

**Визуальное дешифрирование
строительных объектов в недостроенном,
аварийном, заброшенном и разрушенном
состоянии по данным спутниковой и
наземной съёмки**

Рихтер А.А.

НИИ АЭРОКОСМОС

urfin17@yandex.ru

Постановка задачи

Жизненный цикл строительного объекта (СО) можно условно разделить на:

- 1. Начальные стадии: I – по технико-экономическому обоснованию возведения здания; II – по конструированию и проектированию; III – по возведению с разработкой технологии, организации и технологических регламентов производства работ;
- 2. Основные стадии: IV – по предэксплуатационному освоению; V – по эксплуатации зданий и наработке, позволяющей обеспечить окупаемость средств, вложенных в их создание и освоение;
- 3. Конечные стадии: VI – по поддержанию конструктивных элементов и инженерных систем здания в нормальном техническом состоянии путём проведения планово-предупредительных и капитальных ремонтов; VII – период физического и морального износа, требующий проведения модернизации, реконструкции или сноса здания.

С точки зрения спутниковой, наземной, аэрофотосъёмки, очевидно, различить можно СО на начальных, основных и конечных стадиях друг от друга. При этом не все начальные стадии экспонируются на изображениях, а для различения конечных на снимках требуются дополнительные условия (то же касается основных стадий). Более того текущее состояние (стадия) жизненного цикла СО может быть произведено разными причинами.

Объект исследования – СО ограниченной пригодности (ОПСО), что имеет место на начальных или конечных стадиях цикла. Для распознавания ОПСО на снимках и выведения их дешифровочных признаков необходимо: 1) выделить релевантные виды ОПСО; 2) определить структуру дешифровочных признаков; 3) установить области дешифрирования; 4) определить сами признаки для разных видов объектов; 5) провести ряд экспериментов по выявлению и верификации объектов.

Строительные объекты

- Категории СО: 1) Здания – жилые, общественные, промышленные, сельскохозяйственные, складские; 2) Сооружения – транспортные, гидротехнические, хранилища, передаточные устройства и др.; 3) Строения – гаражи, трансформаторные будки, турникетные павильоны, киоски и т.п.;
- Активность СО: 1) В активном состоянии СО полноценно функционирует, то есть он выполняет социально значимые функции и в нём протекают социально значимые процессы (жилые, общественные, промышленные, инженерно-технические и др.); 2) В пассивном состоянии полноценного или вообще функционирования СО нет. В этом случае на СО воздействуют только естественные факторы окружающей среды, не экранированные ничем, что приводит в конечном счёте к самообрушению здания, сооружения в зависимости от его механизмов саморегуляции, гомеостаза (чем выше параметры прочности, тем дольше объект простоят).

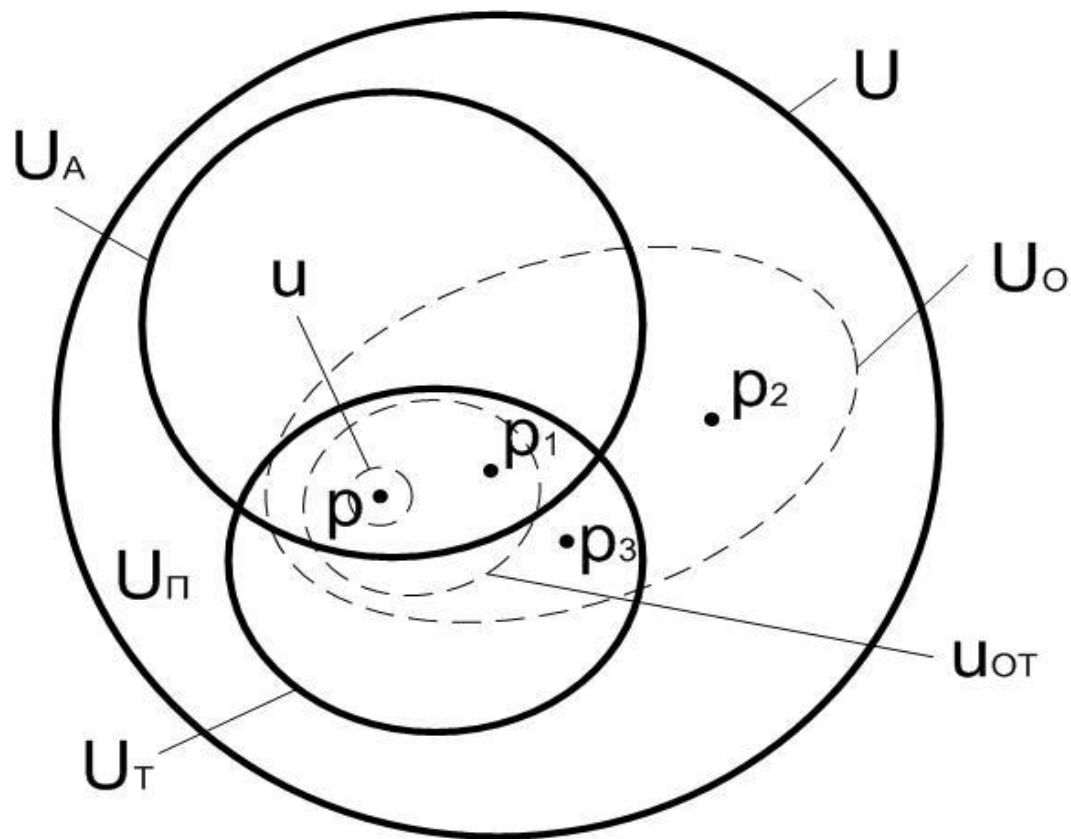
Ограниченно или полностью не функционирующие строительные объекты (ОПСО)

- Недостроенное – состояние объекта незавершённого строительства, при котором его конструирование к некоторому моменту времени приведено к определённой промежуточной стадии (строительство заморожено), то есть объект не доведён до конечного состояния, утверждённого в его проектно-технической документации;
- Аварийное – состояние объекта завершённого строительства, при котором он функционирует (качество функционирования объективно ниже, чем требуется), но при этом имеет место высокий риск возникновения местных и общего разрушений;
- Повреждённое – состояние объекта, изменённого под внешним воздействием – природным (землетрясения, наводнения, природные пожары и др.) или антропогенным (техногенные пожары и взрывы, прорывы канализационных или водопроводных труб и др.), в основном чрезвычайных событий;
- Зброшенное – состояние объекта завершённого строительства, при котором он с некоторого момента времени утратил своё функционирование.

Классификация ОПСО по данным дистанционного наблюдения



Области дешифрирования



$$U = U_A + U_{\text{П}}, u_{\text{OT}} \leq U_{\text{OT}} < U_O < U, U_{\text{OT}} = U_O U_T$$

$$p_1 < U_{\text{OT}}, p_2 < U_O - U_{\text{OT}}, p < U_{\text{OT}}, u > p, p_3 < u'_{\text{OT}}, u'_{\text{OT}} = U_{\text{OT}} - u_{\text{OT}}$$

U – всё пространство (страна, район, регион и т.д.);

U_A – активная область (с высокой вероятностью присутствия объекта);

$U_{\text{П}}$ – пассивная область (с низкой вероятностью);

U_T – технологическая область (часть пространства, покрываемая спутниковой, воздушной или наземной съёмкой);

U_O – область, включающая все объекты заданного класса (в нашем случае – классы ОПСО);

U_{OT} – объекты, которые теоретически могут быть технологически обнаружены (инструментами спутниковой, воздушной или наземной съёмки);

u_{OT} – объекты, которые фактически технологически обнаружены;

u'_{OT} – объекты, которые фактически технологически не обнаружены;

p_1 – объект, который может быть технологически обнаружен;

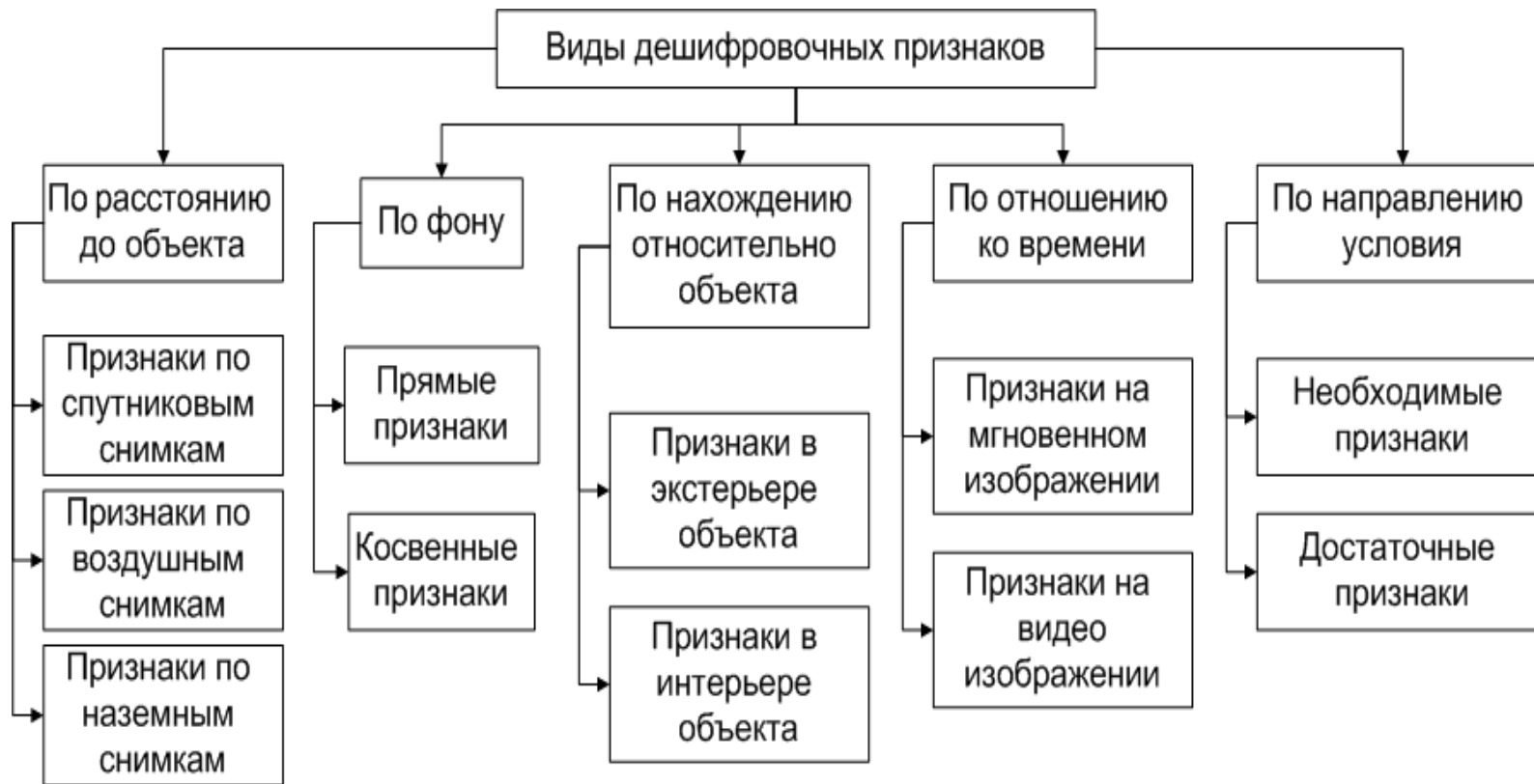
p_2 – не может;

p_3 – мимикрирующий объект;

p – обнаруженный объект;

u – окрестность объекта, в которой могут лежать другие объекты данного класса (по принципу «поиска грибов в лесу»).

Дешифровочные признаки



$$\bigvee_i \alpha_i \rightarrow p \rightarrow \bigvee_i \beta_i$$

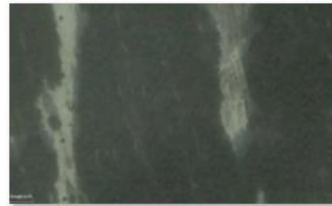
$\{\alpha_i\}$ – достаточные признаки

$\{\beta_i\}$ – необходимые признаки

Достаточные признаки – признаки, которые могут однозначно установить принадлежность объекта к определённому классу, отличающие его от объектов других классов.

Необходимые признаки – признаки, которые присущи объекту данного класса, но могут быть присущи и объектам других классов, не имеющих пересечений с этим классом.

Объекты незавершённого строительства



2010 3 27



2010 7 5



2011 4 25



2011 8 8



2011 8 16



2013 5 9



2014 6 5



2015 4 11



2016 9 26



2017 4 6



2017 5 3



2017 9 10



2018 5 12



2018 8 1



2019 5 9



2020 6 10



2020 11 9



2021 5 11



2021 6 18



2021 6 27

Фрагмент жизненного цикла ОНС «замороженного» типа
Адрес объекта – Московская область, г. Электроугли, Богородский
городской округ, мкр. Светлый, 10Б [Google-карты]

Повреждённые строительные объекты



Чрезвычайное событие – пожар
пос. Лапшинское, Волгоградская область, в период 2010-2014 гг. [Google-карты]

Аварийные строительные объекты

Основные экстерьерные дешифровочные признаки аварийных зданий

№	Признак
1	Сгнивающие деревянные конструкции (балконы, оконные или дверные наличники, приямки и др.)
2	Наличие деревянных конструкций на бетонной, кирпичной или монолитной основе
3	Наличие искусственных укреплений
4	Деформирование конструкций (наличников, несущих, облицовочных)
5	Откол отделочного покрытия, обнажение кирпича на стенах
6	Повреждения или разрушения дымоходов и труб в вентиляционной системе
7	Наличие обнажённых оконных или дверных проёмов
8	Ненадёжность закрепления конструкций (карниз или козырёк крыши, подвесное крепление балкона и т.д.)
9	Откол кусков бетона, обвал кирпичной кладки
10	Плохое закрепление электропроводки на стене
11	Повреждения или разрушения желобов или труб в водосточной системе
12	Латание участков стен или крыш (цементом, кирпичом, листовым металлом и др.)
13	Повреждения кровли крыши (шифера, черепицы, рубероида и др.)
14	Трещины на стенах и отмостках
15	Обвал участков стен и крыш
...	...

Аварийные строительные объекты



Объект p



Объект p

Аварийный объект, снятый с разных ракурсов по данным воздушной съёмки
Адрес объекта – Московская область, г. Балашиха, ул. Свободы, 10/12, мкр. Керамик [Яндекс-карты]

Заброшенные строительные объекты

Основные экстерьерные дешифровочные признаки заброшенных зданий

№	Признаки
Достаточные признаки	
1	Растительность на объекте (зарастание объекта)
2	Строительный мусор по периметру объекта
3	Частичное или полное обрушение крыши
4	Обнажение внутренности объекта (помещений)
5	Ржавые конструкции (для сооружений из металла)
6	Наличие открытых или глухих проёмов и отсутствие закрытых (оконные, дверные, арочные)
7	Частичное или полное обрушение стен
8	Наличие свалки на объекте или по его периметру
...	...
Необходимые признаки	
1	Наличие свалки в окрестности объекта, свалки на месте объекта
2	Наличие растительности по периметру объекта
3	Видимое отсутствие дорог, подведённых к объекту (ввиду их разрушения, зарастания или отсутствия)
4	Отсутствие признаков техногенной «жизни» в окрестности объекта (автомобилей, парковок и др.)
5	Наличие надписей или изображений на стенах, крыше или полу объекта
6	Загрязнение или разрушение стёкол
7	Наличие заброшенных объектов в окрестности объекта
...	...

Заброшенные строительные объекты



Спутниковая съёмка



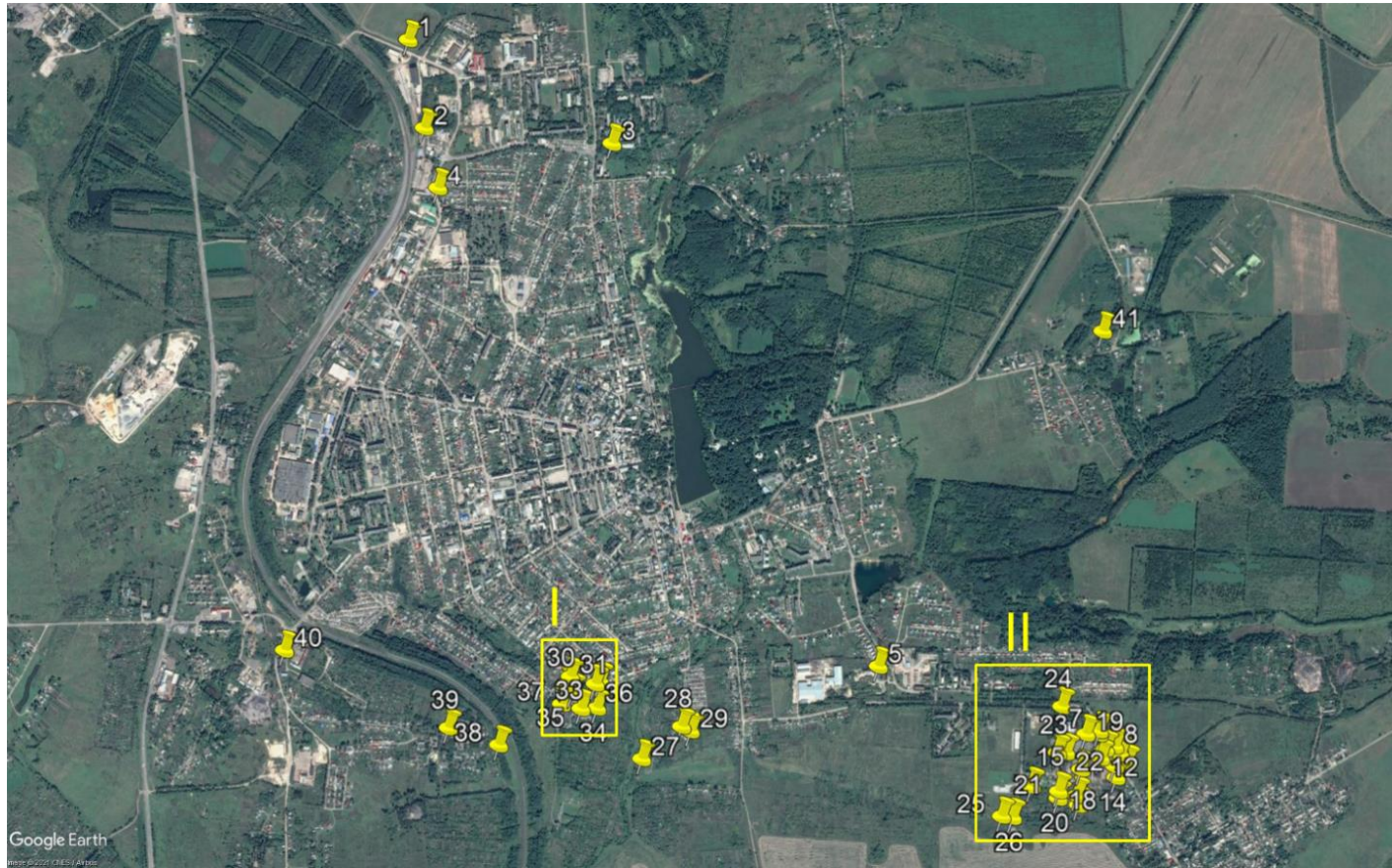
Воздушная съёмка



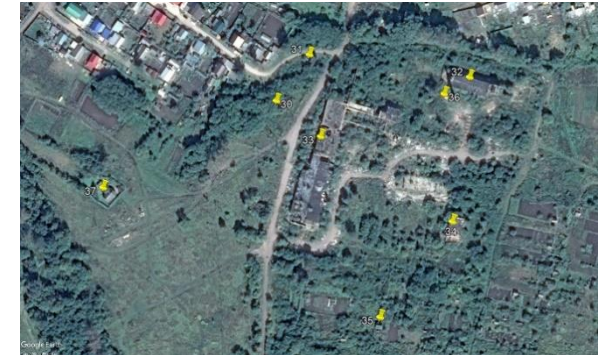
Наземная съёмка

Заброшенный объект, снятый со спутниковой, воздушной и наземной съёмки
Адрес объекта – Московская область, г. Балашиха, Кооперативная ул., 37, мкр. Железнодорожный
[Яндекс- и Google-карты]

Обнаружение заброшенных строительных объектов



г. Богородицк, Тульская область
обнаружен 41 объект [Google-карты]

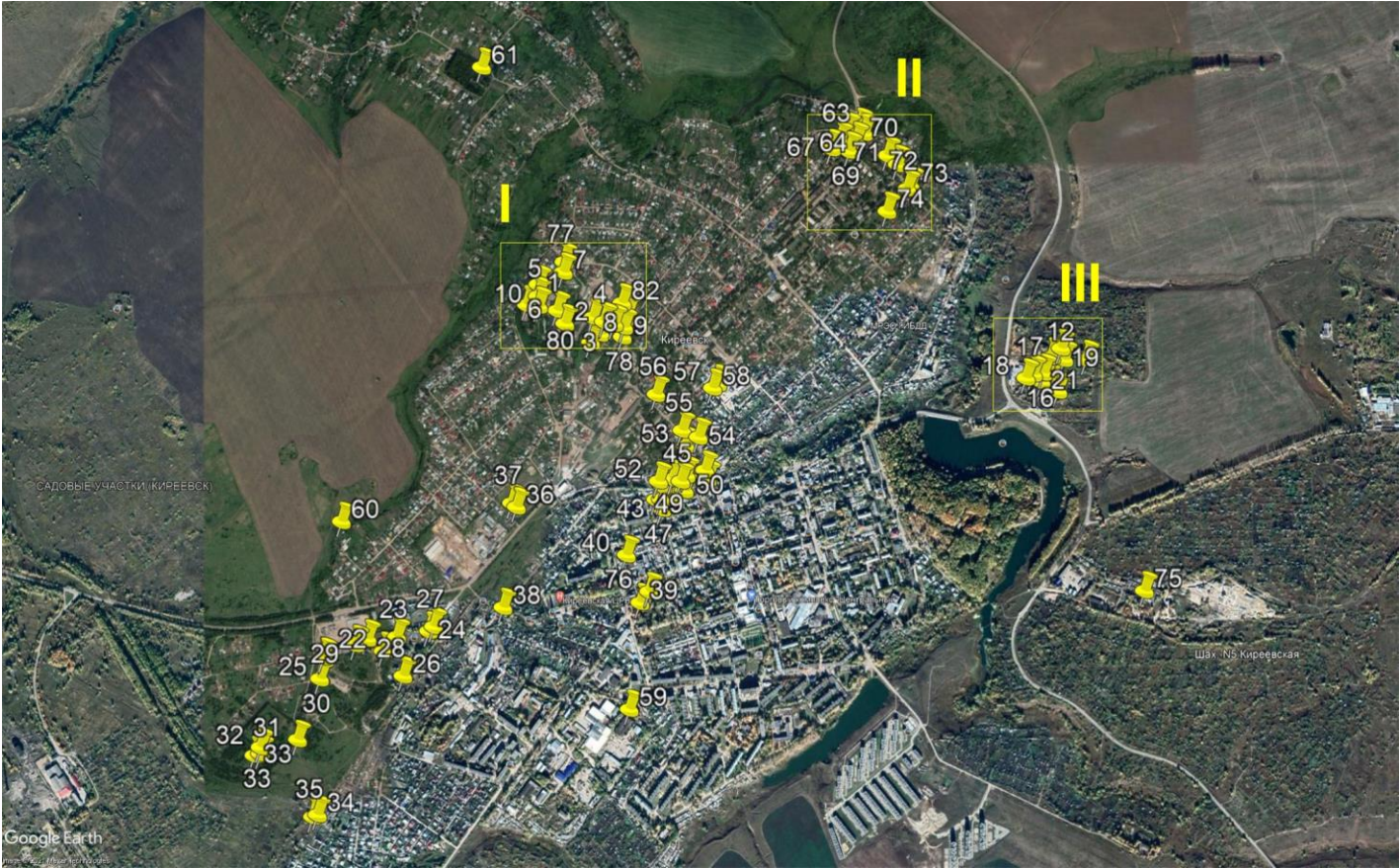


Фрагмент I



Фрагмент II

Обнаружение заброшенных строительных объектов



г. Киреевск, Тульская область
обнаружен 82 объект [Google-карты]



фрагмент I

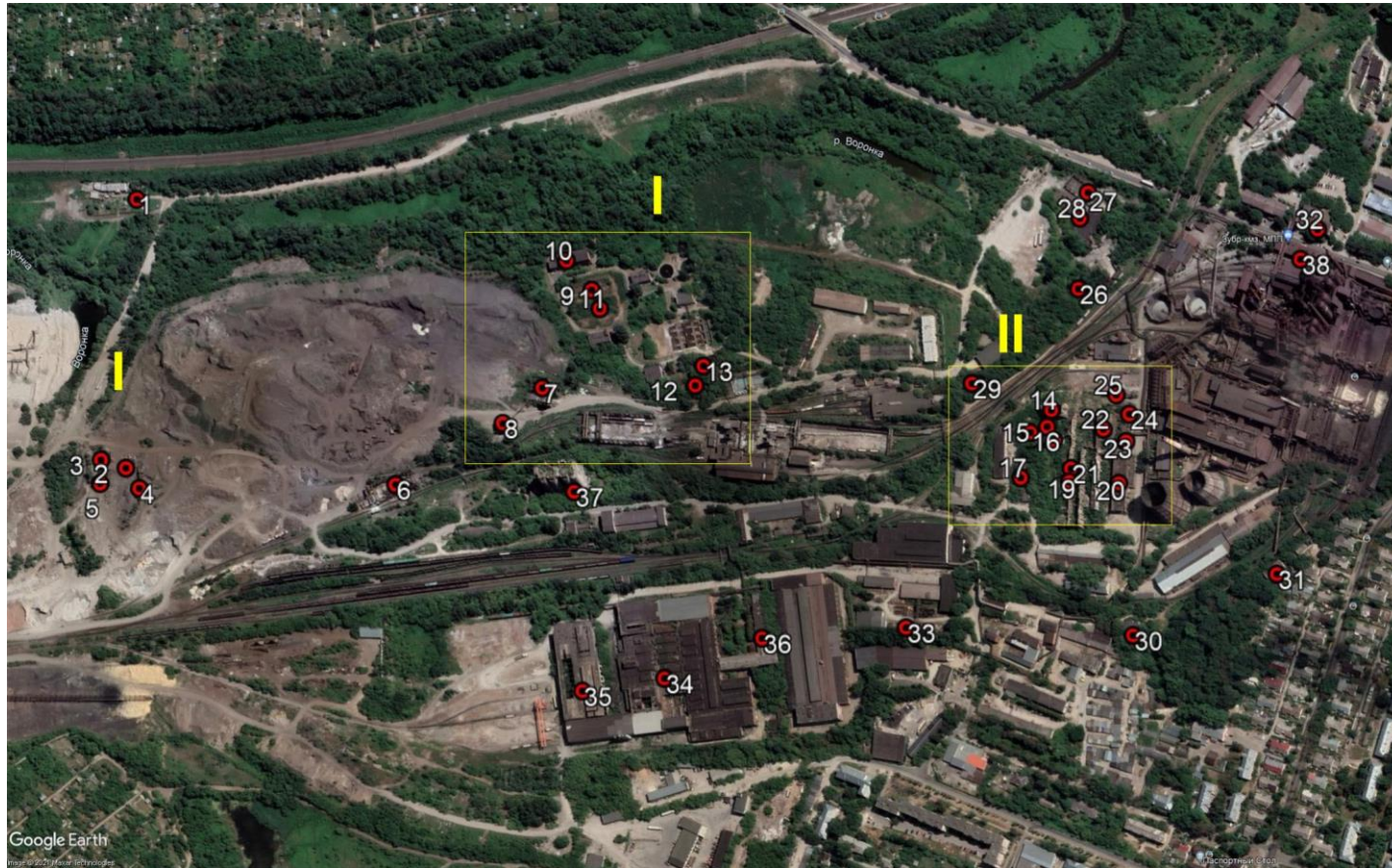


фрагмент II



фрагмент III

Обнаружение заброшенных строительных объектов



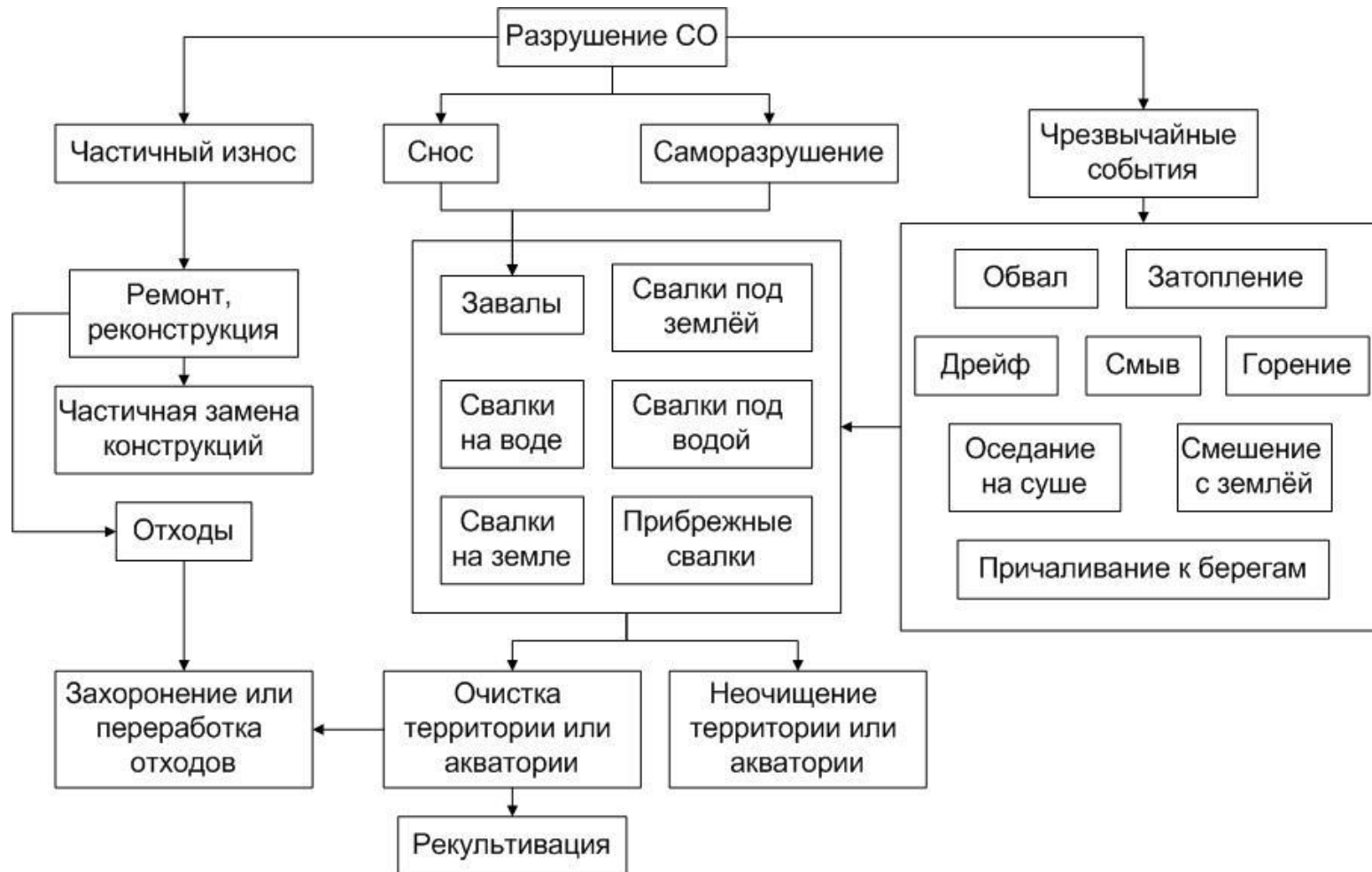
Фрагмент I



Фрагмент II

Часть промзоны Косогорского металлургического завода
пос. Косая Гора, Тульская область
[Google-карты]

Экологические аспекты ОПСО



Механизмы образования свалок от ОПСО

Завал – вид свалок, возникающих при обвале СО (при сносе, саморазрушении, землетрясении и др.).

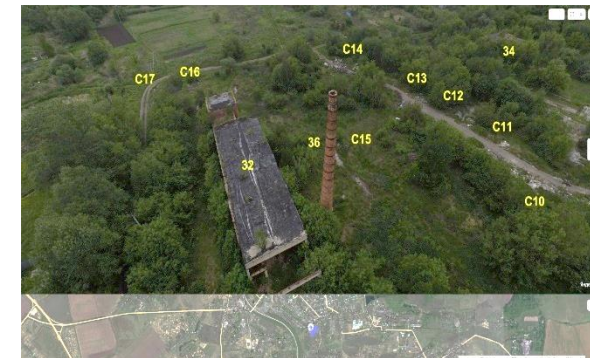
Свалки при чрезвычайных событиях:

- под землёй (при оползнях)
- на воде (при селях)
- под водой (при наводнениях)
- на земле (при половодьях)
- на берегах (при цунами)

Экологические аспекты ОПСО



Ракурс s_1



Ракурс s_2

Образование свалок при самообрушении
г. Богородицк, Тульская область
фрагмент 1 [Google-карты]

Экологические аспекты ОПСО



Образование свалок при чрезвычайном событии.
г. Тулун, наводнение 2019 г., фрагмент зоны поражения
[Google-карты]

Выводы

- В России встречается огромное множество заброшенных строительных объектов, среди которых: электрические подстанции, гидростанции, башни и градирни, мосты и железнодорожные колеи и т.д.
- С учётом актуальности экономической стагнации огромных территорий России проблема заброшенных строительных объектов более актуальна не в столичных регионах, так как финансовые потоки направляются из «центра» (столичных регионов) непропорционально и в основном по «остаточному» принципу.
- Не просто отдельные строительные объекты могут «умирать», но и образовываться целые «вымершие» или почти «вымершие» населённые пункты, ставшие жертвами экономики: заброшенные или исчезнувшие деревни, посёлки, агломерации, промышленные зоны, города-призраки. В нашей стране их очень много. Например, многие населённые пункты Тульской, Ярославской, Костромской, Вологодской, Тамбовской, Смоленской, Воронежской областей.
- Учёт, картографирование и систематизация заброшенных зданий и сооружений является важной задачей экологического мониторинга.