



Разработка авторулевого для морских и  
речных судов,  
обеспечивающего гарантированное безопасное  
маневрирование в узкостях и прохождение  
фарватеров сложного профиля

# Коммерческое предложение

**Цель работы:** Разработка авторулевого для морских и речных судов, обеспечивающего гарантированное безопасное маневрирование в узкостях и прохождение фарватеров сложного профиля.

**Продолжительность работы:** 2 года.

**Стоимость работы:** 120 000 000,00 рублей.

# Основные технические характеристики

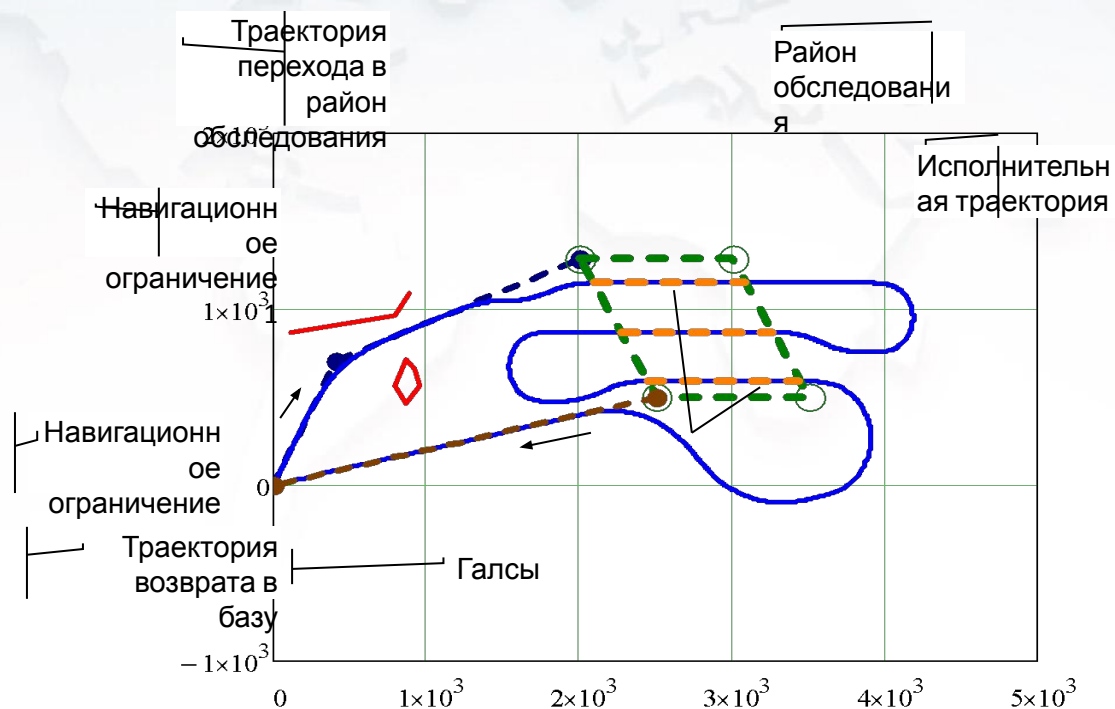
1. Автоматическая стабилизация курса с точностью  $1^\circ$  в режиме движения заданным курсом.
2. Использование  $h^2s$ -сплайновых заданных траекторий с непрерывной кривизной, обеспечивающих повышенную точность удержания на заданной траектории.
3. Автоматизированное удержание судна на прямолинейном галсе с точностью 3 - 10 м при спокойном состоянии моря в зависимости от водоизмещения судна.
4. Выполнение макрокоманд маневрирования;
5. Адаптивность и самообучаемость.

# Основные технические характеристики подсистемы маневрирования в узкостях и прохождения фарватеров

1. Вывод судна на траекторию безопасного прохождения узости и других навигационных ограничений.
2. Представление на навигационном дисплее количественных оценок текущего и прогнозируемого вектора состояния процесса проводки судна.
3. Для повышения точности и оперативности работы судоводителя изображение на навигационном дисплее подобно тому, что судоводитель видит с ходового мостика судна.
4. Формирование в реальном масштабе времени физически реализуемых (с гладкостью  $G^2$ )  $h^2s$ - сплайновых заданных траекторий, обеспечивающих запас по сигналу управления для парирования возмущений.
5. Использование в процессе маневрирования подруливающих устройств и т.п. (при наличии).

# Пример применения $h^2s$ -сплайновых заданных траектории для прохождения узкости и обследования района

При формировании заданной траектории ее кривизна выбирается с учетом ограничения на сигнал управления и с учетом модели движения судна, что позволяет судну двигаться с минимальным отклонением от исполнительной траектории при наличии возмущающих воздействий.



# Преимущества $h^2s$ -сплайновых заданных траектории

- При использовании традиционных заданных траекторий, состоящих из прямых отрезков и дуг окружностей появляется обратное смещение при переходе с прямой на дугу окружности, которое уводит судно с заданной траектории.
- Пред началом перехода с прямой на дугу окружности необходимо рассчитывать упреждающее время начала перекладки руля по приближенной формуле, что приводит к началу перекладки руля с погрешностью.

Указанных недостатков лишены заданные траектории с непрерывной кривизной, состоящие из прямых отрезков и  $h^2s$ -сплайнов. Поэтому такие траектории являются практически физически реализуемыми и называются заданными  $h^2s$ -сплайновыми.

# Макрокоманды маневрирования

Для осуществления безопасного маневрирования в сложной окружающей обстановке обеспечивается немедленное исполнение макрокоманд маневрирования, состоящих из нескольких элементарных:

- изменение курса на заданный угол,
- переход на параллельный курс,
- возврат на заданную прямую траекторию,
- переход на новую прямую траекторию,
- обход стационарного препятствия.

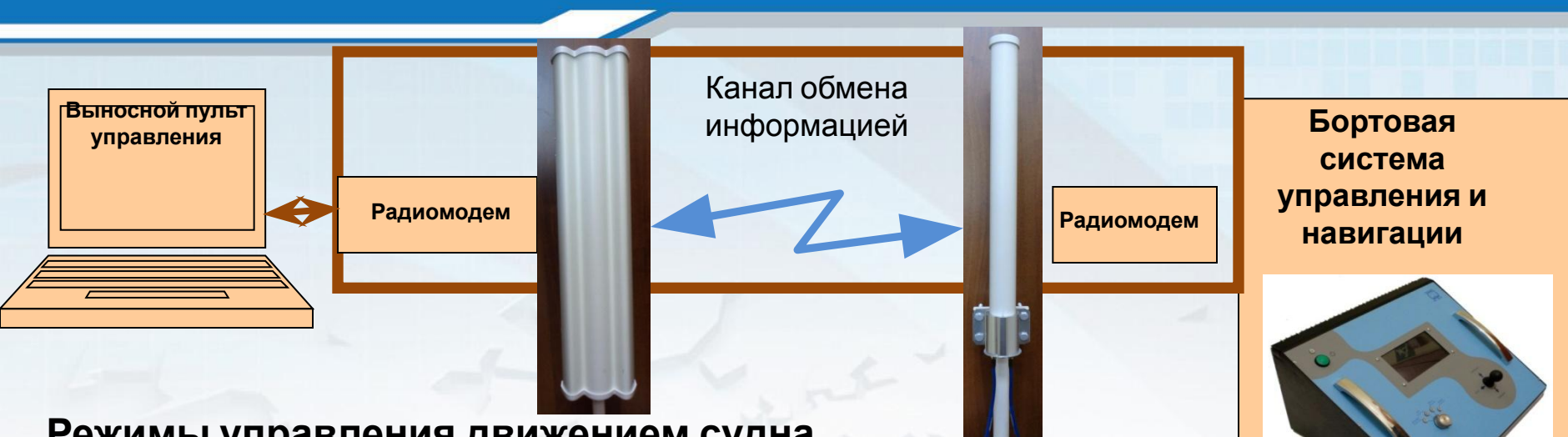
В качестве заданных траекторий для макрокоманд маневрирования используются  $h^2s$ -сплайновые траектории, которые рассчитываются в реальном масштабе времени.

# Прототип - авторулевой «Проводник»





# Прототип - СУ «Свислочь»



## Режимы управления движением судна,

- Автоматическое управление движением по исполнительной траектории, которая определяется сценарием, заданным оператором ВПУ.
- Выполнение команд маневрирования с ВПУ и с бортового пульта :
  - изменение курса;
  - переход на параллельный курс;
  - переход на новый прямой курс;
  - расхождение с подвижным объектом.
- Ручное управление движением с ВПУ и с бортового пульта.

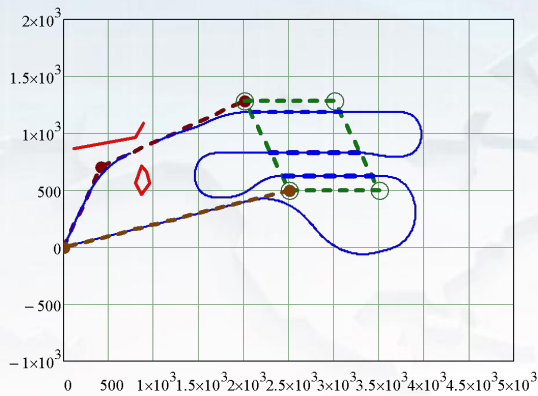
Датчики обратной связи и исполнительные механизмы



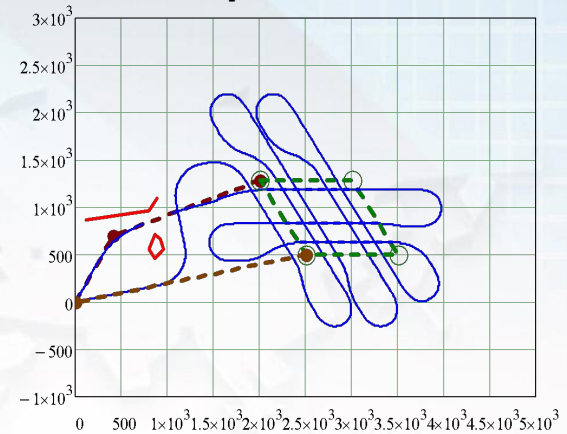
# Примеры $\eta^2s$ – сплайновых исполнительных траекторий, сгенерированных СУ «Свислочь» для обследования района

## Представлены 4 варианта шаблонов траекторий обследования

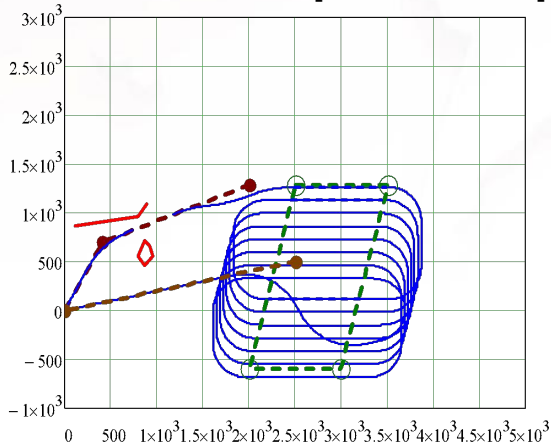
### Газонокосилка



### Циновка



### Скользящий параллелограмм



### Ромашка

