

Презентация

результатов разработки алгоритмов
искусственного интеллекта для
автоматического обнаружения-различения
малозаметных плавающих объектов на
взволнованной водной поверхности с
использованием видео/инфракрасных камер
и камер, расположенных на неподвижной и
подвижной платформах.

Необходимость решения проблемы обнаружения-различения объектов на водной поверхности в условиях плохой видимости

Для обзора и обнаружения различных предметов на взволнованной водной поверхности используются различные технологии. Одной из перспективных технологий пассивного наблюдения является использование видео и инфракрасных систем обнаружения, наблюдения и распознавания.

Сложность обнаружения и слежения за малыми объектами на поверхности моря объясняется малозаметностью этих объектов, особенно на взволнованной поверхности воды.

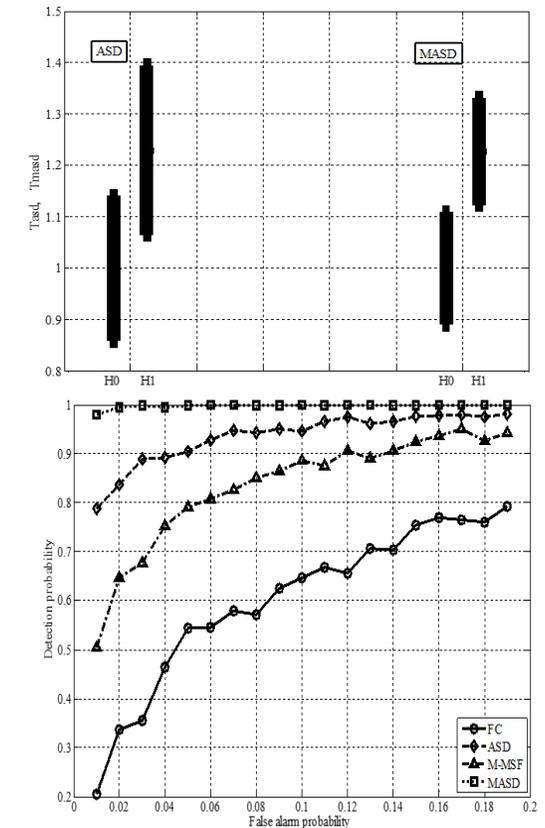
Справа приведен пример видео на взволнованной водной поверхности малозаметного плавающего предмета, полученное видео камерой на расстоянии 400 м.



Первый пример применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения малозаметного плавающего предмета с использованием *неподвижной* платформы и *видео* камеры.

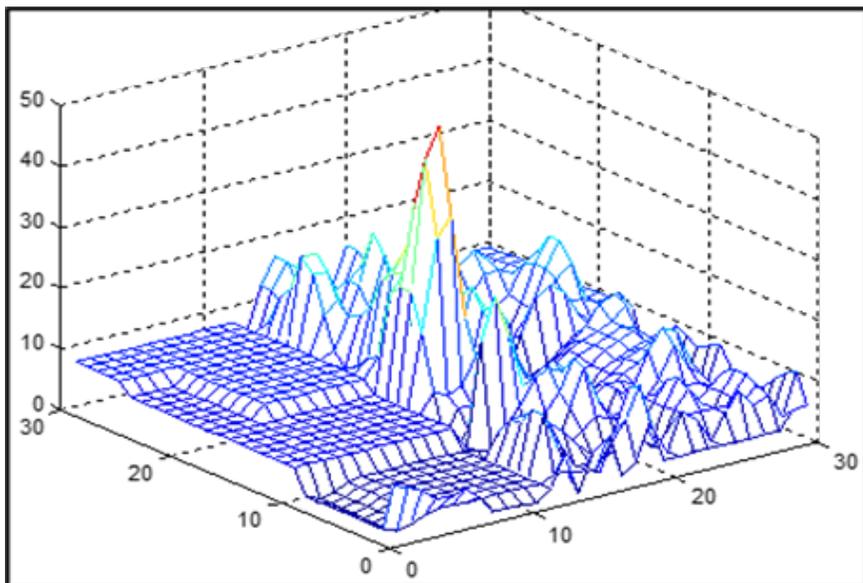
Для решения задачи обнаружения малозаметного объекта на водной поверхности были синтезированы алгоритмы. Эти алгоритмы накапливают энергию от объекта и сравнивают с энергией, полученной при отражении от водной поверхности. Также они учитывают отличие формы энергетического спектра флюктуаций поверхности воды и плавающего объекта

* (в пространстве и во времени по поверхности объекта и между кадрами последовательности изображений).

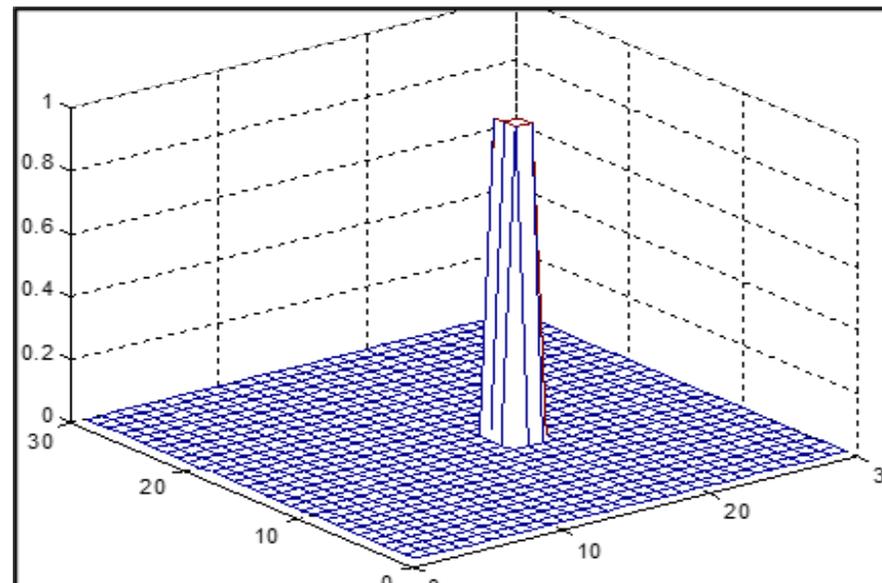


Экспериментальные результаты показывают высокое качество обнаружения предлагаемым алгоритмом MASD: вероятность обнаружения 0.98 при вероятности ложной тревоги 0.01.

Сравнение результатов обработки мало заметного плавающего предмета новым и классическим алгоритмами обнаружения.



Графики выходного эффекта при использовании классического алгоритма обнаружения.



Графики выходного эффекта при использовании нового алгоритма обнаружения

Сравнение показывает, что применение нового алгоритма позволяет подавить боковые лепестки и увеличить качество обнаружения.

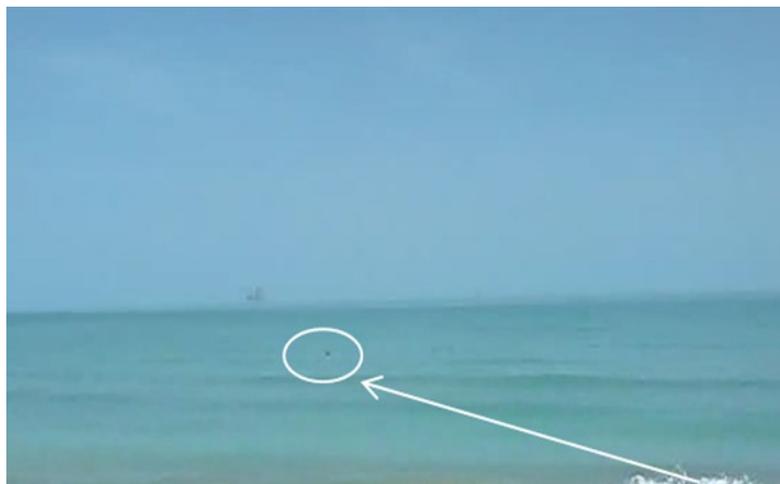
Второй пример применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения малозаметного плавающего предмета с использованием неподвижной платформы и видео камеры.

В этом примере состояние морской поверхности спокойное и отличается от предыдущего примера с сильным волнением. Обнаруживаемый предмет находится на том же расстоянии 400 м. Используемая видео камера имеет высокую разрешающую способность.

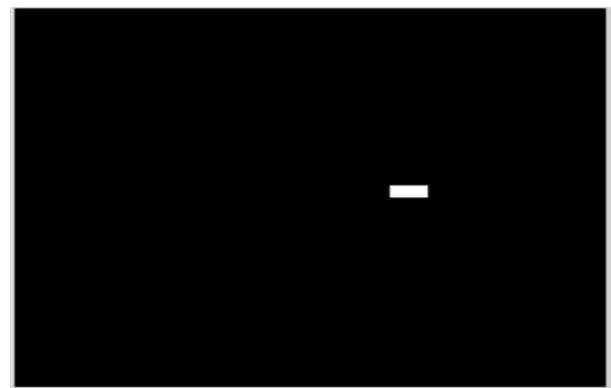
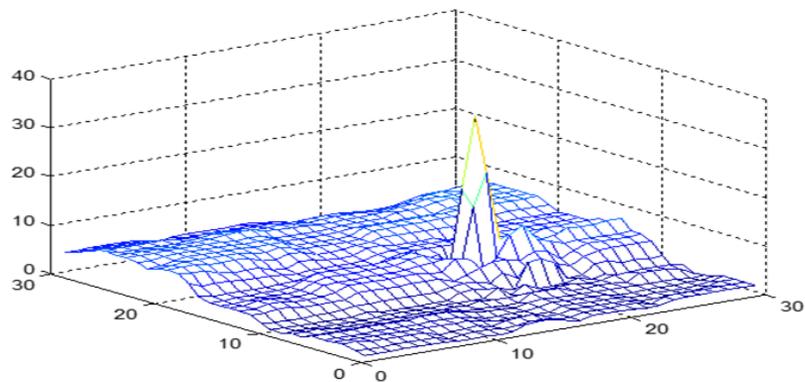
Использование предлагаемых алгоритмов позволяет обнаруживать малозаметный предмет, который визуально практически не виден.



Результаты обработки видео сигналов для второго примера



Обработка изображения.

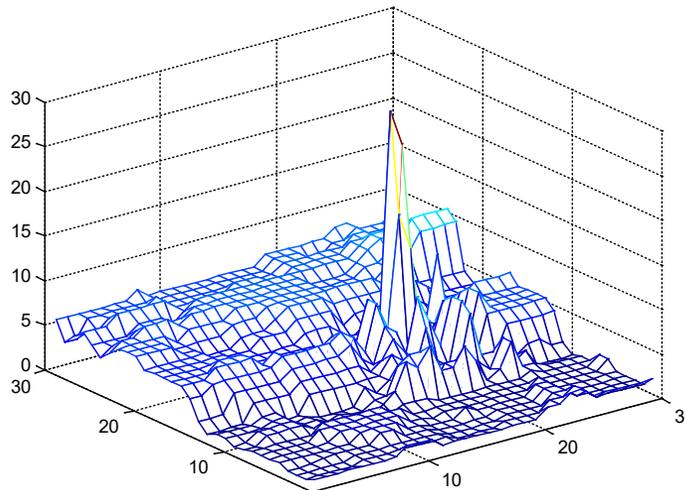
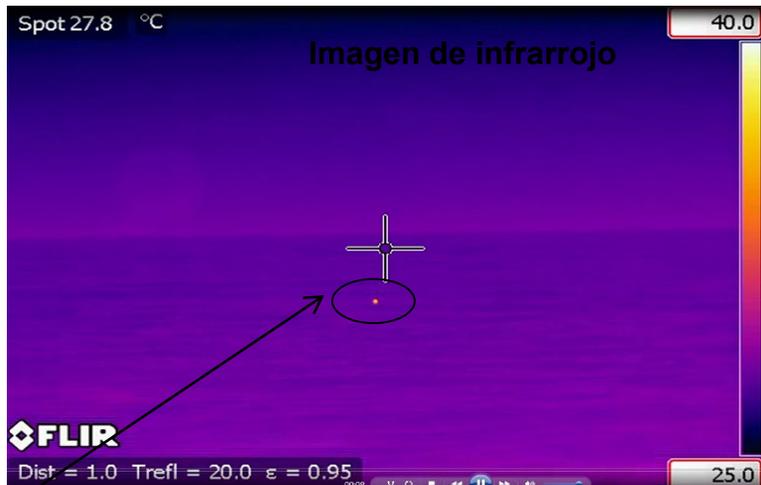


Второй пример съемки с *неподвижной* платформы, но *инфракрасной* камерой FLIR-5.

Использование инфракрасного диапазона, как показывают исследования, уменьшает уровень помех от бликов и буранов на водной поверхности. Однако, когда температура поверхности воды и объекта одинаковы, малые объекты становятся малозаметными в инфракрасном диапазоне на поверхности взволнованной воды. Но в инфракрасном диапазоне поверхность взволнованной водной поверхности носит более однородный характер, что повышает качество обнаружения.



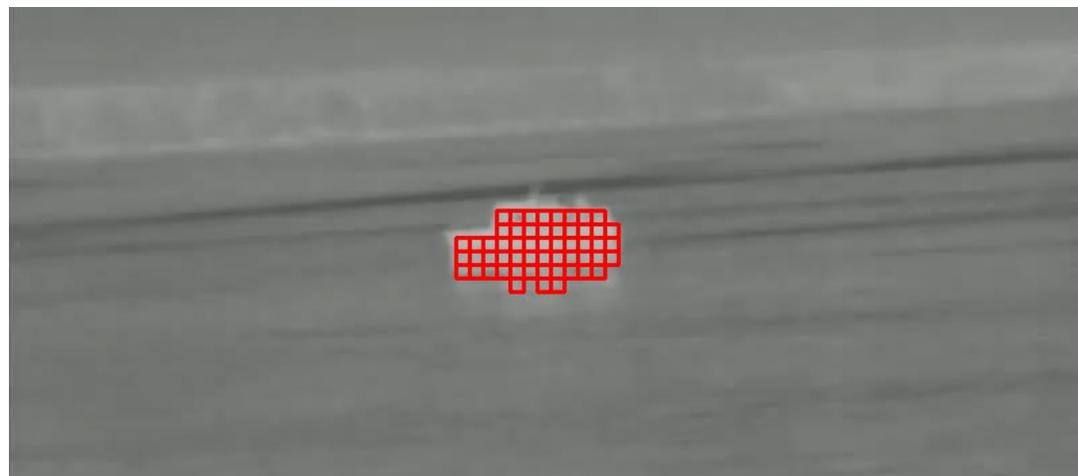
Результаты обработки сигналов от инфракрасной камеры второго примера



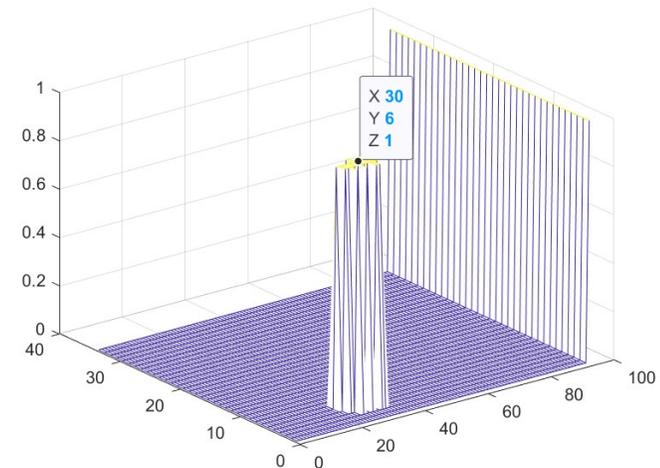
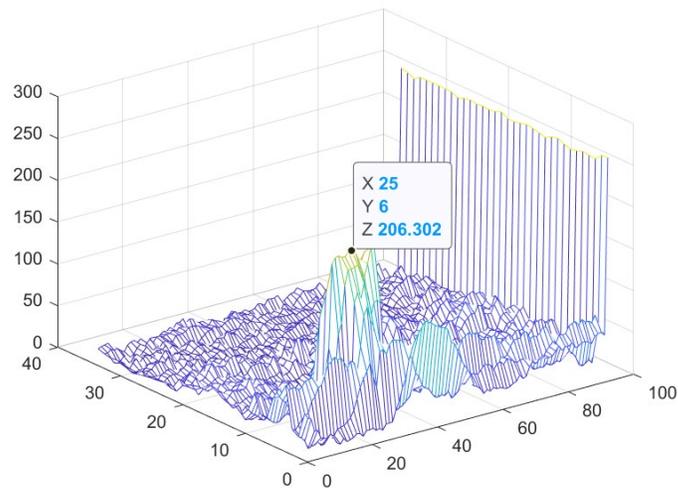
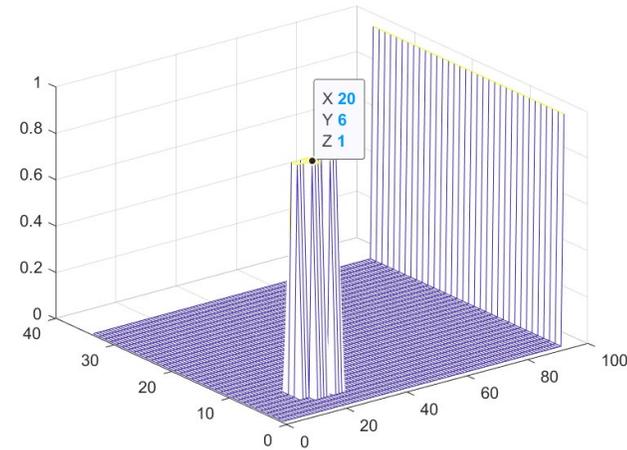
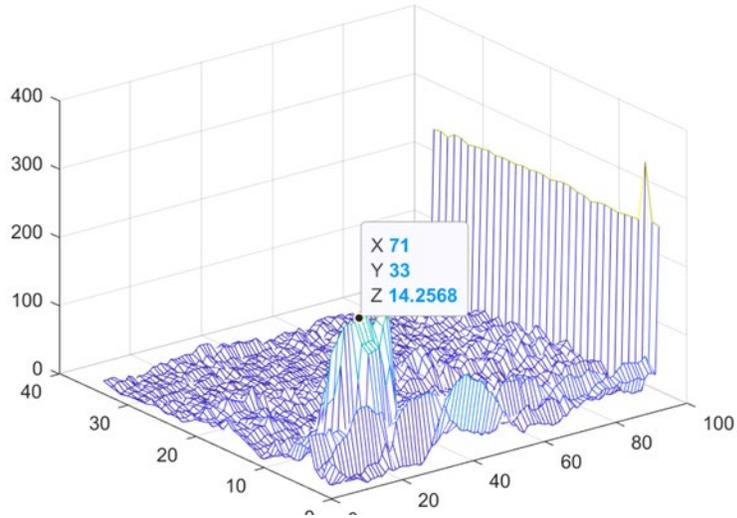
На слайде представлены: слева вверху изображение поступившее в систему обработки, внизу видим результаты предварительной обработки сигналов, справа изображение результата обнаружения.

Результаты обработки сигналов от инфракрасной камеры на Иваньковском водохранилище

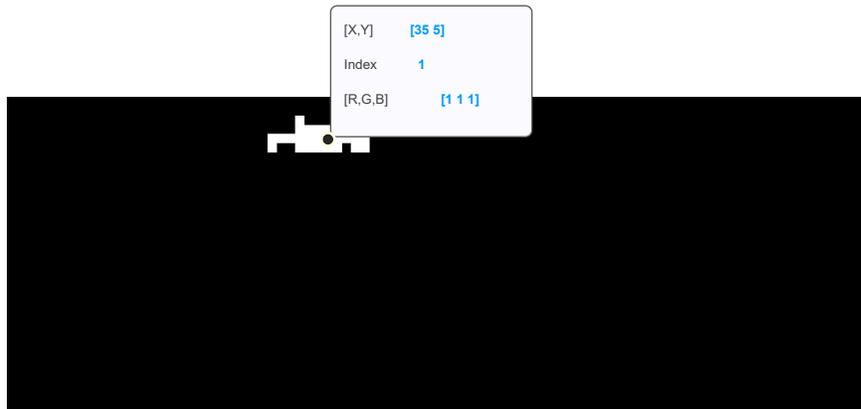
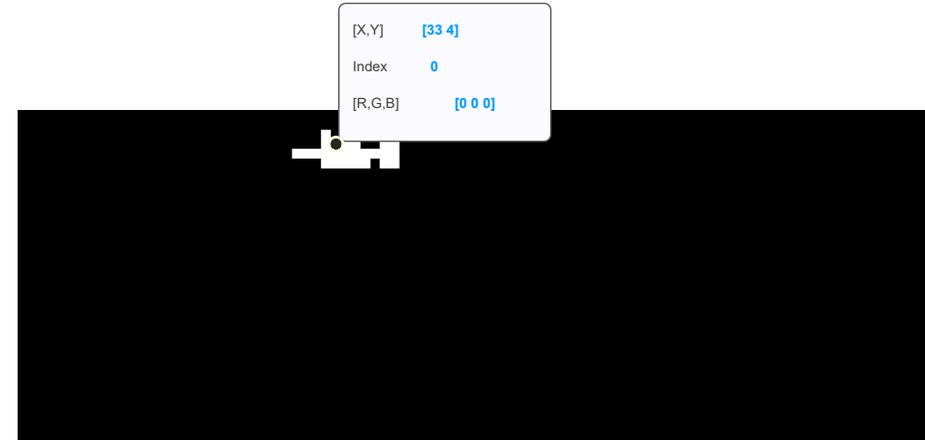
Использование инфракрасного диапазона и результаты экспериментов представлены на этом и следующем сайте. В инфракрасном диапазоне поверхность взволнованной водной поверхности носит более однородный характер, что повышает качество обнаружения. На видео справа представлено прохождение катера на расстоянии 1.5 км от инфракрасной камеры.



Этапы и результаты обработки сигналов от инфракрасной камеры на Иваньковском водохранилище



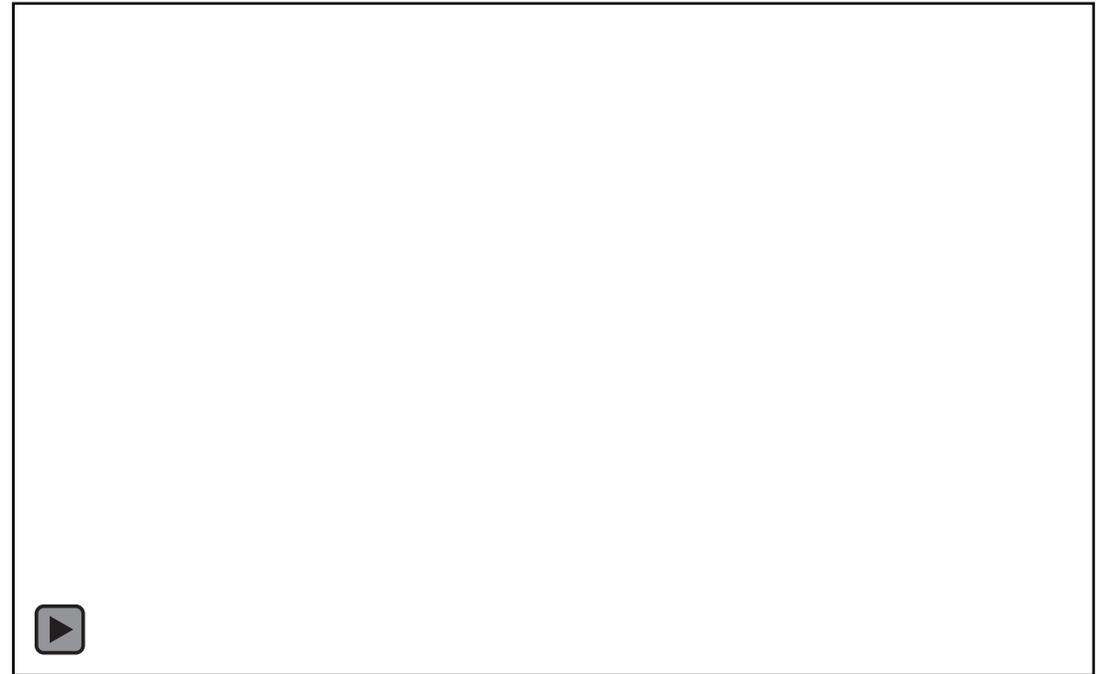
Этапы и результаты обработки сигналов от инфракрасной камеры на Иваньковском водохранилище



На предыдущем слайде показаны этапы обработки изображений, полученных с инфракрасной камеры. В левой колонке сигналы после фильтрации, в правой после принятия решения об обнаружении. На данном слайде показаны результаты обнаружения в формате белое-черное. Ложных обнаружений не замечено.

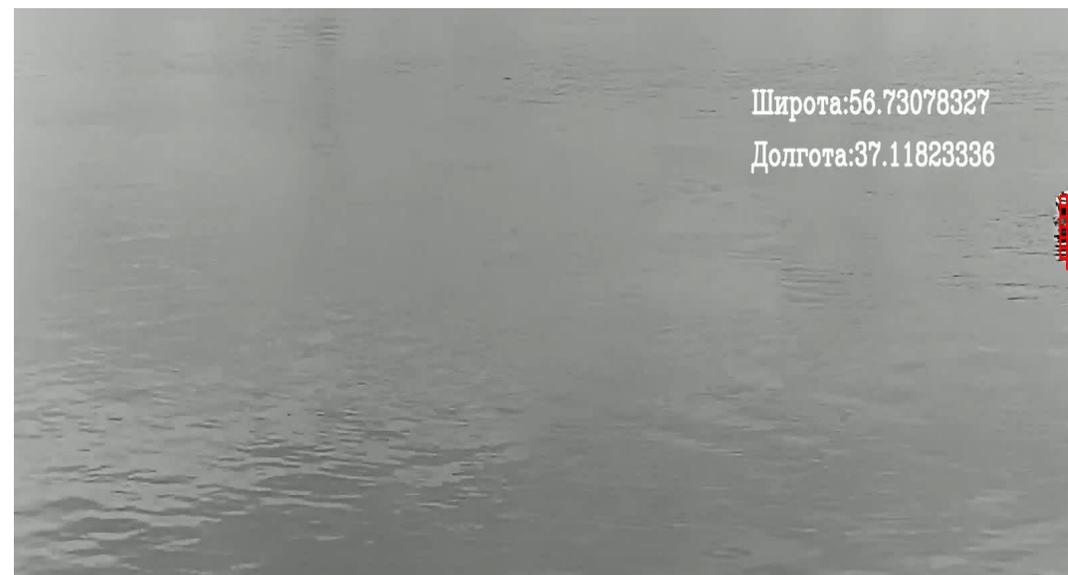
Третий пример применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения как малоразмерного плавающего предмета, так и удаленного корабля с использованием *неподвижной* платформы и *видео* камеры.

На видео представлены 4 стадии обработки видео сигналов. Первый этап - это прием изображений с камеры на систему обработки. Второй - это выбор заданного участка изображений или выбор всего изображения полностью. Третий этап - это разделение изображений на участки заданного размера (здесь 20x20 пикселей) и обработка каждого участка. Результаты показаны на видео. Четвертый этап - сравнение выходных эффектов каждого участка с порогом, установленным заранее. При превышении выходным эффектом порога система в данном участке генерирует белый цвет и выдает координаты объекта. Участки с выходным эффектом ниже порога представлены черным цветом, что говорит об отсутствии объекта на данном участке.

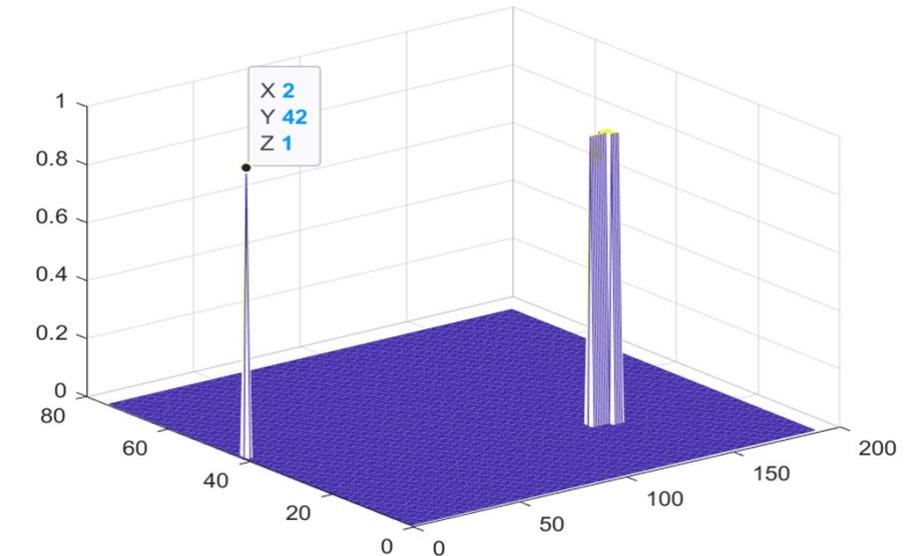
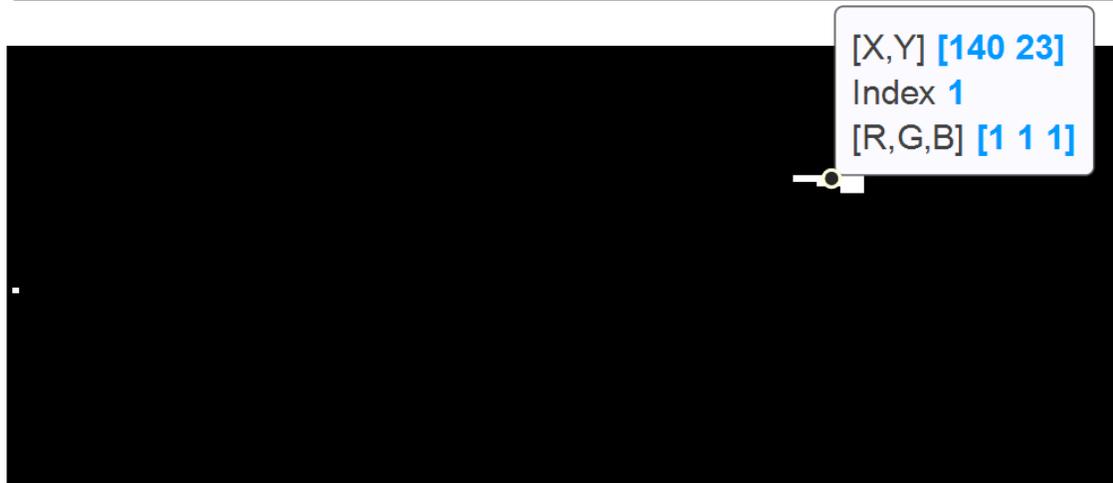
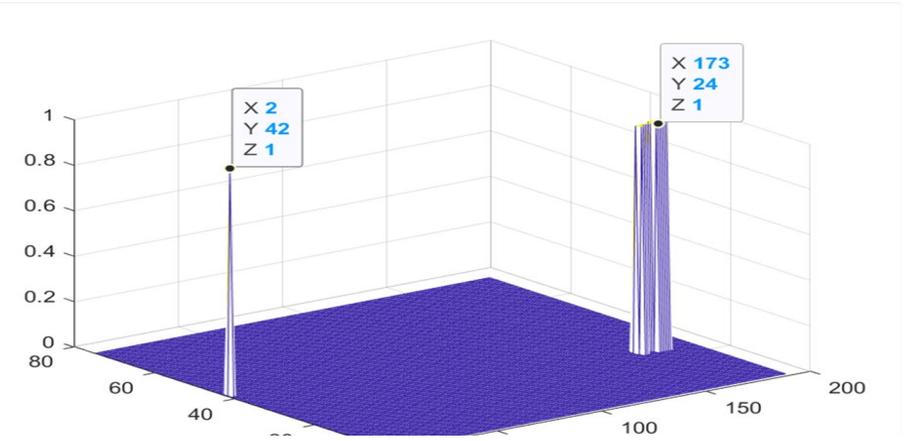


Результаты экспериментов применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения, определения координат и слежения за малоразмерным плавающим подвижным предметом с использованием неподвижной платформы и видео камеры. Ивановское водохранилище.

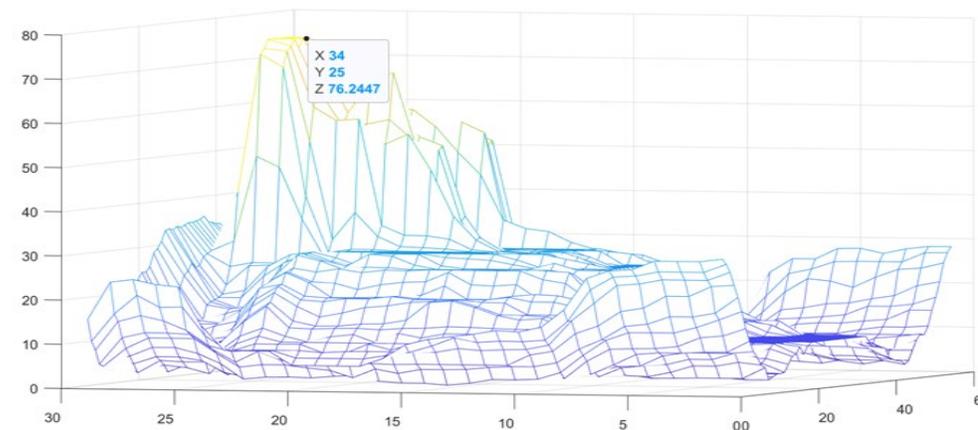
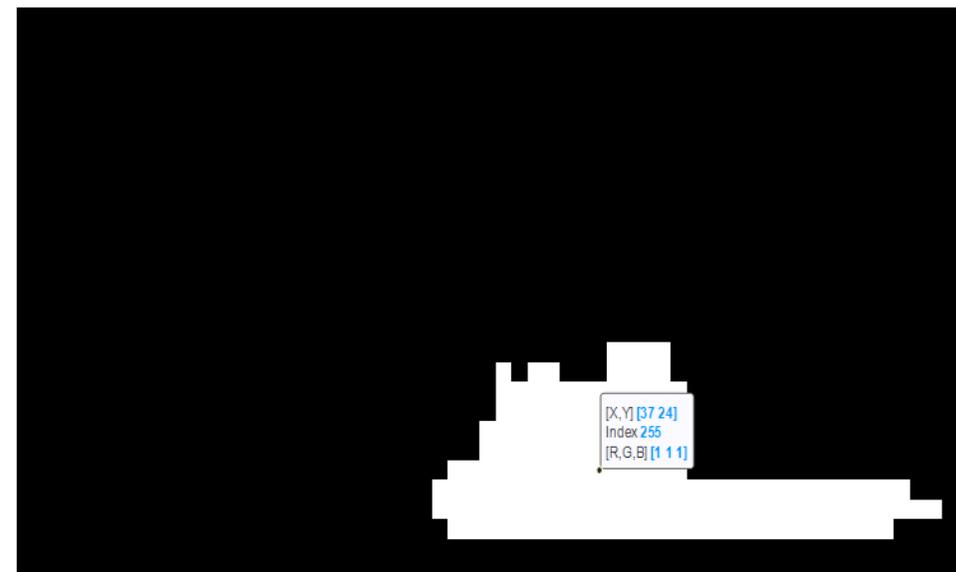
- Проведены эксперименты на Ивановском водохранилище для стандартной видеокамеры, применяемой для охраны периметра объектов. Камера передавала информацию о проходящих плавающих объектах. Эту информацию обрабатывал компьютер с использованием пакета Матлаб 2024а. Для обнаружения и слежения были применены синтезированные алгоритмы. Задача оценки координат обнаруживаемого объекта решалась с использованием разработанной программы.



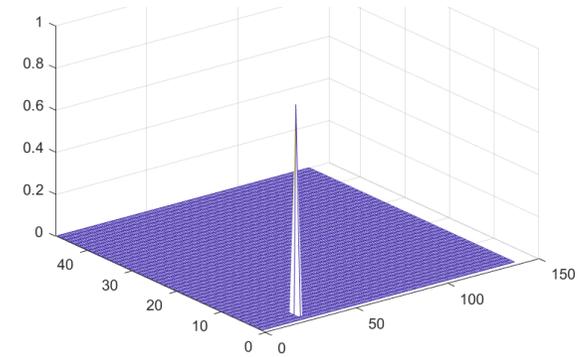
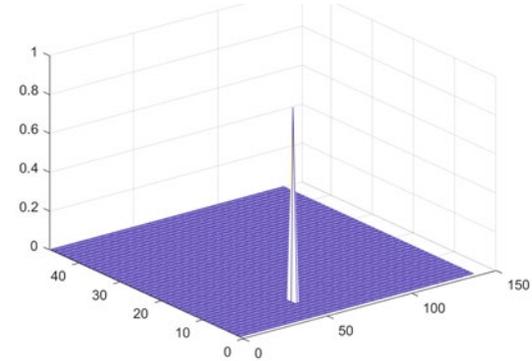
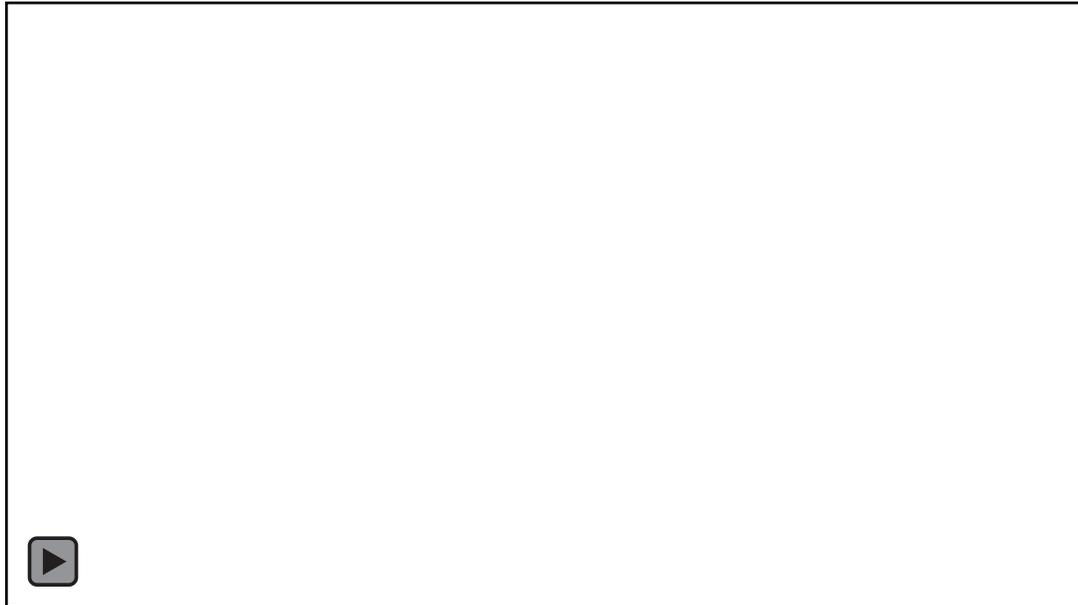
Продолжение описания результатов экспериментов применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения, определения координат и слежения за малоразмерным плавающим подвижным предметом с использованием *неподвижной* платформы и *видео* камеры. Иваньковское водохранилище.



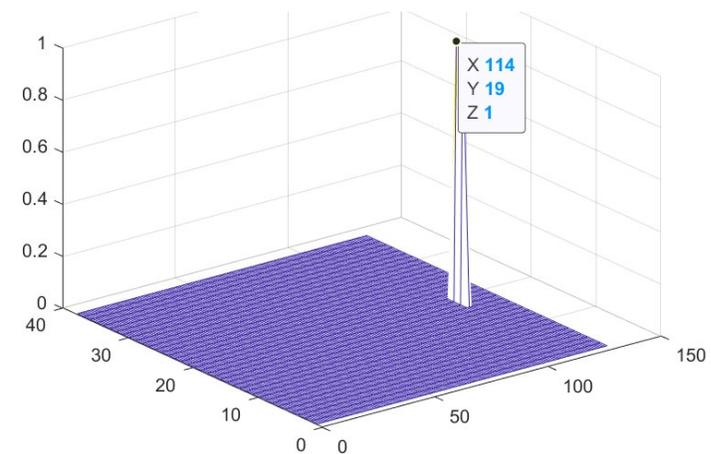
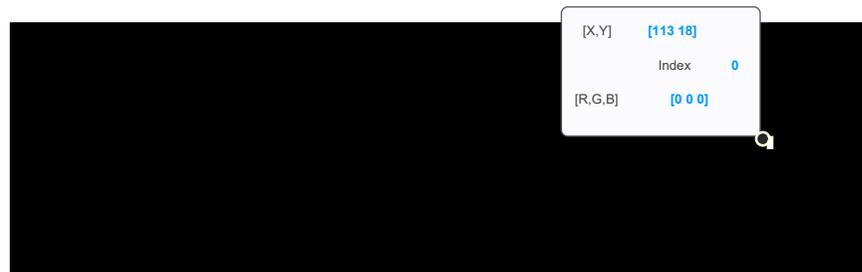
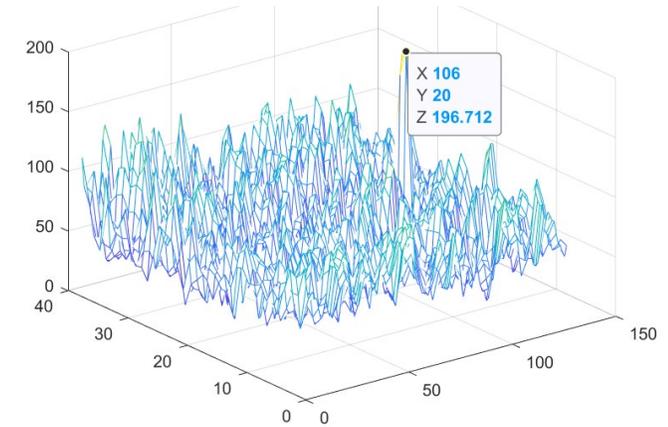
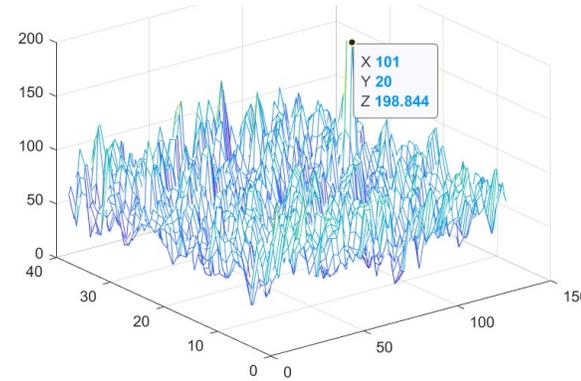
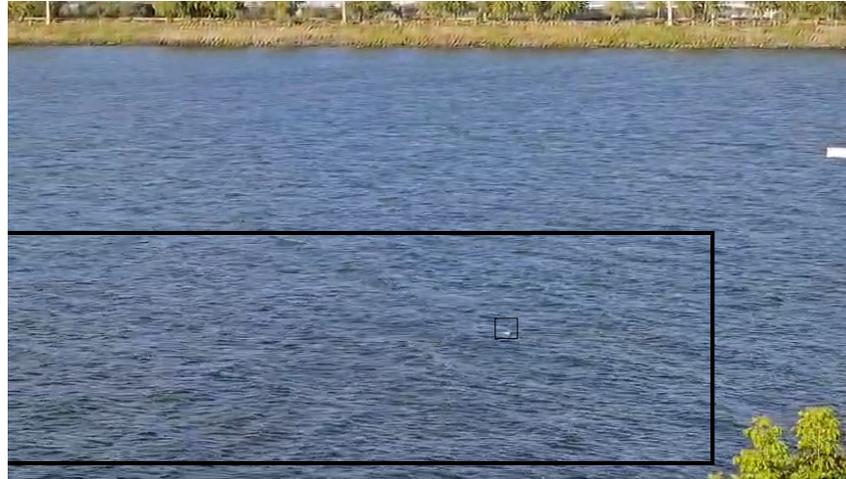
Продолжение описания результатов экспериментов применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения, определения координат и слежения за большой плавающей баржей с использованием *неподвижной* платформы и *видео* камеры. Иваньковское водохранилище. Баржа. Туман, дистанция 3 км.



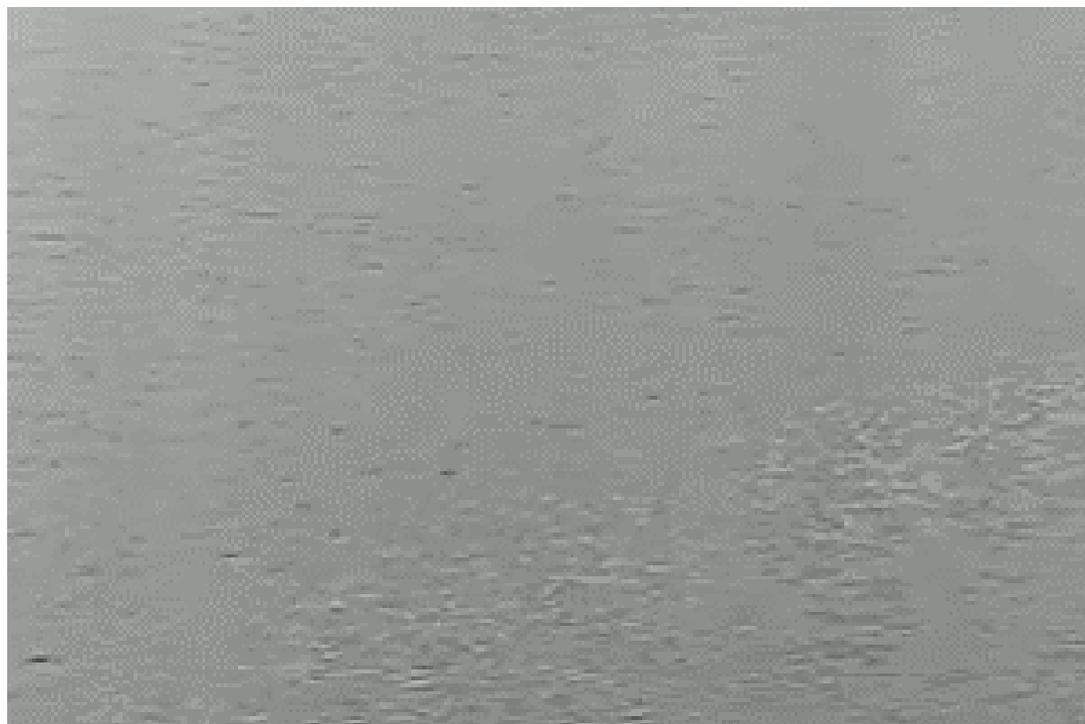
Продолжение описания результатов экспериментов применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения, определения координат и слежения за большой плавающей баржей с использованием *неподвижной* платформы и *видео* камеры. Иваньковское водохранилище. Катер. Туман, дистанция 2 км.



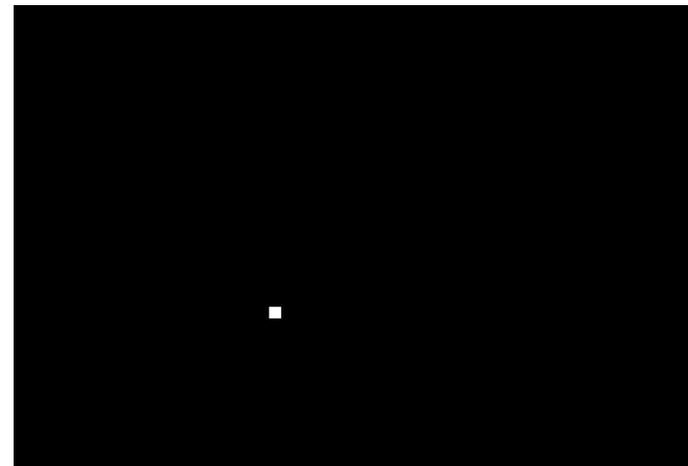
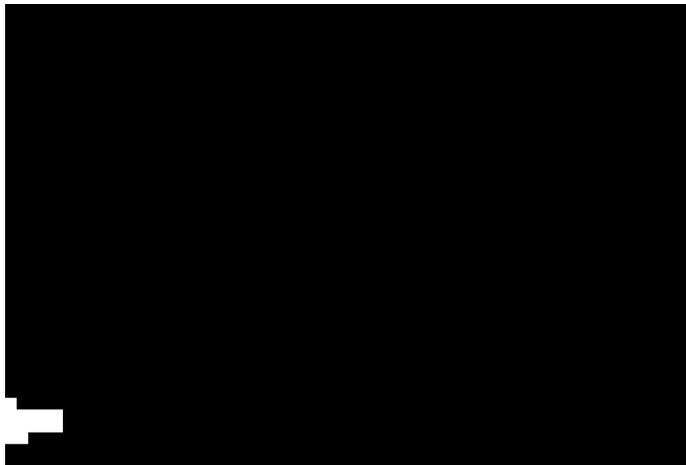
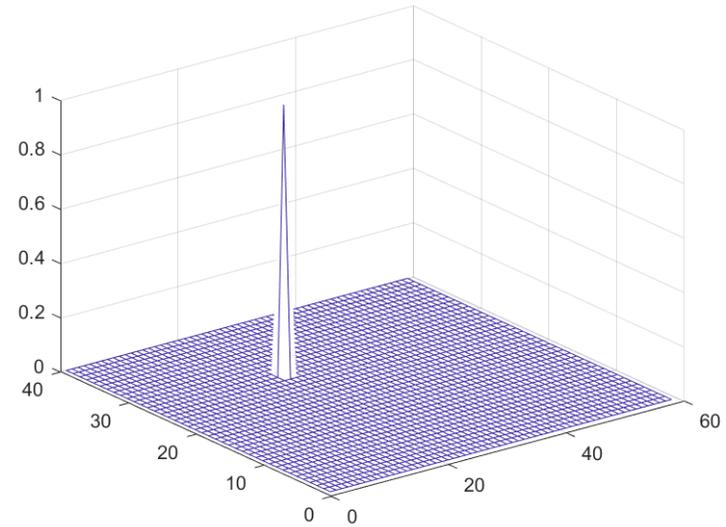
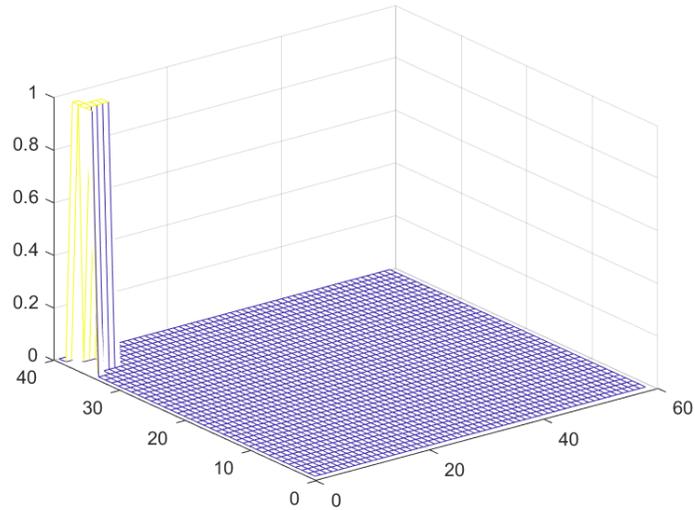
Продолжение описания результатов экспериментов применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения, определения координат и слежения за большой плавающей баржей с использованием *неподвижной* платформы и *видео* камеры. Ивановское водохранилище. Волнение. Плавающий предмет размером 0.1x0.03 м. Дистанция 200 м. Слева сверху изображение водной поверхности с небольшим плавающим предметом (в квадрате). Выделена зона мониторинга (прямоугольник). Слева внизу выход системы обнаружения. Белая точка – плавающий объект с координатами (локальными). Справа этапы преобразования входного изображения. Справа сверху – сигнал на выходе системы обработки сигналов и справа внизу – сигнал на выходе системы обнаружения после принятия решения системой об обнаружении.



Продолжение описания результатов экспериментов применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения, определения координат и слежения за летящей над поверхностью воды небольшой птицы. Иваньковское водохранилище.



Результаты описания результатов экспериментов применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения, определения координат и слежения за летящей над поверхностью воды небольшой птицы. Ивановское водохранилище.



Пример применения синтезированных алгоритмов для автоматического обнаружения малозаметного плавающего предмета с использованием *подвижной* платформы и *видео* камеры

На видео представлены результаты мониторинга водной поверхности с подвижной платформы. Обнаружен плывущий человек. Продемонстрированы результаты обработки изображений, где объект обнаружения представлен пиками. Указаны координаты объекта. В заключение показаны результаты обнаружения, где на фоне темной поверхности белыми точками отмечено появление объекта.



Особенности применения предлагаемых алгоритмов обнаружения

- 1. Предлагаемые алгоритмы обнаружения используются в условиях наличия шумов канала и помех. Целесообразно внедрение предлагаемых алгоритмов для одномерных, двумерных и трехмерных потоков данных.
- 2. Проверка качества алгоритмов обнаружения проводилась для потока изображений взволнованной водной поверхности в разное время года и разных погодных условиях. Целью обнаружения были различные плавающие объекты небольшого размера. В качестве датчиков использовались видео и инфракрасные камеры. Камеры располагались как на неподвижной основе, так и на летящем дроне.
- 3. Главным отличием предлагаемых алгоритмов от известных является высокая чувствительность их к матрице ковариации (или энергетическому спектру) поступающих данных. Классические алгоритмы обнаружения выполняют качественное обнаружение при условии, что математическое среднее или дисперсия обнаруживаемого объекта отличается от окружающего предмет фона. Предлагаемые алгоритмы кроме этих двух параметров учитывают также различие между их энергетическими спектрами.

Тема нового проекта: Развитие прототипа системы обнаружения на неподвижной и движущейся платформах

- 1. Получение последовательности изображений в видимом или инфракрасном диапазоне;
- 2. Мониторинг изображений с целью обнаружения объекта;
- 3. Представление результатов обнаружения оператору в реальном времени;
- 4. Развитие алгоритма обнаружения на 3-мерной последовательности изображений.
- 5. Развитие программы обработки и обнаружения в реальном масштабе времени.
- 6. Оценка эффективности предлагаемых алгоритмов.

Спасибо за внимание