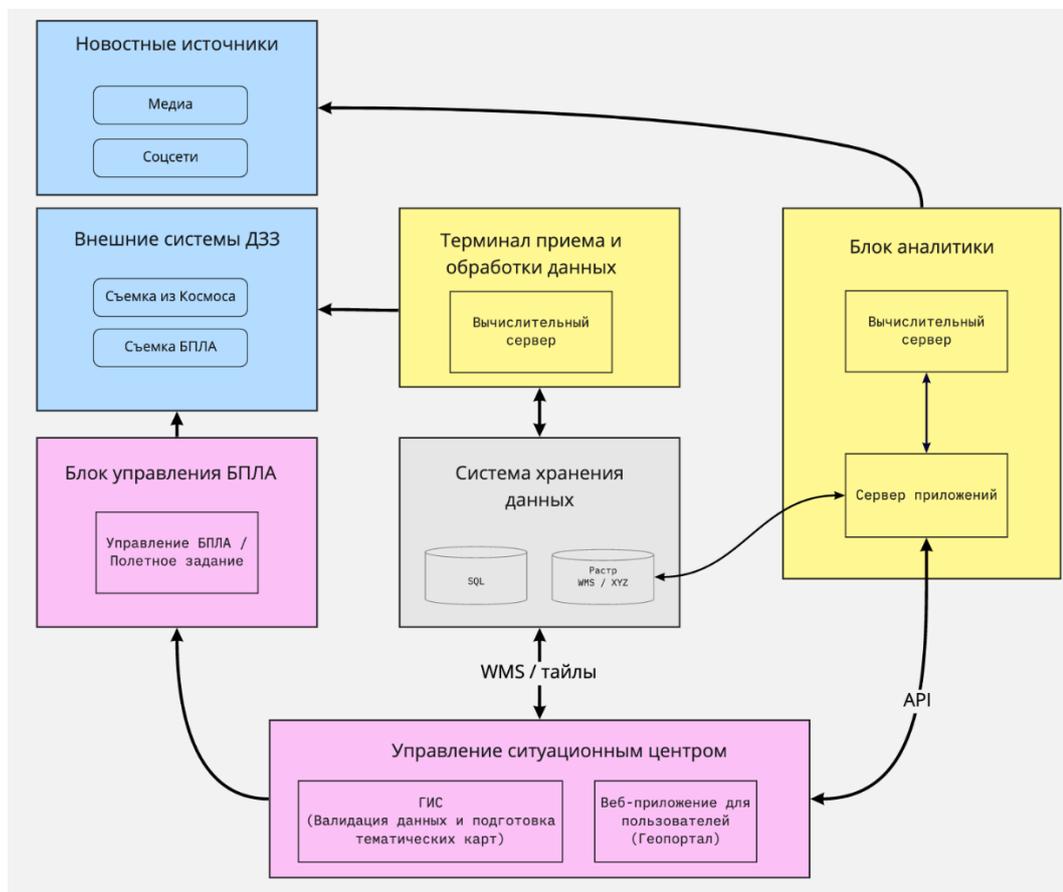


Рисунок 4.2 Логическая блок-схема комплексного интеграционного решения «Ситуационный Центр»

#### 4.3 Требования к системам визуализации ситуационных центров

В классическом СЦ входящие данные отображаются на общем экране. Команда СЦ интерпретирует данные и на их основе принимает то или иное решение. Способы подачи информации в СЦ развиваются от общего сбора огромного количества данных на один экран до удобной визуализации, аналитики и прогнозирования развития ситуации. Тем не менее все еще нередко можно увидеть СЦ как на Рисунке 4.3 – отображаемый набор данных

не относится к «читабельным», а сами данные представляются в разрозненном и требующим интерпретации виде.



Рисунок 4.3 Ситуационный центр

Мы видим на экране одну кольцевую диаграмму, 5 графиков, карту, 4 источника фото/видео информации и большое количество мелкого текста. Сможет ли человек безошибочно интерпретировать и свести воедино информацию из 4-х источников одновременно? Как должно происходить оповещение об изменениях в данных? Как происходит отображение ситуационно изменяющейся информации?

Таким образом, можно сформулировать следующие требования к системам визуализации данных в СЦ:

- минимизировать разрозненность источников данных на экране,
- по возможности отображать всю пространственную информацию на единой ситуационной карте,
- карта должна иметь информационные слои, которые можно включать и выключать при необходимости,
- система переключения слоев должна быть легкодоступной и понятной, отвечающей требованиям современных графических интерфейсов,
- система должна обновлять данные о ситуационной обстановке с минимально возможной задержкой (в реальном времени).

Технические требования к аппаратному обеспечению визуализации ситуационных центров складываются из нескольких факторов:

1. количество, характер и объем принимаемой информации влияет как на требуемые вычислительные мощности, так и характеристики системы хранения данных.
2. Разрешение видеоизображения определяет требования к видеокартам компьютеров.
3. Требования к надёжности влияют на состав и количество оборудования для обеспечения резервирования.

Минимальные требования для запуска программного обеспечения визуализации геопространственной информации:

ПК на базе процессора Intel I5, видеокарта NVidia с объемом видеопамяти не менее 3 Гб., 16 Гб оперативной памяти, диск SSD с объемом, достаточным для размещения пользовательских данных. Программное обеспечение Koensberg Geospatal требует операционную систему Windows, программное обеспечение Alticam - Windows, RHEL или Astra Linux.

Также к создаваемым информационными сервисам можно сформулировать следующие общие требования:

- Все разрабатываемые сервисы должны иметь архитектуру «клиент - сервер», где серверная часть должна обеспечивать хранение и обработку профильных данных, прием запросов от клиента, их обработку и возврат запрашиваемых данных,
  - сервис должен быть кроссплатформенным,
  - сервис должен иметь различные уровни прав доступа,
  - сервис должны иметь возможность интеграции по API,
  - сервис должен иметь качественную визуализацию данных.

#### 4.4 Выводы

Показана существующая технологическая база, которая является достаточной для создания СЦ, отвечающего требованиям отраслей. Для разных задач необходимы разные реализации СЦ, но показаны общие составляющие СЦ, обеспечивающие эти реализации. Показана связь между конечным продуктом, предоставляемым СЦ, и техническими компонентами, необходимыми для реализации этого продукта, и представляющими собой отдельные единицы для возможной коммерциализации технологий. Предложен проект решения СЦ и перечислены основные технические требования к оборудованию.

5 Анализ существующих нормативных барьеров, препятствующих созданию и функционированию ситуационных центров оперативного мониторинга и реагирования на базе беспилотных авиационных и космических систем

5.1 Анализ нормативно-правовых актов, регулирующих работу систем по оперативному реагированию

Системы и Центры по оперативному реагированию используются на федеральном, региональном, местном и локальном уровнях. Все системы по оперативному реагированию можно выделить в следующие:

Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), включающая в себя в том числе:

- Функциональные подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС)
- Государственная автоматизированная информационная системы «ЭРА-ГЛОНАСС»
- Система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» (далее – Система - 112)
- Аппаратно-программный комплекс «Безопасный город»

Оперативность реагирования, поступления и обмена информацией между органами РСЧС является важной составляющей данной системы, необходимой для гарантированной защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, и включена в план мероприятий МЧС России по реализации приоритетного направления Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, утвержденных Приказом МЧС России от 22.10.2018 № 467 «О плане мероприятий на 2018 - 2024 годы (I этап) по реализации Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года».

Например, в области применения систем дистанционного мониторинга чрезвычайных ситуаций, в том числе с использованием космических аппаратов предусмотрена реализация следующих мероприятий со сроками, указанными в Таблице 5.1.

Таблица 5.1 Серия мероприятий в области систем дистанционного мониторинга чрезвычайных ситуаций

Наименование мероприятия	Наименование подраздела мероприятия	Срок реализации
Внедрение единых стандартов обмена информацией, инновационных технологий и программного обеспечения дистанционного мониторинга для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации.	Разработка нормативных правовых актов по установлению требований (стандартов) обмена информацией между органами повседневного управления РСЧС и потенциально опасными объектами.	IV квартал 2020 г.
	Развитие и внедрение технологий дистанционного мониторинга потенциально опасных объектов.	
Совершенствование системы космического мониторинга чрезвычайных ситуаций в целях повышения оперативности и достоверности космической информации, используемой в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.	Развертывание дополнительных станций приема космической информации, в том числе совместных с Госкорпорацией «Роскосмос».	IV квартал 2024 г.
	Развитие ведомственных информационных систем обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли.	
	Подключение системы космического мониторинга чрезвычайных ситуаций к единой территориально-распределенной информационной системе дистанционного зондирования Земли.	
	Разработка и утверждение концепции развития космического мониторинга чрезвычайных ситуаций до 2030 года.	IV квартал 2019 г.

## 5.2 Проблемы нормативно-правового регулирования в сфере использования БАС

Легальное определение беспилотного летательного аппарата (далее - БАС) содержится в Воздушном кодексе РФ. При этом стоит учесть то, что в Воздушном кодексе законодатель оперирует прежде всего понятием «воздушное судно».

Под воздушным судном понимается летательный аппарат, поддерживаемый в атмосфере за счет взаимодействия с воздухом, отличного от взаимодействия с воздухом, отраженным от поверхности земли или воды.

Беспилотное воздушное судно (далее - БВС) - воздушное судно, управляемое, контролируемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого воздушного судна (внешний пилот).

Аэрофотосъемка – это фотографирование территории при помощи аэрофотоаппарата, установленного на летательном аппарате (самолёте, вертолётё, дирижабле и пр. или их беспилотном аналоге).

Геодезия - область отношений, возникающих в процессе научной, образовательной, производственной и иной деятельности по определению фигуры, гравитационного поля Земли, координат и высот точек земной поверхности и пространственных объектов, а также изменений во времени указанных координат и высот.

Картография - область отношений, возникающих в процессе научной, образовательной, производственной и иной деятельности по изучению, созданию, использованию, преобразованию и отображению пространственных данных, в том числе с использованием информационных систем;

При проведении аэрофотосъемки для целей геодезии и картографии возникают вопросы, связанные со съемкой и рассекречиванием результатов такой съемки, если она касается сведений, составляющих государственную тайну.

Согласно статье 27 Закона Российской Федерации № 5485-1 от 21.07.1993 «О государственной тайне» допуск предприятий, учреждений и организаций к проведению работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну, созданием средств защиты информации, а также с осуществлением мероприятий и (или) оказанием услуг по защите государственной тайны, осуществляется путем получения ими в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации, лицензий на проведение работ со сведениями соответствующей степени секретности.

Перечень сведений, составляющих государственную тайну, - совокупность категорий сведений, в соответствии с которыми сведения относятся к государственной тайне и засекречиваются на основаниях и в порядке, установленных федеральным законодательством.

Конкретный перечень сведений, относящихся к гостайне, содержится в Указе Президента РФ от 30.11.1995 № 1203.

Согласно от 09.02.2017 № 159 «Об утверждении Правил выполнения геодезических и картографических работ на отдельных территориях Российской Федерации и о признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Российской Федерации» геодезические и картографические работы на отдельных территориях выполняются организациями, имеющими лицензию на работу со сведениями, составляющими

государственную тайну, при наличии допуска к государственной тайне у работников этих организаций.

Таким образом, в случае проведения аэросъемки над территориями, не включенными в Перечень сведений, относящихся к гостайне (Указ Президента РФ от 30.11.1995 № 1203), наличие лицензии на осуществление работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну не требуется.

Мы полагаем, что необходимо руководствоваться открытыми информационными источниками, в том числе открытыми данными о различных объектах, имеющих важное и особо важное значение, а также использовать перечень закрытых для полета районов. В частности, перечень закрытых для полетов районов опубликован на сайте Межрегиональной общественной организации пилотов и граждан-владельцев воздушных судов - <http://maps.aopa.ru>. Перечень запретных для полета зон установлен Приказом Минтранса России от 17.12.2018 № 451 «Об установлении запретных зон».

Если воздушное судно может осуществлять полёт в воздушном пространстве и отсутствуют данные о наличии на территории объектов, имеющих важное и особо важное значение, то получение дополнительных разрешений не требуется и лицензия ФСБ не нужна. Если полёт предполагается в запретной зоне, то съёмка требует дополнительных разрешений и согласований.

Выкладывание в публичный (открытый) доступ результатов аэрофотосъемки

В соответствии со статьей 5 Федерального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (далее ФЗ «Об информации») геопространственная информация как вид «информации» относится к объектам гражданских отношений.

Как объект гражданских отношений «информация» может свободно использоваться любым лицом и передаваться одним лицом другому лицу, если федеральными законами не установлены ограничения доступа к информации либо иные требования к порядку ее предоставления или распространения.

Согласно нормам Гражданского кодекса (статья 218 ГК), а также пункту 5 статьи 2 ФЗ «Об информации» собственником (обладателем) информации является лицо, самостоятельно создавшее информацию.

Обладатель информации, если иное не предусмотрено федеральными законами, вправе в том числе разрешать или ограничивать доступ к информации, определять порядок и условия такого доступа; использовать информацию, в том числе распространять ее, по своему усмотрению. Таким образом, снимки, полученные в результате аэрофотосъемочных работ, обращаются на условиях, установленных обладателем, т.е. собственником снимков.

Однако, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 09.02.2017 №159 «Об утверждении Правил выполнения геодезических и картографических работ на отдельных территориях Российской Федерации и о признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Российской Федерации» геодезические и картографические работы на отдельных территориях выполняются после получения разрешения, выдаваемого территориальным органом Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по субъекту Российской Федерации, на территории которого выполняются работы, и в соответствии с требованиями к выполнению геодезических и (или) картографических работ на отдельных территориях (далее - требования), содержащимися в разрешении (при наличии).

Таким образом, распространение снимков, полученных в результате аэрофотосъемки, если на указанных снимках не отражены сведения, составляющие государственную тайну, возможно собственником этих снимков без ограничений.

Перечень сведений, составляющих государственную тайну, содержится в ст. 5 Закона РФ «О государственной тайне». Вопросы, связанные с государственной тайной, также регулируются Указом Президента РФ от 30 ноября 1995 г. № 1203 «Об утверждении Перечня сведений, отнесенных к государственной тайне», что позволяет определить совокупность сведений, составляющих государственную тайну. Согласно п. 60 указанного нормативного правового акта к сведениям, отнесенным к государственной тайне, относятся геопространственные сведения по территории РФ и другим районам Земли, раскрывающие результаты топографической, геодезической, картографической деятельности, имеющие важное оборонное или экономическое значение. Данным пунктом Указа в качестве государственных органов, наделенных полномочиями по распоряжению сведениями, отнесенными к государственной тайне, определены Минобороны России и Минэкономразвития России.

Согласно п. 12 Перечня сведений, подлежащих засекречиванию по системе Федеральной службы геодезии и картографии России, утвержденных письмом Государственного таможенного комитета РФ от 11 августа 1997 г. № 01-15/15278 «О контроле за перемещением картографических, топографических, аэрокосмических, геодезических и гравиметрических материалов», топографические карты и планы, топографические карты шельфа или внутреннего водоема, планы городов и других поселений, фотопланы, фотокарты, издательские оригиналы указанных карт и планов масштабов 1:50 000 и крупнее в системе координат 1942 года и 1963 года в графическом, цифровом (электронном) и других видах, а также любые специализированные и

тематические карты и планы, создаваемые на их основе без отбора и обобщения информации, имеют гриф «секретно».

В соответствии с п. 13 Перечня сведений, составляющих государственную тайну, топографические планы и основы, специальные карты и планы, фотопланы масштабов 1:50 000 и крупнее в местных системах координат на участки местности площадью, превышающей 75 кв. км на незастроенные и малозастроенные территории и свыше 25 кв. км на города и поселки городского типа, а также указанные материалы на узкие полосы трасс, независимо от их протяженности, расположенные за пределами режимных объектов, городов и поселков городского типа: шириной более 1 км масштаба 1:10 000 и крупнее, шириной более 3 км масштаба 1:25 000; шириной более 4 км масштаба 1:50 000 - относятся к категории «секретно».

Ст. 22 п. 4 Федерального закона от 30.12.2015 № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» устанавливает, что органы федерального государственного надзора в области геодезии и картографии подготавливают в порядке, установленном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти, заключения о наличии в результатах геодезических и картографических работ сведений, составляющих государственную тайну.

Приказ Минэкономразвития России от 31.03.2017 № 158 «Об установлении порядка подготовки заключений о наличии в результатах геодезических и картографических работ сведений, составляющих государственную тайну» определяет, что такое заключение дается Росреестром по результатам рассмотрения заявления субъекта геодезической и картографической деятельности.

В течение 40 (сорока) дней Росреестр направляет заявителю уведомление о наличии (отсутствии) в результатах геодезических и картографических работ сведений, составляющих государственную тайну.

На наш взгляд, такой длительный срок экспертизы приводит к тому, что данные, полученные при аэрофотосъемке, становятся неактуальными и принятие на их основе оперативных решений также становится невозможным.

б Разработка комплекта рекомендательных документов, направленных на создание «Ситуационного центра»

Нормативные основы создания системы распределенных ситуационных центров:

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года от 17 ноября 2008 г. № 1662-р

УКАЗ Президента РФ «Об основах Стратегического планирования в Российской Федерации» от 12 мая 2009 г. № 536

УКАЗ Президента РФ «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» от 12 мая 2009 г. № 537

КОМПЛЕКС МЕР по исполнению Комплексного плана мероприятий по реализации Стратегии национальной безопасности Российской Федерации и Основ стратегического планирования в Российской Федерации

ПОРУЧЕНИЕ Президента РФ о подготовке предложений по организации взаимодействия в СРСЦ ОГВ Российской Федерации от 1 июня 2011 г. № Пр-1857

УКАЗ Президента РФ «О формировании системы распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту взаимодействия» от 25 июля 2013 г. № 648

КОНЦЕПЦИЯ создания системы распределенных ситуационных центров органов государственной власти Российской Федерации от 3 октября 2013 г. № Пр -2308

ПЛАН первоочередных мероприятий, направленных на формирование и обеспечение функционирования системы распределенных ситуационных центров от 5 октября 2013 г. № Пр 2363

На сегодняшний день в сфере функционирования ситуационных центров как объектов государственного управления сложилась ситуация, при которой отсутствует правовая регламентация ряда ключевых элементов, составляющих механизм правоотношений в данной области, что может тормозить их дальнейшее развитие. Так, в российском законодательстве отсутствуют определения, раскрывающие понятие «ситуационный центр», но в подзаконных и ведомственных актах данный термин встречается в разных формах и интерпретациях: например, «ситуационно-кризисный центр», «информационный центр», «дежурно-диспетчерская служба». Все эти термины используются для определения органов повседневного управления на различных уровнях единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В Постановлении Правительства РФ от 16.03.2013 № 223 «О федеральной целевой программе «Создание системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в Российской Федерации на 2013– 2017 годы» появляется термин «центр управления в кризисных ситуациях», в Приказе ФТС РФ от 22.06.2010 № 1177 речь идет о «ситуационно-консультационном центре», в распоряжении Правительства РФ от 04.09.2010 № 1478-р появляется «ситуационно-аналитический центр Минэнерго России». На уровне субъектов имеют место «ситуационно-навигационные центры правительства», как, например, в Рязанской области.

В последние годы ситуационные центры активно внедряются на различных уровнях государственной власти и в различных сферах управления промышленностью и общественной жизнью. СЦ создаются органами субъектов Федерации и местного самоуправления, функционируют ситуационные центры корпораций и крупных промышленных предприятий в энергетической, нефтегазовой, транспортной и других отраслях, где также осуществляется правовая регламентация их деятельности путем выпуска соответствующих распорядительных актов (ситуационные центры «Газпром», ОАО «Федеральная пассажирская компания», ПАО «Аэрофлот» и др.) .

Ряд образовательных и учебных заведений также запустили свои ситуационные центры - Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Санкт-Петербургский университет МВД России, Российский государственный гуманитарный университет, МГИМО). С учетом специфики управления образовательными организациями правовая регламентация указанных СЦ осуществляется приказом по образовательному учреждению при одобрении ученого совета.

Несмотря на неоднородность решаемых функциональных задач и различие в объемах прав и обязанностей приведенных объектов, можно закрепить нормативно общее понятие «ситуационный центр». Предлагается проект типового положения о ситуационном центре со следующими базовыми разделами [105]:

#### I. Общие положения.

1.1. Используемые в положении термины и определения.

1.2. Цели создания ситуационного центра.

1.3. Организационная структура ситуационного центра.

1.4. Перечень нормативных правовых актов, которыми руководствуется ситуационный центр в своей деятельности.

1.5. Должность лица, осуществляющего общее руководство ситуационным центром.

II. Задачи и функции ситуационного центра.

2.1. Перечень задач ситуационного центра.

2.2. Перечень функций ситуационного центра.

III. Обязанности ситуационного центра

Определяются исходя из функциональных задач.

IV. Права ситуационного центра.

4.1. Право на взаимодействие с органами государственной власти.

4.2. Право на запрос в установленном порядке информации и справочных материалов в целях решения задач и выполнения функций ситуационного центра.

4.3. Право на привлечение к работе по подготовке документов и материалов специалистов исполнительных органов государственной власти.

4.4. Право на разработку и внесение предложений по совершенствованию работы ситуационного центра.

4.5. Право на приглашение к участию в работе ситуационного центра представителей органов государственной власти, предприятий и организаций различной формы собственности, а также независимых экспертов.

V. Материально-техническое обеспечение ситуационного центра.

5.1. Место расположения ситуационного центра

5.2. Порядок финансирования мероприятий и работ, проводимых в ситуационном центре.

5.3. Комплекс мероприятий по обеспечению защиты информации в ситуационном центре, эксплуатации технических средств, контролю и управлению доступом к программным информационным ресурсам.

VI. Планирование работ ситуационного центра

6.1. Порядок проведения плановых работ.

6.2. Порядок проведения внеплановых мероприятий.

## VII. Организация работы в ситуационном центре.

7.1. Порядок взаимодействия с органами власти.

7.2. Права и обязанности руководителя ситуационного центра.

7.3. Права и обязанности куратора ситуационного центра.

## VIII. Регламент ситуационного центра

8.1. Проведение мероприятий в режиме мониторинга

8.2. Проведение мероприятий в режиме планового рассмотрения проблем.

8.3. Проведение мероприятий в режиме при возникновении кризисных ситуаций.

## IX. Порядок использования информационных ресурсов.

9.1. Использование открытых информационных ресурсов.

9.2. Использование информационных ресурсов ограниченного доступа.

## X. Ответственность

Проект может быть взят за основу Положения и доработан. Как указано в [105], некорректно функционирующая система обработки информации СЦ может выдавать пользователю неполные или искаженные данные, которые не только послужат основой для принятия неверного управленческого решения, но и станут основанием (юридическим фактом) для создания или прекращения юридических прав и обязанностей, что повлечет за собой правовые последствия.

В современном законодательстве РФ действует ряд правовых норм, прямо или косвенно регламентирующих отношения, складывающиеся при функционировании ситуационных центров. Среди основных можно выделить: - Конституция РФ (официальная публикация законов (ст. 15), неприкосновенность частной жизни, тайна переписки и телефонных переговоров и сообщений (ст. 23); свобода слова и мысли, право на информацию и пр. (ст. 29); - Гражданский кодекс РФ (интеллектуальная собственность как объект гражданского права (ст. 128; 150; 434); - Уголовный кодекс РФ (нарушение неприкосновенности частной жизни (ст. 137); нарушение тайны переписки, телефонных переговоров, почтовых, телеграфных или иных сообщений (ст. 138); нарушение авторских и смежных прав (ст. 146); сокрытие информации об обстоятельствах, создающих опасность для жизни или здоровья людей (ст. 237); неправомерный доступ к компьютерной информации (ст. 272); создание, использование и распространение вредоносных программ

для ЭВМ (ст. 273); разглашение государственной тайны (ст. 283); фальсификация доказательств и пр. (ст. 303)); - Кодекс об административных правонарушениях РФ (административные правонарушения в области связи и информации (глава 13)); - Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации»; - Федеральный закон от 13.01.1995 № 7-ФЗ «О порядке освещения деятельности органов государственной власти в государственных средствах массовой информации»; - Федеральный закон от 07.07.2003 № 126-ФЗ «О связи»; - Федеральный закон от 06.04.2011 № 63-ФЗ «Об электронной подписи»; - Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных»; - Федеральный закон от 22.10.2004 № 125-ФЗ «Об архивном деле в РФ»; - Закон РФ от 21.07.1993 № 5485I «О государственной тайне»; - Указ Президента РФ от 06.03.1997 № 188 «Об утверждении перечня сведений конфиденциального характера».

Инфраструктурой глобального цифрового пространства страны может стать система распределенных ситуационных центров (СРСЦ), которая позволит обеспечить трансформацию процессов стратегического, оперативного и проектного управления в цифровую среду, обеспечив информационное взаимодействие федеральных, региональных и корпоративных ситуационных центров в мощную распределенную вычислительную систему. СРСЦ сможет взять на себя функции информационно-технологической платформы модернизации отечественной экономики, широкого внедрения в нее различных электронных сервисов, моделей и методов принятия решений.

**Специфические правовые вопросы** рассматриваемых СЦ связаны с применением данных ДЗЗ и БАС/КА ДЗЗ как источников информации. Очевидно, что в зависимости от уровня интеграции данных ДЗЗ и систем БАС/КА в работу СЦ, потребуется решение правовых вопросов с заказом, получением, обработкой, хранением и использованием данных ДЗЗ от КА/БАС различных операторов (зарубежных / отечественных, коммерческих/государственных), а также вопросы, связанные с оперативным применением БАС ДЗЗ, включая согласование с контролирующими органами времени, маршрутов и воздушных коридоров полетов БАС (в регулярных плановых и в режимах ЧС), лицензирование получения и использования данных ДЗЗ.

В работе современных СЦ широко используются **открытые данные** (ОД) и программное обеспечение с открытым исходным кодом. Открытые данные (open data) – концепция, связанная с обеспечением свободного доступа к определённым данным для машиночитаемого использования и дальнейшей публикации без ограничений авторского права, патентов и других механизмов контроля. К близким к ОД концептуальным

направлениям можно отнести: - открытый доступ (Open access), который часто связан с доступностью научных публикации в Интернете; - программное обеспечение с открытым исходным кодом (Open-source software) — связано с лицензиям, по которым могут распространяться компьютерные программы с открытым исходным кодом; - открытые образовательные ресурсы (Open educational resources) — находящиеся в свободном доступе и с открытой лицензией документы и средства массовой информации, которые полезны для преподавания, обучения и оценки, а также для исследовательских целей; - открытые исследования / открытые научные данные – это подход к открытию научных активов (данных, методов и инструментов) для обеспечения прозрачных, воспроизводимых и междисциплинарных исследований.

Также в работе СЦ широко применяются **открытые данные ДЗЗ из космоса**. Открытые данные ДЗЗ и открытый доступ к данным ДЗЗ поддерживают космические агентства и организации основных стран-лидеров в мировой индустрии ДЗЗ – США, Европы, Китая, Индии, Бразилии, Японии и др.

Предоставление доступа к открытым данным ДЗЗ со стороны государства-оператора можно рассматривать как разновидность *государственной дотации*, направленной на поддержание индустрии высоких технологий и стимулирование роста экономики. В этой связи необходимо рассматривать открытые данные ДЗЗ и доступ к ним, прежде всего, как экономические категории, разновидность вложения государственных средств, с необходимостью принятия специальных дополнительных мер по повышению результативности их использования в обществе и в различных секторах экономики. Ведущие космические агентства и организации прибегают к следующим мерам, направленным на широкое внедрение открытых данных ДЗЗ:

- разработка и предоставление открытого доступа к специализированному ПО с открытым исходным кодом для обработки открытых данных ДЗЗ;
- проведение мероприятий по обучению работе с ПО и открытыми данными (курсы, вебинары, хакатоны, веб-сайты и форумы и т.д.);
- стимулирование и поддержка научных разработок и новаторских решений с применением открытых данных ДЗЗ (обычно в форме научных конференций и конкурсов);
- финансирование совместно с заинтересованными компаниями-спонсорами конкурсов на лучшие бизнес-идеи и инновационные тематические применения открытых данных ДЗЗ в промышленности и повседневной деятельности; информационная поддержка

стартапов и компаний, использующих открытые данные в своей коммерческой деятельности и др.

В космическом агентстве США NASA данные ДЗЗ, полученные спутниками NASA, рассматриваются как общественная собственность, закон о федеральных авторских правах не предусматривает защиту авторских прав для работ, выполненных федеральным правительством. В этой связи пользователи могут проводить обработку всего или части космоснимка, например, Landsat, и такие производные продукты могут уже получить копирайт автора модификаций. Таким образом, защита авторских прав на космоснимки агентства NASA не предусмотрена законом и данный случай является практически единственным исключением. Космические агентства других стран: Европы (ESA), Индии (ISRO), Японии (JAXA), Китая (CNSA) сохраняют авторские права на космоснимки со своих КА ДЗЗ, но предоставляют права другим использовать их для некоммерческих, образовательных или научных целей с соответствующим цитированием и обозначением копирайта в соответствии с требованиями так называемых открытых лицензий. Основные виды используемых лицензий:

- Creative Commons Attribution 3.0 Unported License (**CC BY 3.0**) – снимки могут быть свободно использованы только при условии правильной атрибуции (указания копирайта организации – владельца авторских прав);

- Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License (**CC BY-NC-SA 3.0**) – пользователь имеет право свободно использовать космоснимки только в некоммерческих целях, с соответствующей корректной атрибуцией снимков (указанием копирайта организации-владельца), но должен размещать результаты своей обработки космоснимков в открытом доступе на аналогичных условиях;

- Copyrighted, all rights reserved – защита авторских прав на космоснимки, пользователь не имеет право использовать космоснимок и должен ссылаться на оригинал.

Основной программой ДЗЗ Европейского космического агентства ESA является программа **Коперник (Copernicus)**, финансируемая и реализуемая совместно агентством ESA и Еврокомиссией ЕС. В состав космического сегмента программы Коперник в современном составе входят 7 КА Sentinel (S), в том числе 2 КА S-1A/B (с PCA C-диапазона), 2 КА S-2A/B (класса Landsat с мультиспектральной ОЭС), 2 океанологических КА S-3A/B и КА S-5p с датчиками анализа газового состава атмосферы.

В соответствии с руководящими документами ESA и EC Sentinel Data Policy ESA/PB-EO(2013)30 и постановлением EU № 1159/2013 от 12.07.2013 в дополнение к постановлению Европарламента EU N911/2010, пользователи имеют свободный, полный и открытый доступ к данным Sentinel и информационным сервисам программы Коперник для следующих целей: а) копирования; б) распространения; в) передачи общественности; г) адаптации, изменения и комбинирования с другими данными и информацией; д) любой комбинации целей из а)...г). Открытый доступ осуществляется в соответствии с лицензией Creative Commons CC BY-SA 3.0 IGO license.

Доступ к данным программы Коперник обеспечивают сервера SciHub (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>). Доступ к информационным сервисам осуществляется через четыре облачные веб-платформы Data and Information Access Service (DIAS): - CreoDIAS, - ONDA, - Mundi; - Sobloo, работоспособность которых поддерживают коммерческие операторы, а также через облачный сервис Sentinel Hub. Клиент может получить производные продукты из данных Sentinel с помощью ПО, предустановленного в перечисленных облачных веб-платформах, в том числе продукты на основе различных комбинаций спектральных и поляриметрических каналов и индексные карты.

Отдельно стоит сказать про стандартизацию каналов связи для БАС. В современном мире продолжительность жизненного цикла IT-систем во многом определяется открытостью используемых программных компонентов и архитектуры в целом. Использование открытой архитектуры позволяет заказчикам расширять функциональные возможности системы постоянно, по мере возникновения новых возможностей и потребностей. В этом контексте очень важно использовать стандартные открытые протоколы информационного обмена (data interchange standards). Такие протоколы объединяются в семейства или группы, решающие те или иные целевые задачи.

Хотя в России есть сложившийся рынок геопространственных данных, он не регламентируется отраслевыми стандартами. Часть картографической информации, поставляемой госзаказчикам, передается в закрытых форматах. Беспилотные системы большинства российских производителей работают по проприетарным протоколам управления.

Отсутствие открытых отраслевых стандартов приводит к закрытости и изолированности участников рынка, затормаживая его развитие. Например, рынок беспилотных систем не сегментируется - несмотря на благоприятную экономическую ситуацию и государственную грантовую поддержку, за последние 5 лет в России не

появилось новых заметных производителей программного или аппаратного обеспечения для беспилотных систем.

В качестве примеров развития западного рынка в контексте стандартизации протокола можно привести компанию DroneDeploy, которая разработала мобильные приложения, совместимые с самыми массовыми и популярными БАС (например, DJI) и предоставляет облачную платформу (сервис SaaS) для применения БАС, включая функции автоматической проверки условий безопасности полета, выполнение полета, картографическая съемка в реальном масштабе времени и обработка данных.

Также наличие стандартного протокола обмена данными позволяет США разрабатывать систему автоматической авторизации полетного задания, давая возможность государственным органам контролировать разрешенные зоны полетов.

Предлагается рассмотреть в качестве распорядительных документов по созданию СЦ создание отраслевых стандартов для геопространственных приложений.

Также, одним из существенных барьеров является длительное рассекречивание данных, полученных с помощью БАС, поскольку является препятствием к оперативности получения этих данных.

Необходимо учитывать, что использование различных информационных ресурсов в работе СЦ ужесточает требования к достоверности информации, предоставляемой ситуационным центром.

Применение в составе СЦ данных ДЗЗ и БАС/КА ДЗЗ как источников информации требует получения соответствующих лицензий и разрешительной документации в связи с заказом, получением, обработкой, хранением и использованием данных ДЗЗ от КА/БАС различных операторов (зарубежных / отечественных, коммерческих/государственных), а также согласование с контролирующими органами времени, маршрутов и воздушных коридоров полетов БАС (в регулярных плановых и в режимах ЧС) для оперативного применения БАС ДЗЗ, включая лицензирование получения и использования данных ДЗЗ.

В мире расширяются масштабы использования, в том числе в рамках ситуационных центров, открытых данных ДЗЗ из космоса (и также открытого ПО) в качестве базового информационного источника геопространственной основы низкого и среднего пространственного разрешения.

В качестве вывода сформулируем перечень документов, рекомендуемых для создания СЦ:

- Положение о ситуационном центре.
- Должностные инструкции руководителей подразделений и сотрудников.
- Регламенты информационного взаимодействия при получении и использовании данных ДЗЗ, пространственных данных, других видов данных с другими субъектами, с которыми будет происходить взаимодействие.
- Стандарты предприятия, регулирующие вопросы обращения с ПД и ДДЗЗ на предприятии.
- Стандарты, описывающие использование геопривязанных изображений и геопространственных данных.
- Стандарты доказывания при несоответствиях данных.
- Метрологические стандарты, регламентирующие классы точности внутренних вычислений.
- Новые регламенты рассекречивания данных, снимающие ограничения с производителей данных.
- Разрешения на вылеты, маршруты и воздушные коридоры полетов БАС.

Представленный список может быть изменен или дополнен.

## Заключение

В ходе проведения исследований получены следующие результаты:

1. Проанализированы существующие решения создания СЦ, подчеркнута отсутствие общего определения СЦ, выдвинуто предложение по принятию определения СЦ в рамках данной работы, максимально учитывающего общие характеристики существующих СЦ.

2. Проанализированы потребности отраслей в создании СЦ на основе модулей ПД, в рамках которых могут быть сформулированы решения для коммерциализации. Показано, что отрасли выдвигают разные требования к получению ситуационной картины: в ресурсодобывающей и транспортной отраслях имеет место ряд задач, требующих сопровождения процессов в реальном времени, тогда как в сельском и лесном хозяйствах достаточно периодического обновления геопространственных данных, причем в лесном хозяйстве период обновления данных значительно больше и, по сути, не требует формирования оперативной общей картины. При этом стоит учитывать, что с развитием БАС и для этих двух отраслей может потребоваться сопровождение процессов в реальном времени, например, уже сейчас ПО для сельского хозяйства отображает данные в реальном времени о распределении флота техники на поле.

3. Проведен анализ существующих и потенциальных бизнес-процессов создания и доставки данных пользователю для быстрого реагирования и принятия решений. Показаны различные бизнес-модели создания СЦ, ниши на рынке в этой цепочке, дан анализ рынков получения ПД.

4. Проведена оценка рыночного потенциала технологий СЦ и дана оценка экономической эффективности на основе частных примеров. Проведено сравнение экономической эффективности получения ПД с помощью БАС и спутниковых данных, показано, что для большого процента существующих задач получение спутниковых данных дешевле и оперативнее, чем с использованием БАС, одна из причин – длительное рассекречивание данных БАС. Показано, что при отсутствии необходимости ожидания снятия грифа секретности и наличии флота БАС, готового к вылету на данной местности, использование этого ресурса становится крайне эффективным.

5. Проведен анализ минимальных технических требований для создания СЦ, производящего необходимые пользователям продукты, на основе технических требований, предъявляемых современными ГИС системами к оборудованию, а также на основе современных требований к клиентским приложениям. Показана современная технологическая база для создания СЦ. Сформулирован проект прототипа решения СЦ,

ориентированного на максимально быстрый прием ПД для обновления информации в режиме реального времени.

6. Выявлены проблемы нормативной базы, ограничивающие оперативное получение данных СЦ с БАС из-за требований к снятию грифа секретности с полученных ортофотопланов. Подчеркнута проблема решения правовых вопросов заказа, оперативного получения, обработки, хранения и, главное, оперативного применения ПД, полученных с помощью спутников ДЗЗ и БАС, поскольку современные регламенты не позволяют оперативно применять значительную долю необходимых данных.

7. Проанализирована существующая нормативная база, поддерживающая создание СЦ, выявлено, что создание СЦ регламентируются только для СЦ органов государственной власти и решения ЧС. Отсутствует правовая регламентация самого понятия «ситуационный центр».

8. Предложен проект типового положения о ситуационном центре. Выделен ряд норм, которые прямо или косвенно регламентируют отношения, возникающие при функционировании СЦ.

9. Рассмотрены проблемы открытых данных, авторских прав, открытых протоколов и каналов связи БАС. Предлагается предоставление открытого доступа к данным ДЗЗ со стороны государства как оператора, а также разработка и предоставление открытого доступа к ПО для обработки данных ДЗЗ. Предлагается рассмотреть в качестве распорядительных документов в части СЦ создание отраслевых стандартов для геопространственных приложений.

Таким образом, были показаны различные требования отраслей и бизнес-модели для их решения, представляющие собой возможности коммерциализации технологий СЦ оперативного мониторинга и реагирования, а также их рыночный потенциал, выявлены нормативные барьеры, ограничивающие реализацию, сформулированы основные технические требования к прототипу СЦ.

## Список использованных источников

- [1] ГОСТ-Р 56875-2016 Информационные технологии (ИТ). Системы безопасности комплексные и интегрированные. Типовые требования к архитектуре и технологиям интеллектуальных систем мониторинга для обеспечения безопасности предприятий и территорий.
- [2] Официальный сайт компании Polymedia. – URL: <https://www.polymedia.ru> (дата обращения: 10.12.2019).
- [3] Официальный сайт группы SBL. – URL: <https://sibl.ru/solutions/situatsionnyiy-tsentr.html> (дата обращения: 10.12.2019).
- [4] Официальный сайт «Энвижн Групп». – URL: <https://www.nvg.ru/> (дата обращения: 10.12.2019).
- [5] Официальный сайт компании Artwell. – URL: <https://www.artwell.com> (дата обращения: 10.12.2019).
- [6] Портал федерального ситуационного центра электронного правительства. – URL: <https://sc-new.minsvyaz.ru/> (дата обращения: 10.12.2019).
- [7] E.Ries. Lean Analytics / E.Ries. – O'Reilly. – 2013. – 448p.
- [8] ГОСТ Р 53647.9-2013 Менеджмент непрерывности бизнеса. Управление организацией в условиях кризиса
- [9] Указ Президента Российской Федерации от 25.07.2013 № 648 «О формировании системы распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту взаимодействия».
- [10] Официальный сайт компании Smart Sails. – URL: <https://www.smart-sail.com/> (дата обращения: 05.12.2019).
- [11] Boeing: MEDA Investigation Process. – URL: [https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr\\_2\\_07/article\\_03\\_2.html](https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_2_07/article_03_2.html) (дата обращения: 05.12.2019).
- [12] Tri-level study of the causes of traffic accidents: final report. Executive summary. / Treat, J. R.; Tumbas, N. S.; McDonald, S. T. [и др.] // Research Information and Publications Center, University of Michigan, 1979 – 82с. – URL: <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/64993> (дата обращения: 5.10.2019). – Текст: электронный.
- [13] Радиационный мониторинг ЧАЭС. – URL: <https://chnpp.gov.ua/ru/> (дата обращения: 24.11.2019).
- [14] Controlled flight into terrain. – URL:

- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Столкновение\\_с\\_землёй\\_в\\_управляемом\\_полёте](https://ru.wikipedia.org/wiki/Столкновение_с_землёй_в_управляемом_полёте) (дата обращения: 24.11.2019).
- [15] Финальный отчёт по катастрофе SSJ в Индонезии. – URL: <http://superjet.wikidot.com/news:54> (дата обращения: 24.11.2019).
- [16] 30 лет крупнейшей железнодорожной катастрофе в СССР. – URL: <http://back-in-ussr.com/2019/06/30-let-krupneyshey-zheleznodorozhnoy-katastrofe-v-sssr.html> (дата обращения: 24.11.2019).
- [17] GeoBuiz Geospatial Industry Outlook & Readiness Index. – 2019.
- [18] Петля Бойда и кибернетика второго порядка. – URL: <https://www.osp.ru/os/2013/07/13037357/> (дата обращения: 01.12.2019).
- [19] Ситуационные центры: В России сегодня. – URL: <http://www.rosinform.ru/security/930028-situatsionnye-tsentry-v-rossii-segodnya/> (дата обращения: 01.12.2019).
- [20] Катаев М. Ю. Интеллектуальный ситуационный центр, основанный на комплексировании космических и наземных данных. / Катаев М. Ю., Скугарев А. А // Доклады ТУСУРа. – 2016. – Т.19, №3. – С. 61–64.
- [21] Замятин Н.В. Ситуационный центр управления энергоэффективностью. / Замятин Н.В., Латровкин В.В., Одышев Р.А. // Доклады ТУСУРа. – 2011. – №2(24), Ч.3. – С. 159–163.
- [22] Патент RU2602428C2 Российская Федерация, МПК G01W1/00. Способ оперативного гидрометеорологического ледового обеспечения и ледово-информационная система для его осуществления. заявл. 24.10.2014: опубл. 20.11.2016 / В. В. Степанов, И. Е. Фролов. — 14 с.
- [23] A Common Operational Picture in Support of Situational Awareness for Efficient Emergency Response Operations / Sophronides, P., Papadopoulou, C., Giaoutzi, M. [и др.] // Journal of Future Internet. – V. 2. – 2017. – pp.10
- [24] LANCE: NASA Near Real-Time Data and Imagery. – URL: <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/download-nrt-data> (дата обращения: 01.12.2019).
- [25] Near Real-Time or Non-Time Critical? – URL: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-3-altimetry/product-types/nrt-or-ntc> (дата обращения: 05.12.2019).
- [26] Тактико-техническое задание на опытно-конструкторскую работу «Создание комплекса информационных отраслевых сервисов, функционирующих на основе данных дистанционного зондирования Земли из космоса» // Космическая деятельность России. – 2019.
- [27] Ultraviolet Remote Sensing of Volcanic Emissions / Arlin J. Krueger , Stephen J. Schaefer [и др.] // Geophysical Monograph Series. – 2000.

- [28] В. Г. Коберниченко. Региональный мониторинг природных чрезвычайных ситуаций на основе средств дистанционного зондирования Земли / В. Г. Коберниченко, О. Ю. Иванов, С. М. Зраенко // Записки Горного института. – 2005. – Т.166. – С.110-112.
- [29] Petri Pellikka, W. Gareth Rees. Remote Sensing of Glaciers: Techniques for Topographic, Spatial and Thematic Mapping of Glaciers. – 2009.
- [30] Applications of remote sensing in agriculture. / Chauhan, Abhilash Singh & Sharma, Raman & Kumar [и др.] // 2018.
- [31] Официальный сайт компании FarmersEdge. – URL: <https://www.farmersedge.ca/> (дата обращения: 28.11.2019).
- [32] M. Weiss, F. Remote sensing for agricultural applications: A meta-review. / M. Weiss, F. Jacob, G. Duveiller // Remote Sensing of Environment. – V.236. – 2020.
- [33] David J. Mulla. Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. // Biosystems Engineering. – V. 114, № 4. – 2013. – P. 358-371.
- [34] Jaime Garcia Arnal Barbedo. A Review on the Use of Unmanned Aerial Vehicles and Imaging Sensors for Monitoring and Assessing Plant Stresses. // Drones. – 3(2). – 2019. – P.40.
- [35] UM Rao Mogili. Review on Application of Drone Systems in Precision Agriculture. / UM Rao Mogili, B B V L Deepak. // Procedia Computer Science. – V.133. – 2018. – P.502–509.
- [36] Fundamental Research on Unmanned Aerial Vehicles to Support Precision Agriculture in Oil Palm Plantations / Redmond Ramin Shamshiri, Ibrahim A. Hameed, Siva K. Balasundram [и др.] // 2018.
- [37] Operational prediction of crop yields using MODIS data and products. / Paul C. Doraiswamy, Bakhyt Akhmedov, Larry Beardc [и др.] // 2007.
- [38] David M. Johnson. An assessment of pre- and within-season remotely sensed variables for forecasting corn and soybean yields in the United States. // Remote Sensing of Environment. – V. 141. – 2014. – P.116-128.
- [39] Remote sensing-based global crop monitoring: Experiences with China's CropWatch system. / Bingfang Wu\*, Jihua Meng, Qiangzi Li [и др.] // International Journal of Digital Earth. – 2013.
- [40] Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Применение средств дистанционного зондирования земли в сельском хозяйстве»: Санкт-Петербург. – 2018.
- [41] Описания, документация на официальном сайте проекта Sen2agri. – URL: <http://www.esa-sen2agri.org/> (дата обращения: 10.12.2019).
- [42] Benjamin Koetz. Sentinels for Agricultural Monitoring. Sen4CAP – Concept & Goals. // European Space Agency, Earth Observation Directorate. – 2019.

- [43] Международный опыт применения данных ДЗЗ в сфере сельского хозяйства. Программа Европейского Союза CwRS. // Доклады конференции «Земля из космоса - наиболее эффективные решения». – 2016.
- [44] Чернов А.В. Использование информации дистанционного зондирования Земли в региональной ГИС агропромышленного комплекса. – URL: [http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/2009\\_conf\\_pdf/plenar/Chernov.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/2009_conf_pdf/plenar/Chernov.pdf) (дата обращения: 27.11.2019).
- [45] Михайлов С. Международный опыт использования данных ДЗЗ для сельскохозяйственного мониторинга. / Михайлов С., Новикова Е. // Земля из Космоса. – №21. – 2017. – С.18–24.
- [46] The Potential and Uptake of Remote Sensing in Insurance: A Review. / Jan de Leeuw, Anton Vrieling, Apurba Shee [и др.] // Remote Sens. –V.6. – 2014.
- [47] Remote sensing for index insurance Findings and lessons learned for smallholder agriculture. // International Fund for Agricultural Development. – 2017. – URL: <https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000023503/download/>
- [48] Блог компании OneSoil. – URL: <https://blog.onesoil.ai/ru/> (дата обращения: 27.11.2019)
- [49] Блог компании ExactFarming. – URL: <http://www.exactfarming.com/ru/blog/> (дата обращения: 27.11.2019)
- [50] Материалы на сайте FARMSTAR. – URL: <https://www.myfarmstar.com/web/en/> (дата обращения: 27.11.2019)
- [51] Д. М. Павлов. Геоинформационный сервис для лесной отрасли «СКАНЭКС». // Земля из Космоса. – №27. – 2020. – С.40–43.
- [52] Официальный сайт системы «Лесной дозор». – URL: <https://lesdozor.ru> (дата обращения: 16.12.2019)
- [53] International Centre for Integrated Mountain Development. – URL: <https://www.icimod.org/> (дата обращения: 16.12.2019)
- [54] The European Forest Fire Information System. – URL: <https://effis.jrc.ec.europa.eu/> (дата обращения: 16.12.2019)
- [55] Официальный сайт компании Monsol – URL: <https://monsol.ru> (дата обращения: 16.12.2019)
- [56] Официальный сайт компании «СМИС Эксперт». – URL: <https://www.smis-expert.com/> (дата обращения: 16.12.2019)
- [57] В.Г. Аковецкий «Аэрокосмический мониторинг месторождений нефти и газа», М.: ООО «Недра-Бизнесцентр». – 2008. – 454 с.

- [58] А.Л. Сальман. Выявление деформаций земной поверхности и смещений объектов инфраструктуры на базе радиолокационных спутниковых изображений // Земля из Космоса. – №27. – 2020. – С.13–20.
- [59] О. Вильде. «Газпром Нефть» разработала уникальную систему управления арктической логистикой. // Земля из Космоса. – №27. – 2020. – С.22–25.
- [60] Григорьева О.В. Аэрокосмический мониторинг в обеспечении безопасности функционирования железной дороги. / Григорьева О.В., Панин А.В // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – №3 (34). – 2011.
- [61] Картография и дешифрирование - СКАНЭКС. – URL: <http://new.scanex.ru/service/kartografiya-i-deshifrirovanie/> (дата обращения: 16.12.2019)
- [62] Профессиональная аэрофотосъемка с беспилотника, коптера, БАС, самолета | ГК Геоскан. – URL: <https://www.geoscan.aero/ru/services/aerofoto> (дата обращения: 16.12.2019)
- [63] Дешифрирование - Совзонд. – URL: <https://sovzond.ru/services/thematic-projects/interpretation/>. Компания «Совзонд» (дата обращения: 16.12.2019)
- [64] Космический мониторинг и геоинформационные системы в нефтегазовой отрасли. Брошюра. – URL: [https://sovzond.ru/files/bro%D1%81hure\\_OilGas.pdf](https://sovzond.ru/files/bro%D1%81hure_OilGas.pdf) (дата обращения: 17.12.2019)
- [65] Дистанционный контроль состояния нефтепроводов и газопроводов. – URL: <http://unmanned.ru/service/oilpipe.htm> (дата обращения: 17.12.2019)
- [66] ESA space solutions. Business applications. – URL: <http://business.esa.int> (дата обращения: 17.12.2019)
- [67] О. Вильде. «Газпром Нефть» разработала уникальную систему управления арктической логистикой. // Земля из Космоса. – №27. – 2020. – С.22–25.
- [68] ЗиК 24 Морские сервисы ГК «СКАНЭКС»]
- [69] Н.Г. Бабич. Выбор пути плавания во льдах и оценка результативности использования данных навигационной ледовой информации. // Земля из Космоса. – №10. – 2011. – С.28–33.
- [70] Пространственные данные: потребности экономики в условиях цифровизации / Е. Б. Белогурова, В. Е. Воробьев, О. Г. Гвоздев и др.; Фед. служба гос. регистрации, кадастра и картографии; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики»; НИИ «АЭРОКОСМОС». – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 128 с. – 300 экз. – ISBN 978-5-7598-2152-6 (в обл.)
- [71] Официальный сайт компании DJI. – URL: <https://www.dji.com/ru> (дата обращения: 12.11.2019).
- [72] Официальный сайт компании Edgybees. – URL: <https://edgybees.com/> (дата обращения: 12.11.2019).

- [73] Официальный сайт компании Kongsberg Geospatial. – URL: <https://www.kongsberggeospatial.com/> (дата обращения: 12.11.2019).
- [74] Т.С. Хайбрахманов. Комплексный мониторинг судовой обстановки по маршрутам северного морского пути. // Земля из Космоса. – №26. – 2019. – С.12–16.
- [75] А. Черемисова. Информационный сервис оперативного космического мониторинга для реализации контроля работы ТЭК. // Земля из Космоса. – №20. – 2015. – С.8–10.
- [76] Программа ООН (UNOSAT). – URL: <https://unitar.org/maps> (дата обращения: 12.11.2019).
- [77] Международная космическая хартия – URL: <https://disasterscharter.org/web/guest/home> (дата обращения: 12.11.2019).
- [78] Официальный сайт Humanitarian Openstreetmap Team. – URL: <https://campaigns.hotosm.org> (дата обращения: 12.11.2019).
- [79] «The Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT) and Facebook are partnering on Open Data mapping, as well as Free Software projects.» – URL: <https://www.hotosm.org/projects/hot-and-facebook-collaboration/> (дата обращения: 12.11.2019).
- [80] Northern Sky Research, Satellite-Based Earth Observation (EO). – Е.9. – 2017.
- [81] Euroconsult, Satellite-Based Earth Observation: Market Prospects to 2026.: Euroconsult. – 2017.
- [82] Report on Satellite-Based Earth Observation: Market Prospects to 2026. – URL: <http://earsc.org/news/euroconsult-report-on-satellite-based-earth-observation-market-prospects-to-2026> (дата обращения: 10.11.2019).
- [83] Four of the biggest drone trends for 2018. – URL: <https://blog.nationaldrones.com.au/drone-trends-2018> (дата обращения: 10.11.2019).
- [84] Drone trends to watch in 2018: Big data, flying taxis, and home security. – URL: <https://venturebeat.com/2018/01/13/drone-trends-to-watch-in-2018-big-data-flying-taxis-and-home-security/> (дата обращения: 10.11.2019).
- [85] UAV Report: Growth trends & opportunities for 2019. – URL: <https://www.gpsworld.com/uav-report-growth-trends-opportunities-for-2019/> (дата обращения: 10.11.2019).
- [86] Drone market shows positive outlook with strong industry growth and trends. – URL: <https://www.businessinsider.com/drone-industry-analysis-market-trends-growth-forecasts-2017-7> (дата обращения: 10.11.2019).
- [87] Drones. Report for works. Goldman and Sachs. 2016. – URL: <https://www.goldmansachs.com/insights/technology-driving-innovation/drones/> (дата обращения: 15.11.2019).

- [88] Рынок дронов в России и в мире, 2017 г. (беспилотные летательные аппараты, БАС, БАС). – URL: [http://json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/rynok-dronov-v-rossii-i-v-mire-2017-g-bespilotnye-letatelnye-apparaty-bla-bpla-20180427124557](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rynok-dronov-v-rossii-i-v-mire-2017-g-bespilotnye-letatelnye-apparaty-bla-bpla-20180427124557) (дата обращения: 15.11.2019).
- [89] UAV Report: Growth trends & opportunities for 2019. – URL: <https://www.gpsworld.com/uav-report-growth-trends-opportunities-for-2019> (дата обращения: 15.11.2019).
- [90] Commercial Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market Analysis – Industry trends, companies and what you should know. – URL: <https://www.businessinsider.com/commercial-uav-market-analysis>
- [91] Global Military Unmanned Aircraft System (UAS) Forecast. – URL: <http://www.tealgroup.com/index.php/teal-group-media-news-briefs-2/teal-group-news-media/item/global-unmanned-aircraft-system-uas-forecast> (дата обращения: 29.11.2019).
- [92] Global Commercial Drones Market 2018-2022.: TechNavio. – 2018. – 132 p.
- [93] Agricultural Drones Market: Global Historical Growth (2012-2016) & Future Outlook (2017-2024) Demand Analysis & Opportunity Evaluation.
- [94] Intercomparison of UAV, Aircraft and Satellite Remote Sensing Platforms for Precision Viticulture. / A. Matese, P. Toscano, S.F. Di Gennaro [и др.] // Remote Sens. – V.7. – 2015. – pp.2971-2990.
- [95] \$1 млрд. достиг объем мирового рынка ситуационных центров по итогам 2018 года. . – URL: [https://ru-bezh.ru/meropriyatiya/news/19/08/28/\\$1-mlrd-dostig-obem-mirovogo-ryinka-situacionnyix-czentrov-po-i](https://ru-bezh.ru/meropriyatiya/news/19/08/28/$1-mlrd-dostig-obem-mirovogo-ryinka-situacionnyix-czentrov-po-i) (дата обращения: 29.11.2019).
- [96] Официальный сайт Единой информационной системы в сфере закупок. – URL: <https://zakupki.gov.ru> (дата обращения: 01.12.2019).
- [97] Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе». – URL: <https://www.rosseti.ru/investment/science/tech/doc/tehpolitika.pdf> (дата обращения: 01.12.2019).
- [98] Официальный сайт ПАО «ФСК ЕЭС». – URL: <https://www.fsk-ees.ru/> (дата обращения: 01.12.2019).
- [99] Приказ Минтранса РФ от 6 августа 2008 г. № 126 «Об утверждении Норм отвода земельных участков, необходимых для формирования полосы отвода железных дорог, а также норм расчета охранных зон железных дорог». – URL: <https://base.garant.ru/12162226/> (дата обращения: 16.12.2019).
- [100] Российский статистический ежегодник. 2017: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2017. – 686 с.

- [101] Газопроводы и нефтепроводы России. – URL: [https://energybase.ru/pipeline?PipelineSearch%5Bname%5D=&PipelineSearch%5Btype\\_env%5D=&PipelineSearch%5Btype\\_lay%5D=&PipelineSearch%5Bstate%5D=](https://energybase.ru/pipeline?PipelineSearch%5Bname%5D=&PipelineSearch%5Btype_env%5D=&PipelineSearch%5Btype_lay%5D=&PipelineSearch%5Bstate%5D=) (дата обращения: 17.12.2019).
- [102] ГОСТ Р 42.0.03-2016 Гражданская оборона. Правила нанесения на карты прогнозируемой и сложившейся обстановки при ведении военных конфликтов и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Условные обозначения.
- [103] V. Ignatiev, A. Trekin, V. Lobachev, G. Potapov, and E. Burnaev. Targeted change detection in remote sensing images // 11th International Conference on Machine Vision.: Proc. SPIE 11041. – 2019.
- [104] Novikov G., Trekin A., Potapov G., Ignatiev V., Burnaev E. Satellite Imagery Analysis for Operational Damage Assessment in Emergency Situations. In: Abramowicz W., Paschke A. (eds) Business Information Systems. BIS 2018. // Lecture Notes in Business Information Processing.: Springer, Cham – V. 320, pp.347-358.
- [105] Лукичев К.Е. Ситуационные центры в механизме эффективного государственного управления: правовой аспект. // Управленческие науки в современном мире. – Т.1. – 2017. – С.619-625.
- [106] Амелин Р. В. Автоматизированная информационная система как источник права / Амелин Р. В., Чаннов С. Е. // Информационное право. – №2. – 2008. – С.23–27.
- [107] Постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» // Собрание законодательства РФ. – №2. – 2004. – С.121.
- [108] Постановление Правительства РФ от 16.03.2013 № 223 «О федеральной целевой программе «Создание системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в Российской Федерации на 2013– 2017 годы» // Собрание законодательства РФ. – №12. – 2013. – С.1326.
- [109] Приказ Минэкономразвития России от 26.12.2014 № 852 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель, за исключением земель сельскохозяйственного назначения».
- [110] Приказ Минэкономразвития России от 31.03.2017 № 158 «Об установлении порядка подготовки заключений о наличии в результатах геодезических и картографических работ сведений, составляющих государственную тайну».