

Использование данных дистанционного зондирования Земли из космоса для прогнозного моделирования экологической обстановки

*Втюрин С.А. ¹,
Князев Н.А. ¹,
Палатов Ю.А. ¹,
Романенко С.Н. ²*

*1) Институт космических исследований РАН
2) Экологический центр МО РФ*

Основные разделы

- Выбор экологических событий и детектируемые параметры.
- Получение данных:
 - Возможности использования средств ДЗЗ;
 - Средства ДЗЗ;
 - Требования к источникам данных.
- Обработка данных
 - Структура системы;
 - Обработка данных;
 - Первичная обработка данных;
 - Средства хранения и представления данных.
- Примеры результатов экологических наблюдений

Перечень экологически значимых событий

- загрязнения окружающей среды в следствии пожаров.
- химическое загрязнение почвы и поверхностных вод в результате разливов нефтепродуктов
- физическое воздействие (механическое загрязнение) в том числе механическое загрязнение отходами вследствие развития свалок.
- порча природного ландшафта в части (стабиально-деструктивного) механического разрушения рельефа местности и пр.)

Параметры окружающей среды, получаемые из аэрокосмических данных для мониторинга и моделирования негативного воздействия на ОС.

№ п.п.	Экологически значимые (опасные) события	Параметры ОС аэрокосмические данные/ результаты обработки	Параметры ОС в моделях развития экологического состояния
1.1	Негативное воздействие на ОС пожаров	Координаты, площадные характеристики (форма, размеры) пожара, дымов, температурные контрасты, радиационная температура, индексы вегетации растительности/ площадь пожара;	<p>1. Источник возгорания (тип источника возгорания и его теплофизические характеристики (удельная теплота возгорания)): скрытые очаги горения в торфяниках и местах складирования отходов, разливов нефтепродуктов, в лесные массивах; координаты; температура; площадь выгоревших участков; информация о растительности (вид: хвойный, лиственный), о почве).</p> <p>2. Распределение температурного поля вокруг очага возгорания и температура самого очага горения.</p> <p>3. Информация о погоде (направление, скорость ветра, влажность, дневные и ночные температуры воздуха, прогноз).</p> <p>4. информация о рельефе (наличие преград для распространения огня (как природных, так и техногенных), учет рельефа местности;</p> <p>5. Наличие источников вторичного возгорания.</p> <p>6. Данные о состоянии и типах почв.</p> <p>7. Данные о состоянии и видовом составе растительности, о зональном распределении растительности.</p> <p>8. При взрыве нефтепродуктов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пороговые уровни теплового импульса и теплового излучения при пожаре для растительности, почв и техногенного комплекса; - вид пожара (в замкнутом объеме или открытый); - пожарная нагрузка, (количество тепловой энергии при сгорании нефтепродуктов); - интенсивность выделения тепла на пожаре (количество тепловой энергии за единицу времени (зависит от количества поступающего воздуха); - массовая скорость выгорания этих продуктов (интенсивность испарения в зоне горения); - площадь горения; - площадь пожара; фронт пожара; линейная скорость распространения горения; период развития пожара.
1.2	Негативное воздействие на ОС скрытых пожаров на свалках	температура, индексы вегетации растительности/ площадь выгоревших участков (отсутствие растительности в местах пожара); вид растительности; распределение температурного поля вокруг очага возгорания и температура самого очага горения	
1.3	Негативное воздействие на ОС торфяных пожаров		

Параметры окружающей среды, получаемые из аэрокосмических данных для мониторинга и моделирования негативного воздействия на ОС.

№ п.п.	Экологически значимые (опасные) события	Параметры ОС аэрокосмические данные/ результаты обработки	Параметры ОС в моделях развития экологического состояния
2	Загрязнение почвы нефтепродуктами	Координаты, спектральные коэффициенты яркости, температурные контрасты, радиационная температура, индексы вегетации растительности, площадные характеристики (форма, размеры)/ площадь и степени нарушения земель, растительности	<p>1. Координаты и характеристика источника загрязнения, свойства и тип загрязнителя.</p> <ul style="list-style-type: none"> - наличия нефти и нефтепродуктов; - границы зоны загрязнения; - форм и размеров пятен нефтепродуктов; - густоты пятен нефтепродуктов в баллах; - интенсивности пятен нефтепродуктов в баллах; - границ зон с различной густотой пятен; - границ распространения загрязнения льдов и степени их загрязнения в баллах; - состояния фактической гидрометеорологической обстановки. <p>- загрязнитель, т.е. тип нефтепродуктов и его свойства (дизельное топливо, керосин, бензин и др.).</p> <p>- параметры источника загрязнения (авто-, бронетехника, корабли и суда ВМФ и пр.) (Для трубопроводов: производительность, диаметр, давление и толщина стенки. Для резервуаров- диаметр, высота, вместимость и толщина стенки, наличие обвалования. Для цистерн: диаметр, высота, полезный объем и толщина стенки.</p> <p>2. Время и дата начала аварии.</p> <p>3. Оценка площади участка загрязнения.</p> <p>4. типы и состояние почвенного покрова (глина, песок, гравий), их положение в рельефе, геохимическом составе, почвенных процессах (засолении, подтоплении, дефляции, эрозии), степени деградации (истощение, физическое разрушение, химическое загрязнение).</p> <p>5. Геоботанические исследования: повреждение, изменение видового состава, уменьшение проективного покрытия и продуктивности.</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеристика типов зональной и интерзональной растительности в соответствии с ландшафтной структурой территории, их распространение, функциональное значение основных растительных сообществ; - состав, кадастровая характеристика, использование лесного фонда; - типы, использование и состояние естественной травянистой и болотной растительности. <p>6. Литолого-генетическое строение грунта (геологическое строение территории), наличие водоносных горизонтов, условия залегания, распространения и естественная защищенность этих горизонтов; состав, фильтрационные и сорбционные свойства грунтов зоны аэрации и водовмещающих пород, глубину залегания первого от поверхности водоупора, наличие гидравлической взаимосвязи между горизонтами и с поверхностными водами.</p> <p>7. Наличие поверхностных водоемов- ручьи, реки, озера, пруды.</p> <p>8. Рельеф территории или морфологическая структура местности, учет поверхностного стока с территории, наличие дренажных канав.</p> <p>9. Гидрометеорологический прогноз: температура воздуха, осадки и т.д.</p>

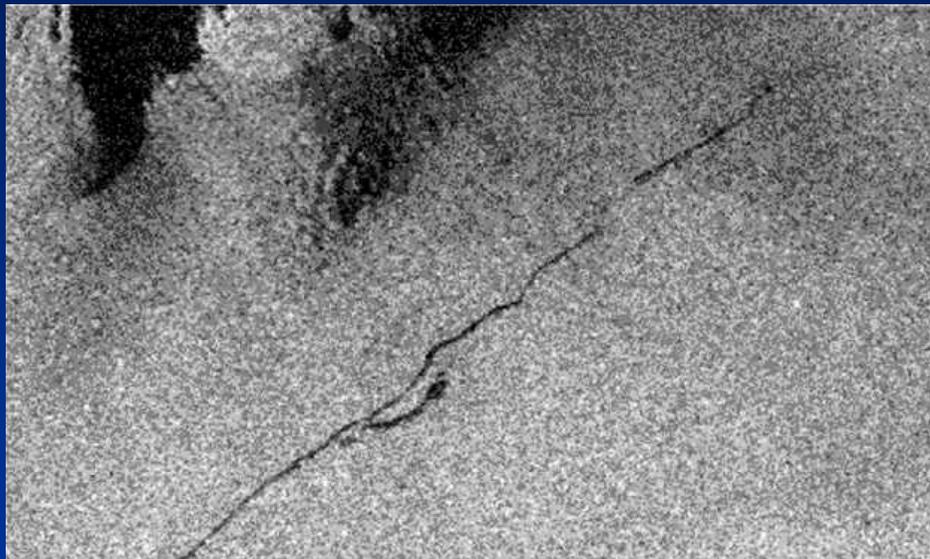
Параметры окружающей среды, получаемые из аэрокосмических данных для мониторинга и моделирования негативного воздействия на ОС.

№ п.п.	Экологически значимые (опасные) события	Параметры ОС аэрокосмические данные/ результаты обработки	Параметры ОС в моделях развития экологического состояния
3	Загрязнение водной поверхности нефтепродуктами	Координаты, спектральные коэффициенты яркости, температурные контрасты, радиационная температура, цветность вод, структура волнения (для PCA) площадные характеристики (форма, размеры)/ площадь и степень загрязнения водной поверхности, структура волнения, толщина и возраст нефтяных пленок (для PCA)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технические параметры источника загрязнения (вид нефтепродукта, условия поступления нефтепродуктов в водный объект). 2. Физико-химические свойства загрязнителя (нефтепродукта): вязкость, силы поверхностно натяжения, растворимость, плотность, температура кипения компонентов). 3. Время, дата аварии. 4. Координаты мест загрязнения, площадь, толщина пленки нефтепродуктов. 5. Гидрологическая обстановка (тип водной поверхности, ее свойства: температура воды, кинематическая вязкость воды, способность водоема к самоочищению, течение и прилив, водородный показатель, процентное содержание соли). Гидрохимические показатели: - температура, °C; - цветность; - прозрачность, см; - запах; - баллы; - концентрация растворенных в воде газов - кислорода, двуокиси углерода, мг/дм³ (мг/л); - концентрация взвешенных веществ, мг/дм³; - водородный показатель (pH); - окислительно-восстановительный потенциал (Eh), мВ - концентрации главных ионов- хлоридных, сульфатных, гидрокарбонатных, кальция, магния, натрия, калия, сума ионов, мг/дм³ (мг/л); - химическое потребление кислорода, мг/дм³; - биохимическое потребление кислорода за 5 суток, мг/дм³; концентрация биогенных элементов- аммонийных, нитритных и нитратных ионов, фосфатов, железа общего, кремния, мг/дм³; - концентрации широко распространенных загрязняющих веществ- нефтепродуктов, СПАВ, летучих фенолов, пестицидов, соединений металлов, мг/дм³. 6. Метеорологическая обстановка: скорость, направление ветра, температура воздуха в местах разлива, влажность, солнечная активность, сезон года. 7. структура отложений и геологические строение прибрежных террас (механический состав и фильтрационные свойства почвогрунтов, конфигурацию береговой линии). 8. Структура и состояние фитопланктона, наличие сине-зеленых водорослей, состав прибрежной флоры.

Параметры окружающей среды, получаемые из аэрокосмических данных для мониторинга и моделирования негативного воздействия на ОС.

№ п.п.	Экологически значимые (опасные) события	Параметры ОС аэрокосмические данные/ результаты обработки	Параметры ОС в моделях развития экологического состояния
4	Загрязнение ОС вследствие развития свалок	Координаты, спектральные коэффициенты яркости, температурные контрасты, радиационная температура, индексы вегетации растительности, площадные характеристики (форма, размеры)/ площадь и степени нарушения земель, растительности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Состояние и состав техногенных элементов ландшафта и инфраструктуры. 2. Состояние и виды растительности. 3. Состояние и состав почвенного покрова. свойства самого загрязнителя, но и его способность воздействия на растительность. 4. Данные о рельефе территории, учет поверхностного стока; 5. Гидрогеологическое строение территории (в том числе учет глубины залегания грунтовых вод). 6. Результаты газогеохимических исследований (по возможности)- выход биогаза на поверхность. (детализация параметров- см. выше)
5	Нарушение почв вследствие механического воздействия	То же+ площадь опустынивания	<ol style="list-style-type: none"> 1. Координаты, дата и характеристика источника нарушения (вид, свойства). 2. Типы и состояние почвенного покрова, наличие дернового слоя, содержание гумуса; 3. геоморфологическое строение местности, формирование поверхностного стока, глубина залегания подземных вод и наличие поверхностных водоемов; 4. Метеорологическая характеристика района; 5. Структура техногенной составляющей ландшафта. (детализация параметров- см. выше)

Радиолокационный спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений в прибрежной зоне российских морей



фрагмент Envisat ASAR изображения (вертикальная поляризация), полученного 02.11.04 над акваторией Балтийского моря к востоку от южной оконечности о. Эланд. Нефтяное загрязнение, причиной которого является выброс нефтепродуктов с движущегося корабля, имеет протяженность в длину около 32 км.

(По материалам О. Лавровой)

фрагмент Envisat ASAR изображения (вертикальная поляризация), полученного 02.11.04 над акваторией Балтийского моря к востоку от южной оконечности о. Эланд. Нефтяное загрязнение, причиной которого является выброс нефтепродуктов с движущегося корабля, имеет протяженность в длину около 32 км.

(По материалам О. Лавровой)



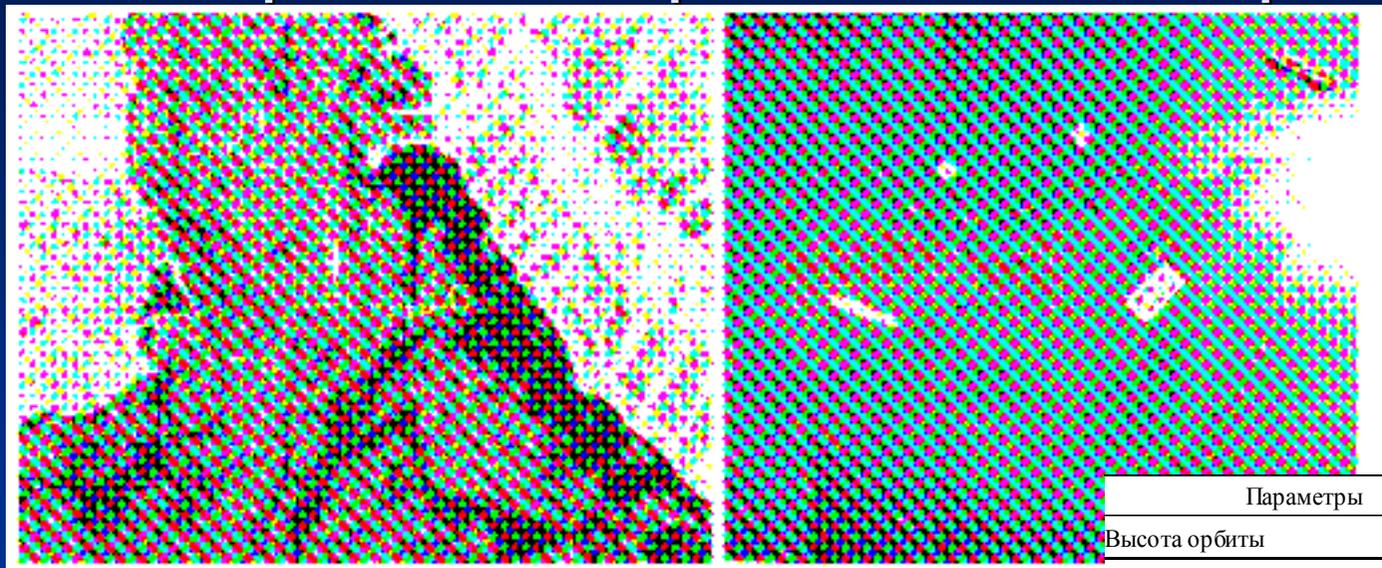
Возможность оценки количества загрязняющего вещества для случая загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами



Расчетные характеристики аварийных разливов нефтепродуктов в безветренную погоду за 2-часовой интервал времени (по В.Н. Молчанову, 2000)

Нефтепродукт	Радиус пятна при объеме разлива от 0,1 до 10000 м ³ , м	Скорость растекания при температуре воды 0 и 20 ⁰ С, м/с
Мазут	7-2155	0,001-0,3
Дизельное топливо	16-5154	0,002-0,7
Бензин	19-5894	0,003-0,8

Использование методов микроволнового дистанционного зондирования для выявления нефтяных загрязнений на морской поверхности



Сведения о спутниковых радиолокаторах с синтезированной апертурой.

Параметры	"Алмаз"	ERS-1/2	RADARSAT
Высота орбиты	300-370 км	785 км	793-821
Наклонение орбиты	73°	98,5°	98,6°
Частота зондирующего сигнала	3,1 ГГц	5,3 ГГц	5,3 ГГц
Длина волны зондирующего сигнала	9,6 см	5,7 см	5,7 см
Поляризация	<i>HH</i>	<i>VV</i>	<i>HH</i>
Импульсная мощность передатчика	190 кВт	4,8 кВт	5 кВт
Длительность импульса	0,07-0,1 мкс	37 мкс	42 мкс
Частота повторения импульсов	3000 Гц	1640-1720 Гц	1270-1390 Гц
Ширина полосы обзора по наземной дальности	30-60 км	100 км	до 500 км
Отношение сигнал/шум	Ю дБ	8 дБ	
Некогерентное накопление	нет	3-кратное	1-, 2-, 4-, 8-кратное
Разрешающая способность - по азимуту - по наземной дальности	22 м 25 м	25 м- 25 м	до 9 м- до 9 м
Угол падения в середине полосы обзора	17-62°	23°	10-60°

Разлив нефтепродуктов с танкера «The Georgios III» 7 августа 2004.

Envisat ASAR изображение (а) Цемесской бухты получено через 12 часов после оптической съемки с вертолета (б). G -

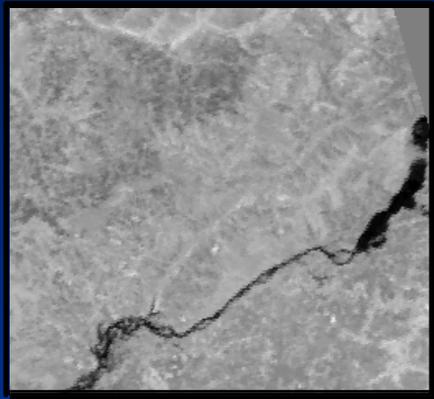
положение танкера «The Georgios III»;

- зона распространения пленок нефтепродуктов интенсивностью 3-4 балла;

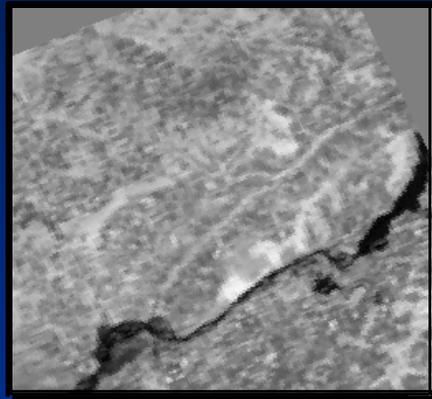
- зона распространения пленок нефтепродуктов интенсивностью 5 баллов.

Оптическое изображение с вертолета любезно предоставлено Специализированным центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей.

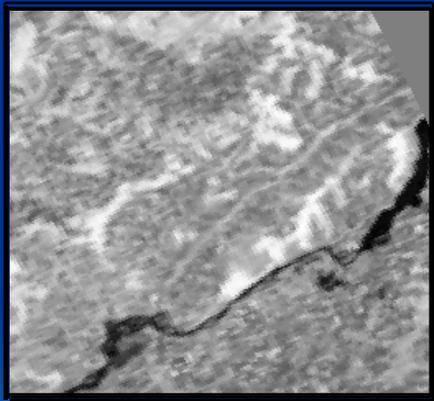
Спутниковый мониторинг экологической обстановки в районе г. Шиханы



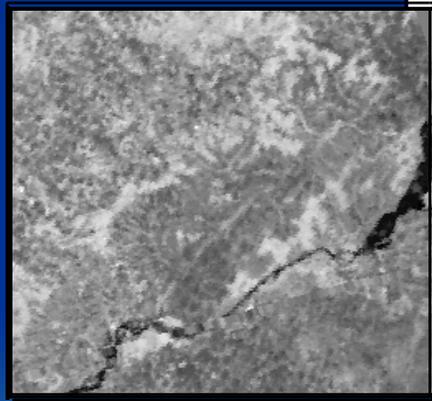
январь



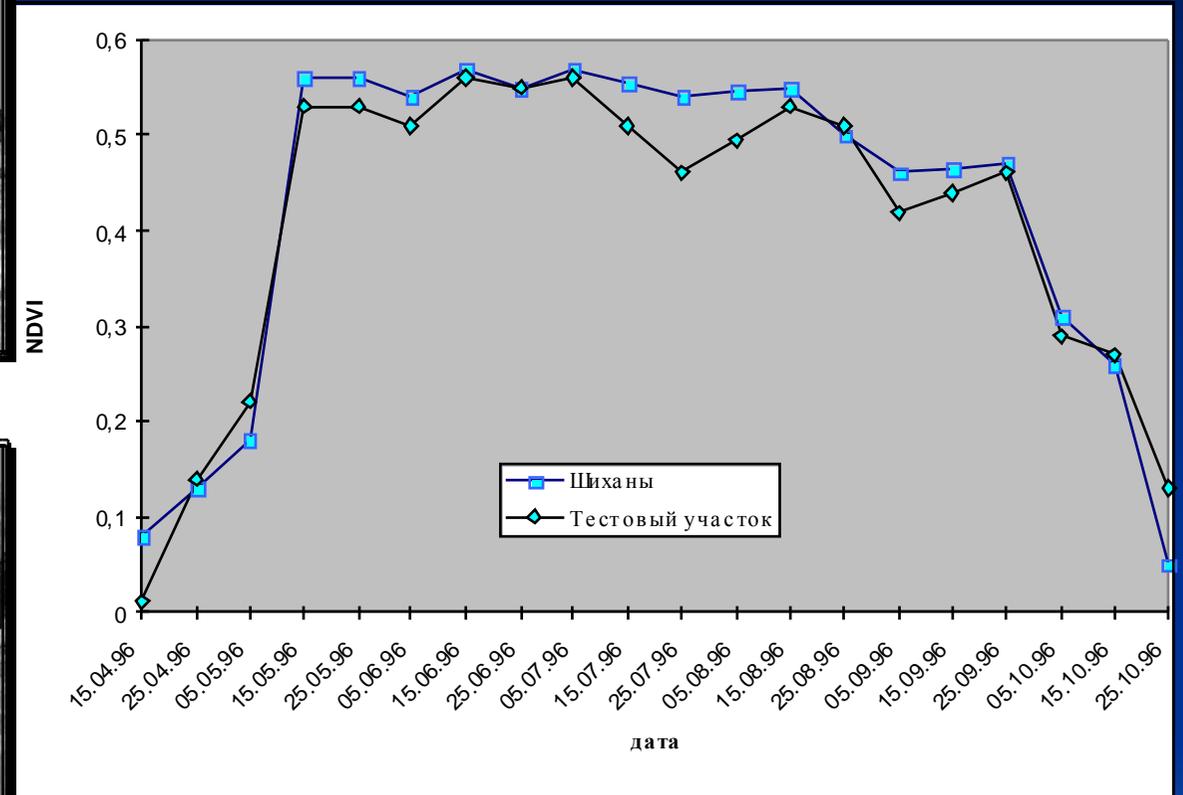
конец апреля



май



конец сентября



Примеры изображений вегетационного индекса наблюдаемых районов в различные времена года.

Пример использования космических снимков



район Сиверский

снимки высокого разрешения
получены из GoogleEarth.
Вверху - обзорный.
Слева - фрагмент. Видны
нарушения рельефа.

Пример использования космических снимков



Район Сиверский. Отображение в ГИС «Интеграция»
Источник: Landsat. 2002 год
Два растровых слоя (показан разрез по более позднему)

Ресурс-ДК1: ТТХ и примеры

Первая спектрональная съёмка, цветосинтезированное изображение,
Измир, Турция, 25.06.2006, время съёмки 09:36:06, угол крена 6 град. 12 мин.

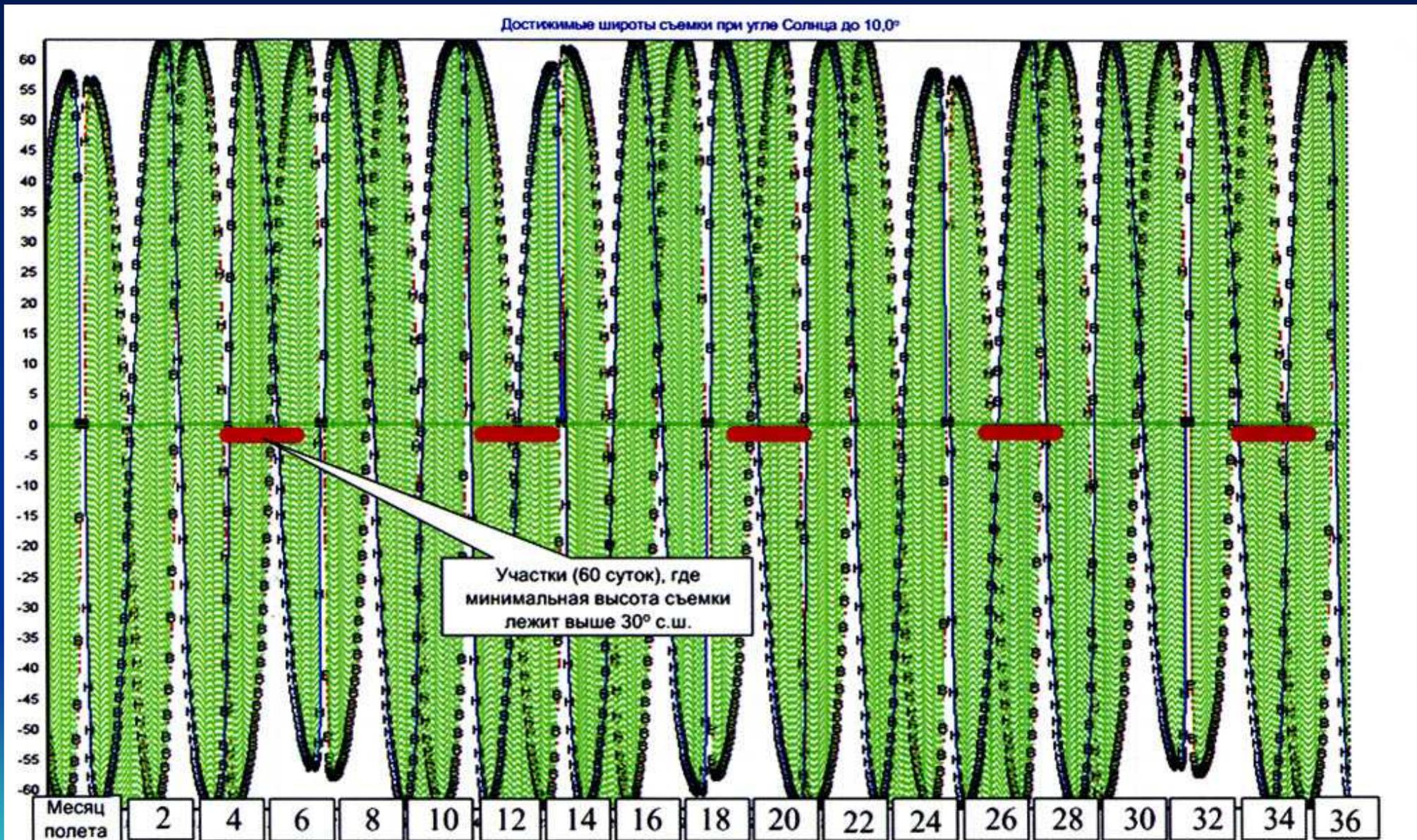


Ресурс-ДК1: ТТХ и примеры



Характеристика, параметр	Значение
Разрешение на местности при съемке с высоты $H = 360$ км в надире, м	
в панхроматическом диапазоне	$\geq 1,0$
в узких спектральных диапазонах	до 3,0
Спектральные диапазоны, мкм:	
панхроматический диапазон	от 0,58 до 0,8
в узких спектральных диапазонах	от 0,5 до 0,6
	от 0,6 до 0,7
	от 0,7 до 0,8
Количество диапазонов, снимаемых одновременно	до 3
Полоса захвата с $H = 360$ км (при съемке в надир), км	до 28
Скорость передачи данных по радиолинии, Мбит/с	150, 300
Оперативность передачи информации, ч	
при съемке в пределах радиовидимости ППИ	Реальный масштаб времени (РМВ)
при глобальном наблюдении с использованием бортового запоминающего устройства при передаче информации на один ППИ	от РМВ до 13 ч
Максимальная суточная производительность, млн. кв. км	до 1,0
Протяженность маршрутов в съемки, км	от 15 до 2000
Наклонение орбиты, град	70,0
Срок активного существования КА, год	3
Масса КА, кг	6570

Ресурс-ДК1: достижимые широты съёмки при угле солнца до 10°



Динамика освещенности подстилающей поверхности в процессе полета КА «Ресурс-ДК1» (типовой вариант).

Состав средств сбора информации

Под средствами сбора информации подразумевается перечень:

- аппаратуры дистанционного зондирования;
- наземных средства сбора данных, в том числе для отбора проб;
- наземные и морские посты экологического мониторинга;
- отчетные материалы по состоянию окружающей среды в различных регионах страны.

Требования к дистанционным средствам сбора информации, обеспечивающим представление исходных данных для моделирования отобранных событий

№ п/п	Экологически значимое неблагоприятное событие	Индикаторные признаки		Способ определения (физические принципы)	Информативные длины волн э/м спектра (спектральный диапазон), мкм	Рекомендуемое ЛРМ, м	Требуемое средство регистрации и сбора ДДЗ
		прямые	косвенные				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Загрязнение земли (п.2 Перечня событий...) в результате стрельб и бомбометаний	форма геометрически неопределенная, компактная; цвет зависит от подстилающей поверхности, весь контур изображается одним цветом, структура однородная котловинообразная	приуроченность к военному полигону, аномальные физические изменения поверхности почв и растительного покрова	видео- и фотосъемка	0,45-0,65	до 1	цифровой цветной фотоаппарат с ЛРМ до 1 м при высоте съемки 3000 м
2	Загрязнение почвы отходами производства и потребления (п.3 Перечня событий...)	форма неопределенная для несакц., в основном прямоугольная для санкц., компактная; размеры от 2 м ² до 0,5 км ² , вкл. санкционированные полигоны хранения отходов; спектральные признаки зависят от морфологии отходов - выделяется светлым и светло-серым фототонем; структура пятнисто-зернистая	приурочены к населенным пунктам, воинским частям и рекреационным зонам; возможна деградация и повреждение растительного покрова по периметру свалки	видео- и фотосъемка, ИК радиометрия	0,45-0,65 8-14	до 1	цифровой цветной фотоаппарат с ЛРМ до 1 м при высоте съемки 3000 м, ИК сканер
3	Загрязнение почвы нефтепродуктами (п.3 Перечня событий...)	форма (геометрически неопределенная, компактная), выделяется темным фототонем на цветных изображениях и светлым на тепловых ИК изображениях в теплое время года	приурочены к потенциальным источникам загрязнения окр. ср. н/п (базы горючего, мазутные хозяйства котельных, пункты перевалки н/п и т.п.); возможно деградация древесной растительности в местах пролива н/п	видео- и фотосъемка, ИК радиометрия	0,45-0,65 8-14 (или 0,7-1,1)	до 0,5	цифровой цветной фотоаппарат с ЛРМ до 1 м при высоте съемки 3000 м, ИК сканер
4	Загрязнение поверхностных вод нефтепродуктами (п.4 Перечня событий...)	форма, размер, спектральные характеристики и фототон нефтяных пятен определяется в соответствии с ПОПС ВМФ, в основном ярко радужные разводы или темный фототон	исчезновение отдельных видов гидрофитов, появление зон развития сине-зеленых водорослей	видео- и фотосъемка, ИК радиометрия	0,45-0,65 0,7-1,1 8-14	до 1	цифровой цветной фотоаппарат с ЛРМ до 1 м при высоте съемки 3000 м, ИК сканер

(продолжение)

№ п/п	Экологически значимое неблагоприятное событие	Индикаторные признаки		Способ определения (физические принципы)	Информативные длины волн э/м спектра (спектральный диапазон), мкм	Рекомендуемое ЛРМ, м	Требуемое средство регистрации и сбора ДДЗ
		прямые	косвенные				
1	2	3	4	5	6	7	8
5	Загрязнение леса при пожаре (п.5 Перечня событий...)	участки загрязнения характеризуются изменением спектральных признаков лесного массива в результате повреждения древостоя - повышение отражения в красном и бл. ИК по сравнению с незагрязненными	участки возгорания природного и антропогенного характера, дымовой шлейф от пожаров, наличие тепловой аномалии	видео- и фотосъемка, ИК радиометрия	0,45-0,65 0,7-1,1 8-14	до 1	цифровой цветной фотоаппарат с ЛРМ до 1 м при высоте съемки 3000 м, ИК сканер
6	Загрязнение атмосферного воздуха аэрозолями (п.6 Перечня событий...)	форма дымового шлейфа вытянутая, выделяется сплошной структурой, полностью закрывая изображение территории, или размытостью, частично нарушающей изображение; светлым и светло-серым фототонем на цифровых цветных и тепловых изображениях, темным – на изображениях в бл. ИК диапазоне э/м спектра	приуроченность к урбанизированным ландшафтам, промышленным застройкам; деградация и повреждения лесного покрова по направлению дымового шлейфа; изменение отражательной способности снежного покрова	видео- и фотосъемка, ИК радиометрия	0,45-0,65 0,45-0,65 0,7-1,1 (или 8-14)	до 1	цифровой цветной фотоаппарат с ЛРМ до 1 м при высоте съемки 3000 м
7	Порча природного ландшафта в части стац.-дест. воздействия (п.7 Перечня событий...)	линии неправильной формы для нелинейной эрозии, чередование светлых пятен смытых почв на возвыш. участках и темных пятен намытых почв в понижениях для плоскостной эрозии; светлые пятна выдувания почв, вытянутые по направлению ветра для дефляции	эрозионные формы микрорельефа местности, отсутствие растительного покрова в местах локализации эрозии	видео- и фотосъемка, ИК радиометрия	0,45-0,65 8-14	до 1	цифровой цветной фотоаппарат с ЛРМ до 1 м при высоте съемки 3000 м, ИК сканер
8	Уничтожение леса по причине пожара (п.8 Перечня событий...)	границы выгоревших участков неровные, чаще всего клиновидные; выделяются темно-серым или темным тоном, наличием обгоревших пород деревьев или их полным отсутствием; в теплый период года на изображениях ИК диапазона э/м спектра выделяются светлым фототонем, соответствующим повышенному температурному полю	участки возгорания природного и антропогенного характера, дымовой шлейф, наличие тепловой аномалии	видео- и фотосъемка, ИК радиометрия	0,45-0,65 0,7-1,1 8-14	до 1	цифровой цветной фотоаппарат с ЛРМ до 1 м при высоте съемки 3000 м, ИК сканер

Общая структурная схема средств сбора обработки и представления информации, обеспечивающим представление исходных данных для моделирования экологических событий



Определяются значения классификационных признаков по выбранным тестовым участкам для загрязнения акваторий нефтепродуктами



Class 'нефтепродукты' Statistics

Original class statistics are listed.

Number of training pixels = 7050, Number of training fields = 1

Channel	r	g	b
Mean	85.4	94.9	116.5
Standard Deviation	12.0	11.6	10.6

Class 'условно чистая водная поверхность' Statistics

Original class statistics are listed.

Number of training pixels = 6800, Number of training fields = 1

Channel	r	g	b
Mean	66.5	77.7	101.6
Standard Deviation	2.5	2.1	2.4

Correlation Matrix

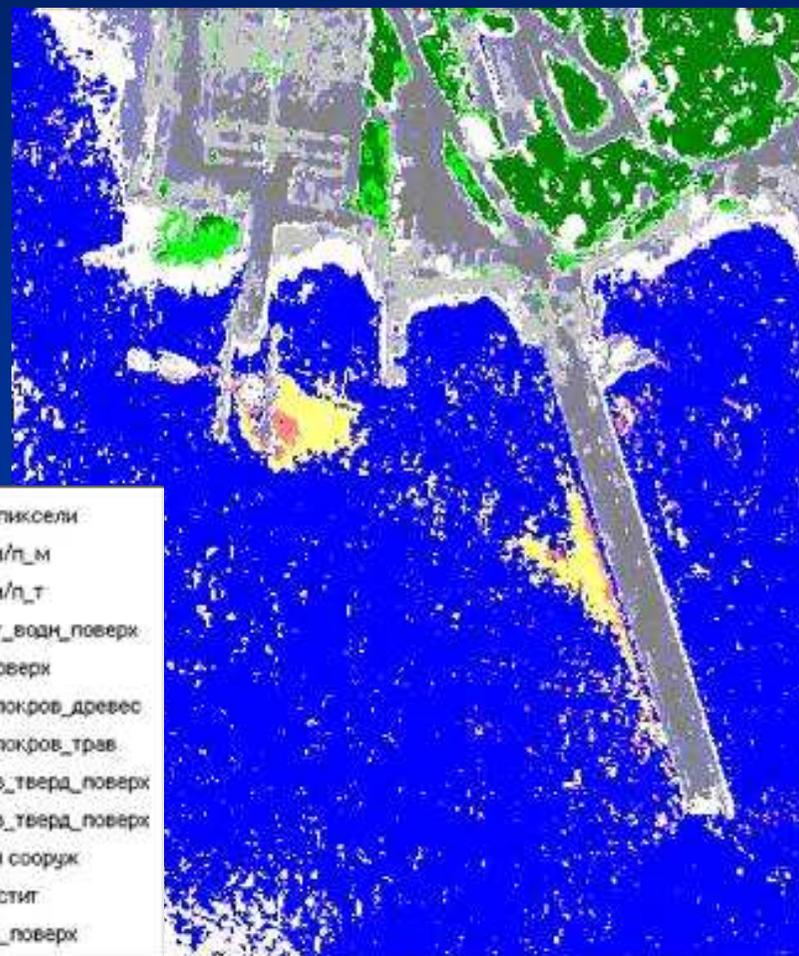
	r	g	b
r	1.00		
g	0.89	1.00	
b	0.94	0.98	1.00

Соответствие данным визуального обследования	Внешний вид пятна	Толщина пленки нефти, мм	Количество нефти, л/кв.м
Незначительные изменения (загрязнения)	Заметно с трудом, появление отдельных пятен	$3,94 \cdot 10^{-3}$ – $7,88 \cdot 10^{-3}$	$3,87 \cdot 10^{-3}$ – $7,85 \cdot 10^{-3}$
	Серебряный блеск поверхности	$7,88 \cdot 10^{-3}$ – $78,8 \cdot 10^{-3}$	$7,85 \cdot 10^{-3}$ – $78,54 \cdot 10^{-3}$
Значительные изменения (загрязнения)	Яркие полосы, блестящие цветные пятна	$78,8 \cdot 10^{-3}$ – 0,2	$78,54 \cdot 10^{-3}$ – 0,199
	Тусклая окраска, мутный цвет	0,2 – 0,49	0,199 – 0,49
	Темная окраска	0,49 – 1,5	0,49 – 1,5

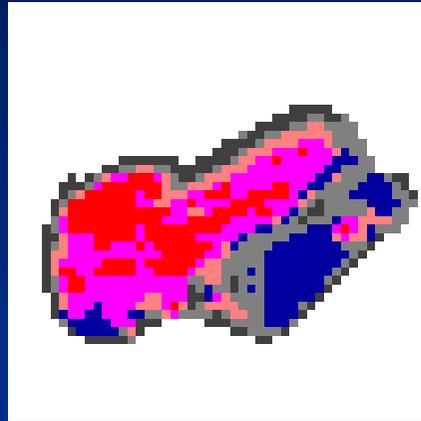
На основе выбранных признаков проводится классификация

Рисунок 3.4 - Изображение ЦЦФ,
загрязнение акватории НП по причине
утечек с затопленного судна

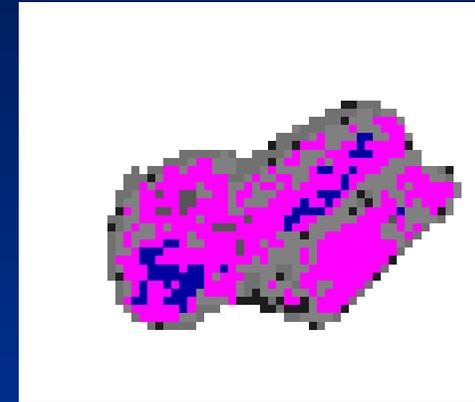
Результаты работы алгоритма
MaxLike в ПК MultiSpecW32
(число нерас-клас.пикс. 2%)



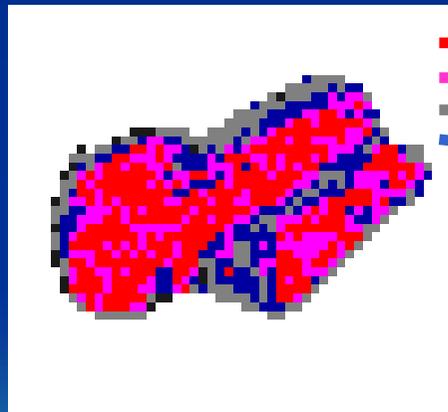
Определяются значения классификационных признаков по выбранным тестовым участкам для загрязнения почвы на примере свалок



fuzzy



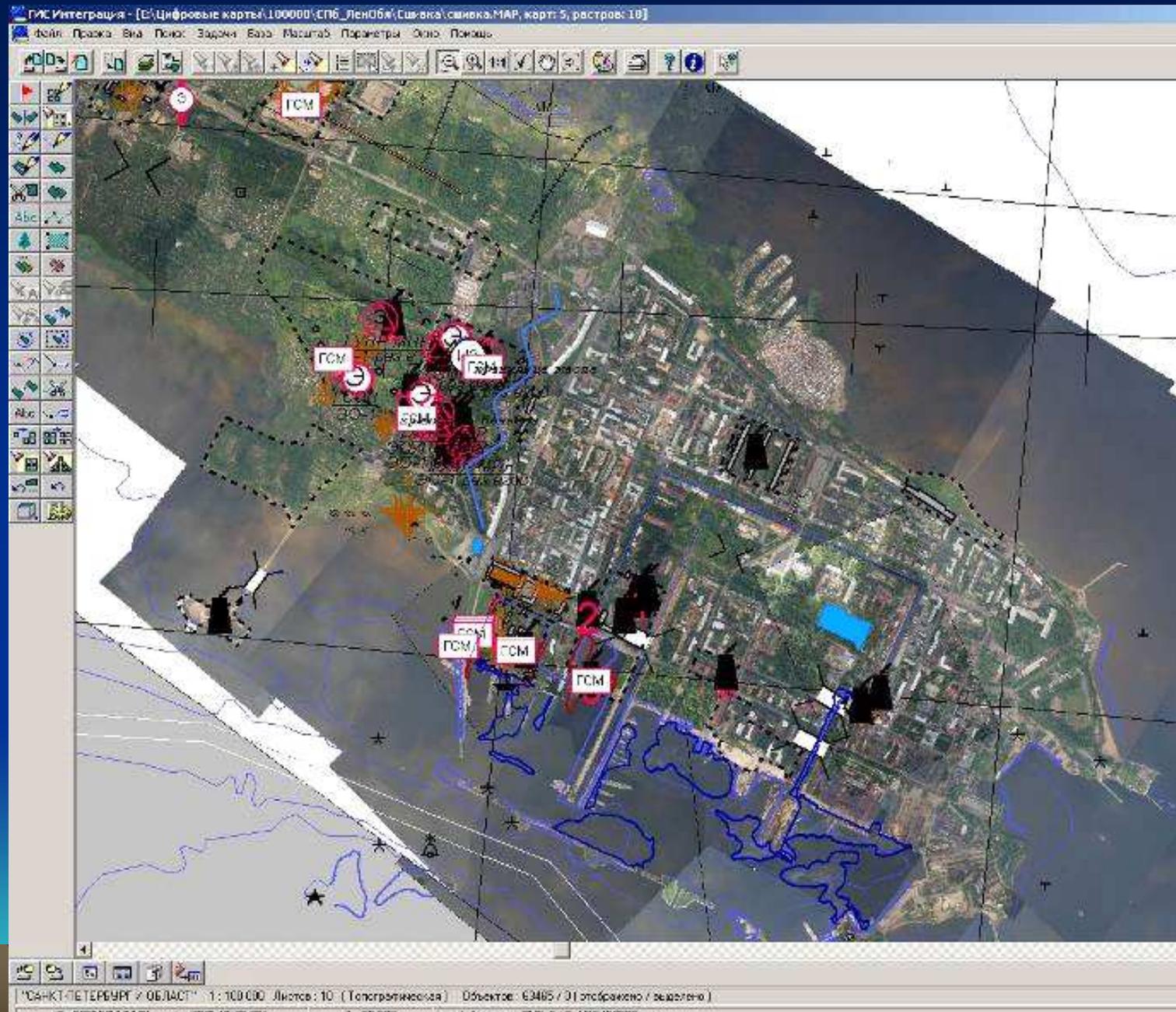
ISO data



k-means

- рабочая карта
- отходы, укатанные с грунтом
- участок, рекультивир ованный в 2004г

Использование ГИС в процессе сбора и анализа разнородной информации о состоянии окружающей среды



Использование ГИС в процессе сбора и анализа разнородной информации о состоянии окружающей среды

База данных для карты - E:\Цифровые карты\100000\СПб_Ленобл\Сшивка\сшивка.MAP

Таблица: Карта Поиск и фильтрация Сервис Печать отчета Помощь

отходы.DBF

E	A	B	C	G
источник образования отходов	перечень образования отходов	класс опасности	меры предотвращения загрязнения	технологический процесс
школа с казармой	T60	4	сборка в урны и вывоз на MBX	жизнедеятельность людей
Служба теплохозяйства	шлам очистки трубопроводов и ёмкостей, обтирочный мат	3,4,5	сборка и вывоз в MBX	защитка ёмкостей хранения мазута,
школа с казармой	T60	4	сборка в урны и вывоз в MBX	жизнедеятельность людей
Камбуз-столовая	отходы из жиротделителей, содержащие растительные ж	4,5	сборка в урны и вывоз в MBX	защитка жиротделителя, приготоле
Медчасть	T60, отработанный перевязочный материал, отходы медп	4	обезжиривание, сборка в урны и вы	жизнедеятельность госпитализиров
Клуб	T60	4	сборка в урны и вывоз на MBX	жизнедеятельность людей
Административные и хозяйственные котельная	ртутные лампы, люминисцентные ртутьсодержащие трубки	1,4,5	сборка в урны и отправка на MBX	замена перегоревших ламп, жизнеде
Административные и хозяйственные гараж	обтирочный материал, загрязнённый маслами, бой шлам	4,5	сборка в урны и вывоз на MBX	обслуживание оборудования, замене
Административные и хозяйственные	канализационные отходы, T60, ртутные лампы, люминис	1,4	сборка в металлические ёмкости, у	замена перегоревших ламп, жизнеде
Административные и хозяйственные	обтирочный материал, загрязнённый маслами	4	сборка в металлические ёмкости и	обслуживание оборудования
Административные и хозяйственные	мусор промышленный, канализационные отходы, лом чёр	1,4,5	сборка в металлические ёмкости, у	жизнедеятельность работников, скл
Административные и хозяйственные	ртутные лампы, люминисцентные ртутьсодержащие трубки	1,4,5	сборка в металлические ёмкости, у	замена перегоревших ламп, жизнеде
Склады	T60, обьём рабочей, лом чёрных металлов, резиновые изд	4,5	сборка в урны и вывоз на MBX	жизнедеятельность людей, списание
Гараж	обтирочный материал, загрязнённый маслами	4	сборка мусора и вывоз на MBX	обслуживание оборудования
Казарма	T60	4	сбор в урны и вывоз на MBX	жизнедеятельность людей, складска
Административные и хозяйственные	ртутные лампы, люминисцентные ртутьсодержащие трубки	1,4,5	сбор в урны и вывоз в MBX	замена перегоревших, ртутьсодержа
склады	T60	4	сборка в урны и отправка на MBX	жизнедеятельность людей, складска
Столовая-камбуз	отходы из жиротделителей, пищевые отходы кухни	4	сборка в урны и отправка на MBX	защитка жиротделителя, приготоле
Санчасть	T60, отходы медпункта, отработанный перевязочный мат	4	сбор в урны и вывоз на MBX	медицинское обслуживание, жизнеде
Ремонтная мастерская	обтирочный материал, загрязнённый маслами, мусор про	4,5	сбор в мешки, коробки, урны и отпр	замена отработанных абразивных кр
Административные и хозяйственные	ртутные лампы, T60, канализационные отходы, смёт сте	1,4		защитка канализационных колодцев
Казарма	T60	4		жизнедеятельность людей,
Клуб	T60	4		жизнедеятельность людей,
Продовольственный склад	T60, обтирочный материал, загрязнённый маслами	4		жизнедеятельность людей, складска
Склад ГСМ	Обтирочный материал, загрязнённый маслами, шлам очи	3,4		обслуживание оборудования, ремонт
Казарма	T60	4		Жизнедеятельность людей
Открытая стоянка автотранспорта	обтирочный материал, загрязнённый маслами	4		Ремонтные работы
Административные и хозяйственные	ртутные лампы, T60, мусор промышленный, канализацио	1,4,5		Защитка канализационных колодцев
В целом по площадке	T60, мусор промышленный, некормовые отходы плодсов	4		Жизнедеятельность людей, складска
Казарма	T60	4		Жизнедеятельность людей

Комплексная модель обобщает все специализированные для различных сред используемые ситуационные и прогнозные модели

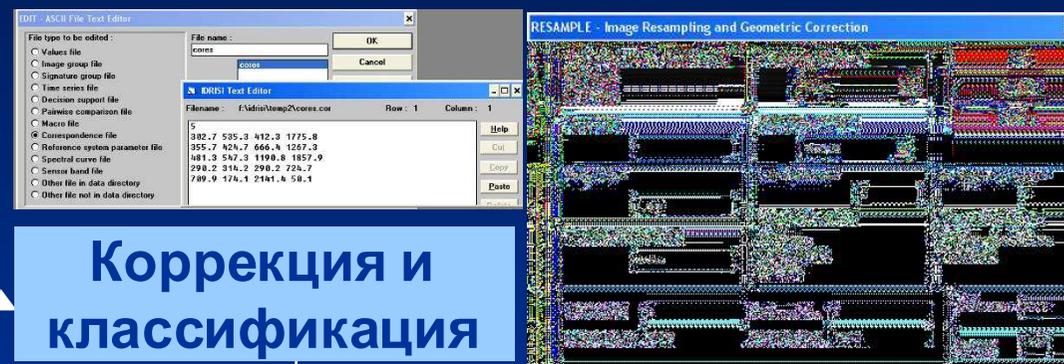


Пример первичной обработки материалов аэросъемки- геометрическая коррекция

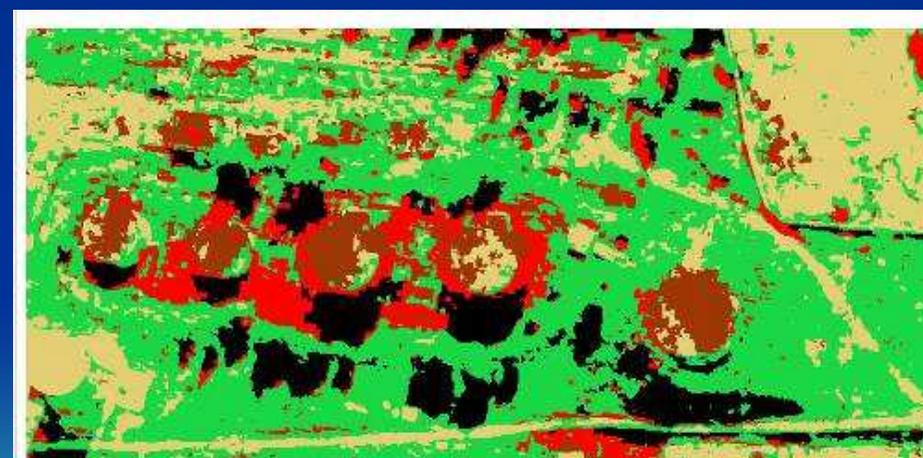
Производится коррекция для обеспечения координатной и геометрической совместимости



Изображение ЦЦФ, территория мазутного хозяйства котельной (белым контуром выделен участок загрязнения мазутом)

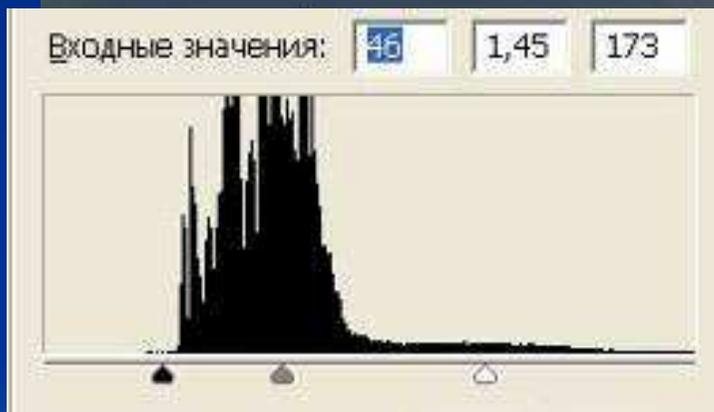


Изображение теплового инфракрасного сканера, территория мазутного хозяйства котельной (точками указаны центры участков загрязнения)



Результат классификации данных ЦЦФ и ТИС методом ISODATA

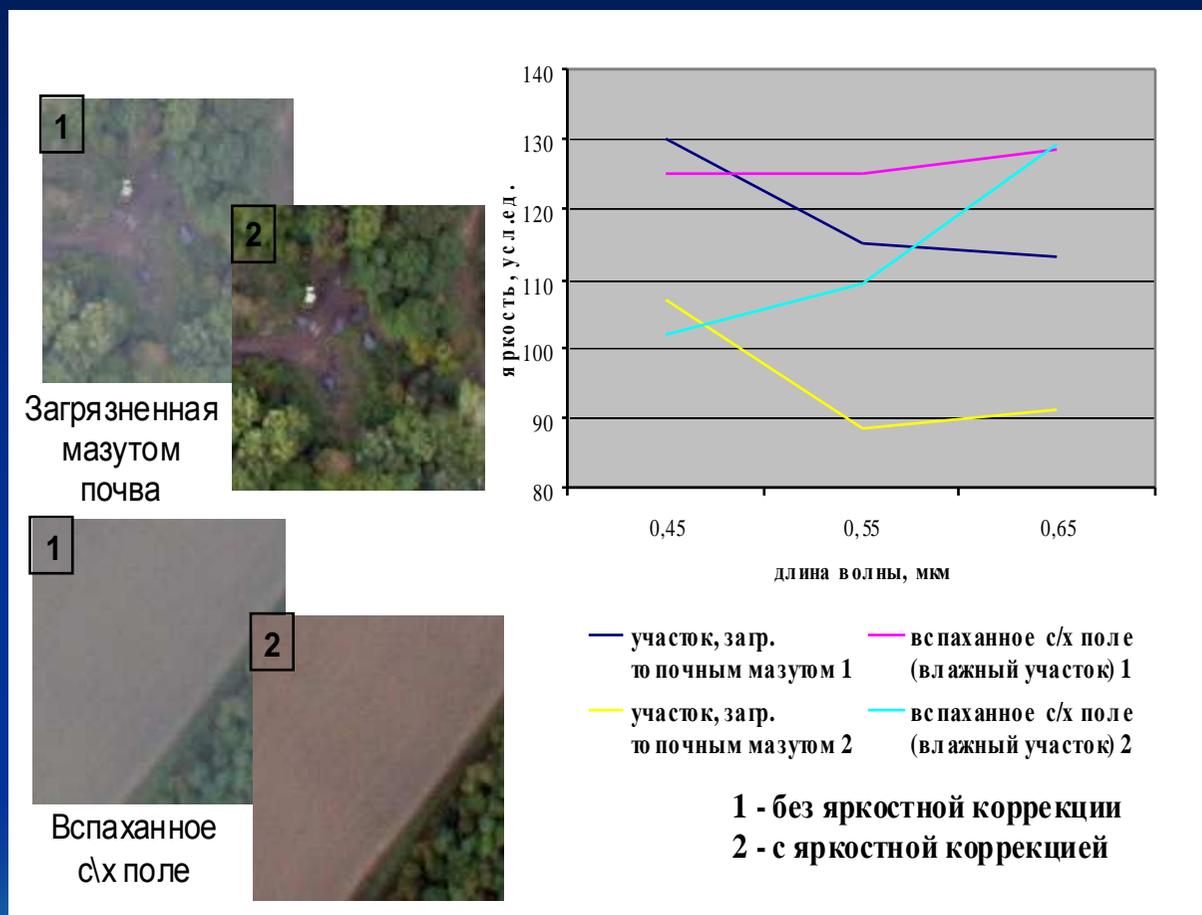
Пример первичной обработки материалов аэросъёмки- коррекция яркости



Результаты работы яркостной коррекции изображения ЦЦФ (слева - исходное изображение с гистограммой яркости, справа - результат коррекции с соответствующей гистограммой, соответствующей водной поверхности)

коррекция яркости (продолжение)

Влияние яркости воздушной дымки на коэффициенты спектрального облика почв на цифровых цветных изображениях
Классические методы фильтрации минимизируют шумы и помехи различного происхождения, которые повреждают полученное изображение.



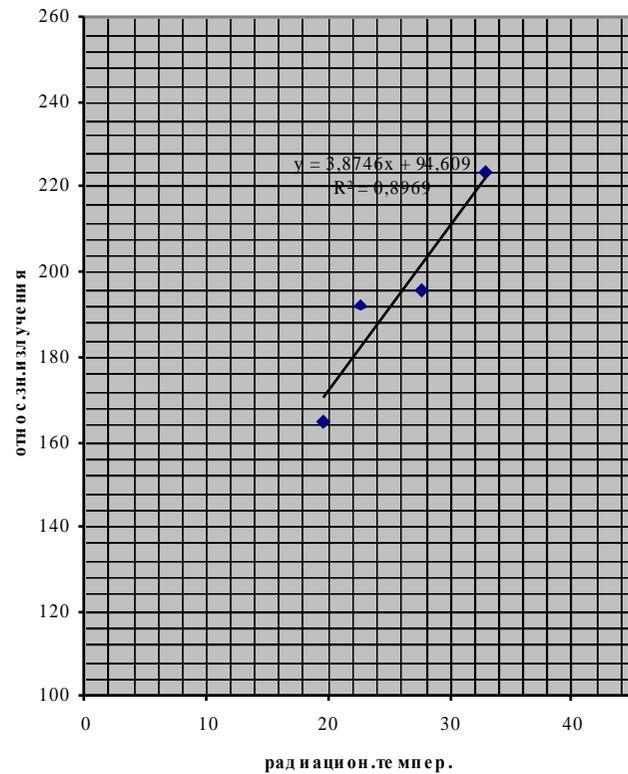
Пример калибровки при регистрации нефтезагрязнений водной поверхности и прибрежной зоны нефтепродуктами разной формы



По результатам наземных измерений радиационной температуры и по относительным значениям теплового излучения тестовых объектов (бетонная поверхность, асфальт, трава и т.п.) при соблюдении линейного закона передачи значений яркости строится калибровочный график, по которому определяются калибровочная кривая и соответственно поправочные коэффициенты (рисунок 5.13).

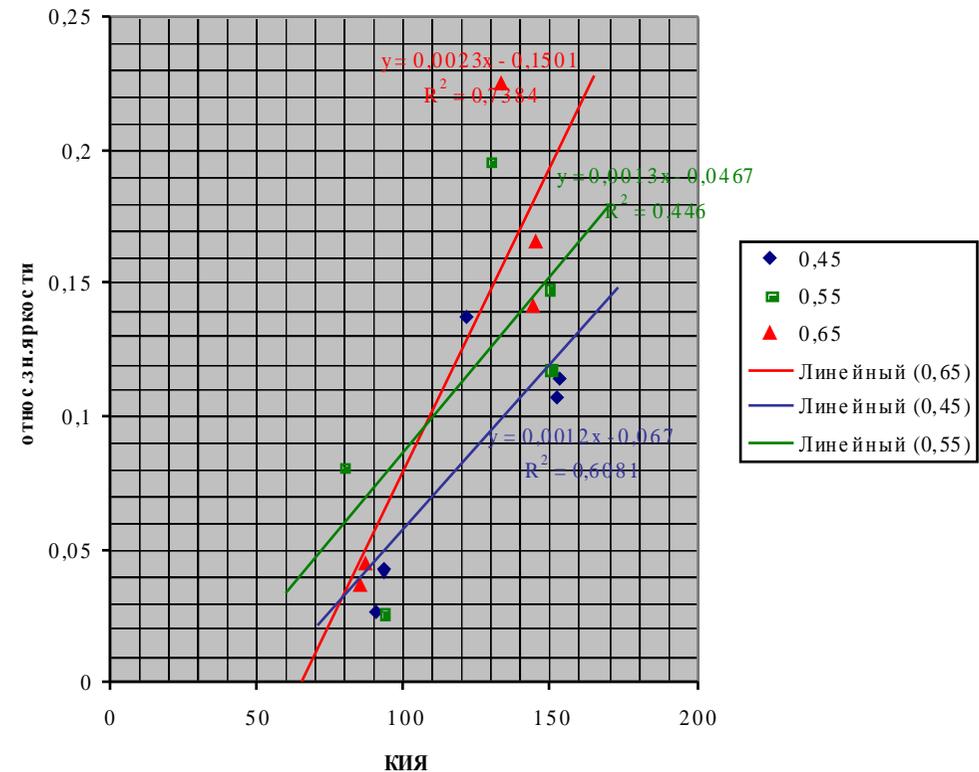
Регист
(матер

Калибровочная кривая изображения теплового и/к сканера



не ст
права

Валтисск



Калибровочная кривая изобра

Примеры результатов маршрутных экологических наблюдений

Загрязнение почв
нефтедержащими водами
от очистных сооружений



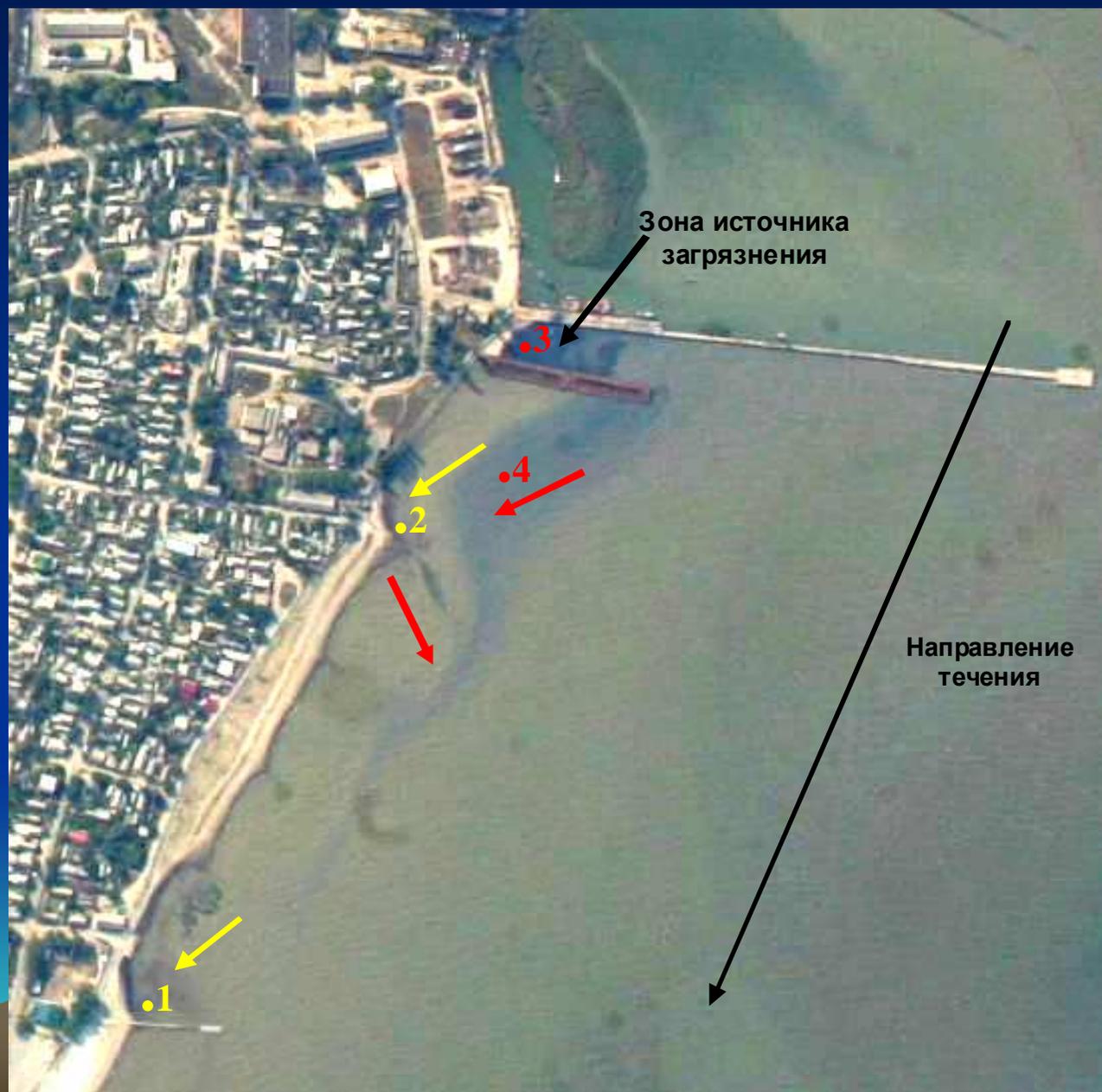
Аккумуляция
нефтезагрязнений
вдоль береговой черты



Водонефтяная
эмульсия вдоль
береговой черты



обоснована эффективность применения материалов ЦЦФ для обнаружения загрязнения дна нефтепродуктами на участках малых глубин



Заключение

- Таким образом можно сделать вывод о возможности эффективного использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса для прогнозирования экологической обстановки по ряду выбранных экологически значимых событий.
- При учете дополнительной информации от наземных источников возможно построение прогнозных моделей экологического состояния по ряду видов загрязнений.
- Использование ГИС совместно со средствами предварительной обработки позволяет вести комплексный мониторинг и прогнозирования экологического состояния наблюдаемых объектов.